

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
АГРОХИМИКАТОВ И ВОСПРОИЗВОДСТВА
ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ**

Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук,
заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики,
почётного работника высшей школы Российской Федерации,
профессора Александра Степановича Башкова

*15–18 ноября 2022 года
г. Ижевск*

Ижевск
УдГАУ
2022

УДК 631.8+631.452(06)
ББК 40.4я43+40.3я43
А 43

А 43 **Актуальные** проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почётного работника высшей школы Российской Федерации, профессора Александра Степановича Башкова, 15–18 ноября 2022 г., г. Ижевск. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – 384 с.

ISBN 978-5-9620-0421-1

В сборнике представлены статьи российских и зарубежных ученых, отражающие результаты научных исследований в агрономии.

Предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей сельскохозяйственных вузов, работников научно-исследовательских учреждений и специалистов агропромышленного комплекса.

УДК 631.8+631.452(06)
ББК 40.4я43+40.3я43

ISBN 978-5-9620-0421-1

© Авторы постратежно, 2022
© УдГАУ, 2022

УДК 631.8(092)(470.51)

Т. Ю. Бортник

Удмуртский ГАУ

E-mail: agrohim@udsau.ru

НАШ УЧИТЕЛЬ. К 90-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА АЛЕКСАНДРА СТЕПАНОВИЧА БАШКОВА

Изложены биографические данные и краткие результаты научных исследований школы профессора Александра Степановича Башкова.

Александр Степанович Башков – это тот человек, которого мы, члены кафедры агрохимии и почвоведения Ижевской ГСХА (ныне Удмуртского ГАУ), с полным правом можем назвать Учителем. Именно так, с большой буквы. Просто трудно подобрать слова, чтобы выразить наше глубокое уважение и искреннюю любовь к этому человеку.

5 ноября 2022 г. Александру Степановичу Башкову, профессору кафедры агрохимии и почвоведения, доктору сельскохозяйственных наук, заслуженному работнику сельского хозяйства Удмуртской Республики, почётному работнику высшей школы Российской Федерации исполнилось 90 лет.



Александр Степанович Башков

Жизненный путь юбиляра наполнен событиями и свершениями. Александр Степанович всегда с гордостью говорит о своих крестьянских корнях. Он родился 5 ноября 1932 г. в деревне Беляевка Куединского района Пермской области. В семье Башковых, Степана Фёдоровича и Анастасии Ефимовны, он был девятым ребёнком. Нелёгким в те времена было крестьянское детство, хотя Александр Степанович вспоминает его с особенным тёплым чувством. Семилетку ему пришлось заканчивать в соседнем селе Ошья и ежедневно преодолевать восемь километров до школы и обратно. Зимой приходилось жить на квартире, поскольку интернатов в то время не было.

Не следует забывать и о том, что жизнь в селе неотделима от тяжёлого крестьянского труда. Каждое лето, начиная с 1941 г., А. С. Башков работал в колхозе «Красный моряк» на полевых работах – и полол, и теребил лён, и пас лошадей в ночном, а когда стал постарше, приходилось работать на конных граблях, боронить и пахать.

В 1947 г. А. С. Башков поступил учиться в Сарапульский лесомеханический техникум, но случилась беда – украли продуктовые карточки, поэтому он вынужден был прервать учебу. Целый год проработал в колхозе у себя на родине.

В 1948 г. он снова поехал в г. Сарапул и поступил учиться в сельскохозяйственный техникум. Учился с огромным желанием и интересом. До сих пор с большим уважением он вспоминает своих учителей в техникуме – высокообразованные, интеллигентные, они произвели на него большое впечатление и стали примером педагога на всю жизнь. А. С. Башкова всегда отличала активная жизненная позиция, и поэтому в период обучения он был избран секретарем комитета комсомола техникума, в этой должности проработал два года. В это же время стал кандидатом в члены партии.

После окончания техникума ему предложили стать директором учебного хозяйства техникума, но он отказался и уехал работать в Больше-Учинскую МТС Больше-Учинского района, в колхоз «Авангард» (теперь Вавожского района Удмуртской Республики). В должности агронома МТС он проработал до декабря 1954 г. Здесь стал членом партии и был коммунистом в самом лучшем смысле этого слова – на самом трудном участке был в числе первых, не отгораживался от ответственности и от тяжёлой работы, вопросы решал справедливо и по совести. Надо сказать, что и в дальнейшем Александр Степанович не отступил от этих жизненных правил.

В 1954 г. он был призван в ряды Советской Армии. Служил в отдельном учебно-танковом батальоне Уральского военного округа. Избирался секретарём комсомольской организации роты и комитета комсомола воинской части. В 1956 г. был делегатом окружной отчетно-выборной партийной конференции Уральского военного округа. В период службы в должности помкомвзвода Александру Башкову было предложено поступить в Высшее военно-политическое училище в г. Ленинграде, но он отказался, так как считал, что специальность агронома лучше всего соответствует его устремлениям.

В 1957 г. после демобилизации из армии А. С. Башков поступил в Ижевский сельскохозяйственный институт на агрономический факультет. Жил он в то время в известном всем общежитии по улице Кирова, дом 14. В период учебы по рекомендации парткома института был избран секретарем комитета комсомола института, на этой должности проработал в течение двух лет. В 1962 г. он с отличием окончил институт и был направлен на работу в колхоз «Россия» Сарапульского района главным агрономом и одновременно заведующим элитно-семеноводческим хозяйством. Работал с воодушевлением и ощущением своей сопричастности к выполнению самой главной работы на земле. В 1962 г. в колхозе «Россия» был получен самый высокий урожай зерновых культур не только по Сарапульскому району, но и по Удмуртской Республике.

После двух лет работы А. С. Башкова пригласили в аспирантуру при кафедре агрохимии и почвоведения ИжСХИ. Под руководством доцента, кандидата сельскохозяйственных наук Игоря Павловича Дерюгина он увлечённо занимался изучением влияния калийных удобрений на урожайность культур севооборота. Это был новый, недостаточно изученный в то время вопрос. Параллельно А. С. Башков попробовал свои силы как преподаватель и проработал около года ассистентом кафедры агрохимии и почвоведения ИжСХИ. Это время он всегда вспоминает как один из самых ярких периодов своей жизни. Именно тогда в полной мере раскрылся его талант учёного-исследователя. Тогда же зародилась и окрепла его дружба с коллегами, имена которых в сельскохозяйственной науке Удмуртии известны многим: это И. И. Вараксин, М. Ф. Кузнецов, А. И. Безносков, Г. П. Дзюин, Л. И. Беляев, В. П. Култышев и другие. В феврале 1971 г. работа А. С. Башкова над кандидатской диссертацией завершилась успешной защитой в Пермском государственном сельскохозяйственном институте имени академика Д. Н. Прянишникова [2].



**Кафедра агрохимии и почвоведения.
В верхнем ряду слева аспирант А. С. Башков (1964 г.)**

Большой отрезок жизни А. С. Башкова прочно связан с Удмуртской государственной сельскохозяйственной опытной станцией. С 1967 по 1971 г. он работал заведующим отделом агрохимии. Осенью 1971 г. приказом министра сельского хозяйства РСФСР его назначили директором Удмуртской ГСХОС. Именно здесь Александр Степанович раскрылся как талантливый руководитель и организатор. За время работы А. С. Башкова в должности директора Удмуртская опытная станция стала выдающимся сельскохозяйственным исследовательским учреждением. Эта организация являлась разработчиком не только отдельных приемов ведения сельского хозяйства, но и комплексных технологий в земледелии и животноводстве. По инициативе и с участием А. С. Башкова станция выпустила пять сборников научных трудов под общим названием «Наука – производству». Как научно-производственная база опытной станции получили дальнейшее развитие опытно-производственные хозяйства «Ижевское» и «Уромское». Кроме того, Удмуртская ГСХОС зарекомендовала себя как передовое предприятие, прочно занимающее ведущее положение в сельскохозяйственном производстве республики. И всё это было осуществлено во многом благодаря умелому и талантливому руководителю А. С. Башкову, который сплотил вокруг себя единомышленников и помощников.



Выезд на опытное поле учхоза «Июльское», 1983 г.

Умение А. С. Башкова мыслить широко и дальновидно выразилось в том, что в период его работы директором в посёлках Удмуртской ГСХОС были значительно улучшены условия жизни и работы сотрудников. В это время были построены такие важные объекты, как тепличный комбинат, взлётная полоса с твёрдым покрытием, два дома культуры, котельные, средняя и 8-летняя школы, открыта музыкальная школа, построены благоустроенные многоквартирные дома, коттеджи для сотрудников и другие сооружения, была построена и открыта школа по переподготовке сельскохозяйственных кадров массовых профессий. Всё это позволяло проводить современные научные исследования, а также учёбу руководителей и специалистов сельского хозяйства республики.

В настоящее время Удмуртская ГСХОС преобразована в Научно-исследовательский институт сельского хозяйства и является частью Федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (ФИЦ УрО РАН УГНИИСХ). Александр Степанович уже более сорока лет назад перешёл на другую работу, но душа его по-прежнему болит за состояние дел на «опытной станции». Он всегда с огромным интересом встречает коллег из этой организации, беседует с ними, радуется их успехам, помогает профессиональными советами и дружеским участием.

В 1980 г. по приглашению ректора Ижевского сельскохозяйственного института В. П. Ковриго Александр Степанович Башков переходит на работу доцентом, а потом заведующим кафедрой агрохимии и почвоведения, которую он возглавлял до 2009 г. В новых

для него условиях он раскрылся как талантливый педагог и воспитатель студенчества. Студенты Ижевской ГСХА, в большинстве своём сельские жители, чувствовали в Александре Степановиче родственную душу, всегда тянулись к нему и глубоко ему доверяли. Он преподавал предмет, который досконально знает и любит – агрохимию, и щедро делился своими знаниями и любовью с учениками. Студентам было интересно на его лекциях и практических занятиях, так как он глубоко знает сельскохозяйственное производство. Теоретический материал Александр Степанович всегда дополнял живыми примерами, постоянно разбирал вместе со студентами сложные производственные ситуации, никогда и никому не отказывал в совете и консультации. Именно поэтому многие выпускники агрономического факультета, уже работающие главными агрономами и руководителями хозяйств, довольно часто навещают кафедру агрохимии и почвоведения и в первую очередь спрашивают об Александре Степановиче Башкове.

Ещё в 1973 г. А. С. Башков получил аттестат старшего научного сотрудника, а в 1984 г. – аттестат доцента. Работая преподавателем вуза, он никогда не оставлял исследовательской деятельности. Наука, которой он посвятил свою жизнь, произрастает не «на асфальте», она тесно связана с производством. Александр Степанович зарекомендовал себя как один из самых глубоких учёных в области сельского хозяйства. Он является признанным авторитетом в вопросах применения удобрений под различные сельскохозяйственные культуры в условиях Нечерноземья. В сложных условиях современного состояния сельскохозяйственного производства он постоянно консультировал специалистов и руководителей хозяйств. Почётное звание «Заслуженный работник сельского хозяйства Удмуртии» ему было присвоено в 1997 г., а в 1999 г. – звание профессора Академии естествознания.

Обобщив многолетние исследования по изучению влияния удобрений в севооборотах на плодородие дерново-подзолистых почв, урожайность полевых культур, качество продукции и продуктивность севооборотов, в 2000 г. Александр Степанович Башков успешно защитил докторскую диссертацию [3]. В 2001 г. он получил ученое звание профессора кафедры агрохимии и почвоведения, и в этом же году ему присвоено звание «Почетный работник высшей школы РФ».

Профессор А. С. Башков свою административную, педагогическую деятельность всегда успешно сочетал с исследовательской работой на Удмуртской сельскохозяйственной опытной станции и в Ижевской ГСХА. Это позволило ему принять участие в напи-

сании следующих книг, которые пользуются популярностью среди специалистов и руководителей сельского хозяйства: «Научные основы системы земледелия Удмуртской АССР», «Ваш сад и огород: советы садоводам-любителям» (издания 1984 и 1993 гг.), «Интенсивные технологии на полях Удмуртии», «Озимая рожь. Рекомендации по технологии выращивания в Удмуртии урожая зерна 30–40 т/га», «Производство зерна яровой пшеницы на продовольственные цели в Среднем Предуралье», «Агрохимические основы применения удобрений и повышения плодородия почв Удмуртской АССР», «Агроэкологические основы воспроизводства плодородия почв» [1], «Почвозащитная ресурсо- и энергосберегающая технология возделывания зерновых культур в Удмуртской Республике» (издания 2000 и 2002 гг.), «Выращивание пшеницы на продовольственные цели в Удмуртии», «Адаптивно-ландшафтная система земледелия Удмуртской Республики», «Влияние адаптивной системы земледелия на продуктивность дерново-сильнопodzolistых почв в условиях Среднего Предуралья» [7]. В 2013 г. была опубликована монография А. С. Башкова «Повышение эффективности удобрений на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья» [4], а в 2014 г. вышла монография «Подвижный алюминий в дерново-подзолистых почвах» [12].



Утренний выезд на опытное поле в учхоз «Июльское», 2009 г.

Многие годы Александр Степанович возглавлял деятельность научно-технического совета агрономического факультета (НТС). На заседания НТС выносились обсуждения программ исследований по новым тематикам, предварительные защиты кандидатских и док-

торских диссертаций и разнообразные инновационные и проблемные вопросы ведения сельскохозяйственного производства. Ни один вопрос не рассматривался без внимательного, досконального изучения его профессором А. С. Башковым.

Я всегда восхищалась отношением Александра Степановича к людям. Как будто он изучал древний кодекс самурая: изначально, пока человек себя ничем плохим не проявил, относиться к нему надо хорошо, приветливо, проявлять к нему искренний интерес, то есть, как сейчас говорят, относиться позитивно. Александр Степанович действительно одинаково приветлив и к коллеге, и к студенту, и к простому сельскому жителю. И люди отзываются на этот искренний интерес, делятся своими мыслями, приходят за советом. Много раз наблюдала, как Александр Степанович беседовал с аспирантами (с любой кафедры), как подробнейшим образом анализировал представленную работу, наверное, зачастую лучше руководителя или официального оппонента. Скольким будущим кандидатам и докторам он помог за годы своей работы! И все это совершенно бескорыстно, от доброты душевной и желания помочь, подсказать, сделать лучше. По-моему, немного найдется людей среди научных работников с таким стратегическим мышлением, как у Александра Степановича. Он всегда «зрит в корень» проблемы, как никто способен вычленить главное, наметить генеральную линию, то есть выстроить стратегию. Этой способностью Александра Степановича пользовались не только его ученики и члены кафедры; за советом (по разным вопросам) обращались сотрудники других кафедр; частыми гостями на кафедре были представители производства: главные агрономы, руководители хозяйств и многие, многие другие.

Александр Степанович зарекомендовал себя и как прекрасный руководитель диссертационных исследований. Под научным руководством профессора А. С. Башкова защитили кандидатские диссертации пять аспирантов и соискателей: Л. А. Ленточкина (соруководство с профессором В. П. Ковриго, 1999 г.) [15], Т. Ю. Бортник (2000 г.) [5], А. Н. Исупов (2007 г.) [10], А. Г. Дзюин (2007 г.) [8], В. А. Капеев (2009 г.) [13]. Александр Степанович создал свою научную школу, в рамках которой была защищена докторская диссертация его ученицей Т. Ю. Бортник (2019 г.) [6], и уже под руководством Татьяны Юрьевны защищены три кандидатские диссертации – Е. В. Лекомцева (2009) [14], А. Ю. Карпова (2013 г.) [11], А. В. Игнатъев (2022 г.) [9].

Александр Степанович неоднократно исполнял обязанности оппонента при защите диссертаций по специальности 06.04.01 – агрохимия. В 2008 г. при ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА был создан дис-

сертационный совет ДМ 220.030.02, который возглавил профессор А. С. Башков. Под его руководством диссертационный совет успешно работал в 2008–2009 гг.; было проведено две защиты на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук и 13 – на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук. За это время многие соискатели и аспиранты агрономического факультета ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА защитили свои диссертации и получили путёвку в дальнейшую научную деятельность. Александр Степанович Башков также активно работал в диссертационном совете ДМ 220.054.02 при Пермской государственной сельскохозяйственной академии имени академика Д. Н. Прянишникова (ныне Пермский ГАТУ).

А. С. Башков награждён медалями: «За доблестный труд в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг.» (1992); «Ветеран труда» – за долголетний добросовестный труд (1988); «50 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1995), «60 лет Победы в Великой Отечественной войне» (2005), «65 лет Победы в Великой Отечественной войне» (2010), «70 лет Победы в Великой Отечественной войне» (2015), «75 лет Победы в Великой Отечественной войне» (2020).

Профессор кафедры агрохимии, почвоведения и химии Александр Степанович Башков встретил своё 90-летие. Несмотря на солидный возраст, он открыт для общения и всегда рад помочь сотрудникам, аспирантам, молодым преподавателям кафедры, да и всего факультета своей консультацией и добрым советом. Еще в юности он решил, что работа агронома – самая главная работа на земле, не изменил избранной специальности и по сей день гордится ею. Он счастлив в своей семейной жизни – у него чудесная жена, верная спутница и настоящий друг – Римма Николаевна. Семейная пара Александра Степановича и Риммы Николаевны – ярчайший пример любви и семейного взаимопонимания. Можно только восхититься их взаимной заботой и любовью, их взаимной поддержкой, их глубокой настоящей дружбой. Ведь в семье должна царить не только любовь, но и дружба, и уважение – только в этом случае брак обретает свой высший смысл – «и в печали, и в радости...». У них прекрасные дети – Сергей и Ольга, которые твёрдо стоят на жизненном пути, и трое замечательных внуков.

Александр Степанович стоял во главе кафедры агрохимии и почвоведения почти 30 лет. Профессор А. С. Башков и сейчас вместе с её коллективом, ведь именно он создал на кафедре атмосферу поддержки и взаимопонимания, уважительного отношения к старшему поколению и всемерного содействия творческой молодёжи,

в том числе и студентам. Невозможно переоценить уровень взаимного доверия, сформированный на кафедре, соблюдение и сохранение сложившихся традиций. Коллектив кафедры агрохимии, почвоведения и химии Удмуртского ГАУ просто не мыслит своей деятельности без своего Учителя – профессора А. С. Башкова, единодушно поддерживает его, гордится им и желает ему в первую очередь здоровья, долгих лет жизни и счастья в семье.

Список литературы

1. Агроэкологические основы воспроизводства плодородия почв: учебное пособие / А. С. Башков, Л. Б. Башмаков, А. И. Безносков [и др.]. – Ижевск: Удмуртия, 1999. – 176 с.
2. Башков, А. С. Калийный режим и эффективность калийных удобрений на дерново-подзолистых почвах Удмуртской АССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Башков Александр Степанович. – Пермь, 1971. – 21 с.
3. Башков, А. С. Агрохимические основы повышения эффективности систем удобрений полевых культур на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Башков Александр Степанович. – Пермь, 2000. – 67 с.
4. Башков, А. С. Повышение эффективности удобрений на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья: монография / А. С. Башков. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2013. – 325 с.
5. Бортник, Т. Ю. Агрохимическая эффективность комплексных фосфорсодержащих удобрений при их систематическом использовании в севообороте на дерново-подзолистых суглинистых почвах Среднего Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Бортник Татьяна Юрьевна. – Пермь, 2000. – 20 с.
6. Бортник, Т. Ю. Агрохимические основы воспроизводства плодородия дерново-подзолистых почв и повышения продуктивности агроценозов в Вятско-Камской земледельческой провинции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Бортник Татьяна Юрьевна. – Москва, 2019. – 42 с.
7. Влияние адаптивной системы земледелия на продуктивность дерново-сильноподзолистых почв в условиях Среднего Предуралья (на примере работы СХПК имени Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики): монография / В. А. Капеев, А. С. Башков, И. Ш. Фатыхов [и др.]. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2010. – 190 с.
8. Дзюин, А. Г. Влияние систем удобрения на плодородие почвы и продуктивность севооборота при длительном их применении: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Дзюин Александр Герценович. – Пермь, 2007. – 20 с.
9. Игнатъев, А. В. Оптимизация питания ячменя при использовании биологических и комплексных минеральных удобрений в Вятско-Камской земледельческой провинции: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Игнатъев Александр Владимирович. – Москва, 2022. – 20 с.

10. Исупов, А. Н. Оценка действия известковых мелиорантов на агрохимические свойства дерново-подзолистых среднесуглинистых почв и урожайность полевых культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Исупов Алексей Николаевич. – Пермь, 2007. – 20 с.

11. Карпова, А. Ю. Влияние систем удобрения на содержание подвижного алюминия в дерново-подзолистых почвах и продуктивность полевых культур в Вятско-Камской провинции: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Карпова Алина Юрьевна. – Тюмень, 2013. – 20 с.

12. Карпова, А. Ю. Подвижный алюминий в дерново-подзолистых почвах. Влияние извести и удобрений на подвижный алюминий в почвах и продуктивность культур в Вятско-Камской провинции: монография / А. Ю. Карпова, А. С. Башков, Т. Ю. Бортник. – Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 141 с.

13. Капеев, В. А. Оценка длительного влияния адаптивной системы земледелия на агрохимические параметры плодородия дерново-сильноподзолистых почв и урожайность сельскохозяйственных культур в Среднем Предуралье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Капеев Владимир Александрович. – Ижевск, 2009. – 20 с.

14. Лекомцева, Е. В. Эффективность использования продукта анаэробной переработки навоза в качестве удобрения овощных культур в условиях Среднего Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Лекомцева Елена Владимировна. – Ижевск, 2009. – 20 с.

15. Ленточкина, Л. А. Эффективность бентонитовой глины в улучшении свойств дерново-подзолистых почв, в повышении урожайности и качества сельскохозяйственных культур : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Ленточкина Людмила Александровна. – Уфа, 1999. – 20 с.

И. С. Прохоров¹, Л. Н. Пирумова²

¹АНО «Редакция «Химия в сельском хозяйстве»

²Центральная научная сельскохозяйственная библиотека

¹E-mail: agrochem_herald@mail.ru

ИЗ ИСТОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ АГРОХИМИКОВ И ПОЧВОВЕДОВ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В ЖУРНАЛЕ «АГРОХИМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК»

Представлена краткая информация об истории журнала «Агрохимический вестник» («Удобрение и Урожай», «Химизация социалистического земледелия», «Химия в сельском хозяйстве», «Химизация сельского хозяйства») с 1929 г. по настоящее время. В связи с проведением Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв», посвященной 90-летию заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника высшей школы Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры агрохимии, почвоведения и химии Башкова Александра Степановича, рассмотрены найденные публикации специалистов в области агрохимии и почвоведения Удмуртской Республики, посвященные различным аспектам почвенно-агрохимических и агроэкологических исследований.

Журнал «Агрохимический вестник» является правопреемником журнала «Удобрение и урожай», что подтверждено письмом НПО «Всесоюзная книжная палата» от 02.12.1992 № 0212, которое дает право редакции указывать на титульном листе издания формулировку «Основан в июне 1929 г.» [1].

Одним из инициаторов выхода в свет журнала, основанного Комитетом по химизации народного хозяйства СССР при СНК СССР и Научным Институтом по Удобрениям НТУ ВСНХ СССР, стал академик Д. Н. Прянишников. В первый редакционный совет входили: Э. В. Брицке – редактор, Л. Л. Балашев – зам. редактора, М. М. Вольф, С. И. Вольфович, Н. В. Гаврилов, А. А. Горяинов, П. И. Дубов, А. В. Казаков, Э. И. Квиринг, В. П. Кочетков, А. Н. Лебедев, А. П. Левицкий, Д. Н. Прянишников, А. Н. Розанов, Г. Д. Угрюмов, А. И. Юлин. Первыми авторами вместе с членами редсовета были: В. И. Влодавец, Б. А. Скопинцев, Н. П. Ремезов, И. И. Траут, Ф. Т. Перитулин, Т. А. Рунов, В. М. Васильков, А. А. Чучупал, С. П. Лебедев, Н. В. Овчининский [1–13]. Тираж журнала первоначально составлял 2000 экз.

Будучи единственным органом, специально посвященным проблемам химизации земледелия, журнал «Удобрение и Урожай»

из-за малого объема не мог достаточно полно освещать вопросы защиты растений, поэтому с мая 1932 г. отдел журнала «Химические средства борьбы с вредителями и болезнями растений» стал выпускать самостоятельное издание «На защиту социалистического урожая». Сегодня – это журнал «Защита и карантин растений», а журнал «Удобрение и урожай» в 1932 г. был переименован в «Химизацию социалистического земледелия» и стал органом Наркомзема СССР и Всесоюзного НИИ удобрений, агротехники и агропочвоведения им. К. К. Гедройца (ВИУАА) [1, 5, 6, 9–11]. В это время в состав редколлегии входили: К. К. Гедройц, О. К. Кедров-Зихман (отв. редактор), А. Н. Лебедев, Е. Е. Магарам, Я. П. Никулихин, С. С. Сигаркин, С. И. Теумин, А. Федяев, Н. В. Феоктистов. Авторами в это время помимо членов редколлегии были: М. М. Вольф, Л. Н. Барсуков, Е. В. Бобко, Д. А. Сабинин, В. С. Буткевич, М. А. Егоров, С. П. Молчанов, А. А. Ширшов.

Журнал также публиковал официальные документы: «Об организации Всесоюзного института удобрений», «Об объединении Института удобрений и агропочвоведения», а также хронику и статьи – персоналии. Содержание журнала было продублировано на английском и немецком языках, тираж журнала составлял 1875 экз., достигнув в 1938 г. 9660 экз.

В 1941 г. последним, вышедшим номером журнала стал № 6 с тиражом 8770 экз., так как началась Великая Отечественная война. Среди его авторов были: В. В. Церлинг, В. В. Бернад, Е. Н. Мишустин, М. Г. Голик, О. М. Джумаев, Е. Ф. Березова, Л. В. Судакова, А. В. Соколов, Н. Н. Соколов, В. Н. Перегудов, Р. В. Витоль, П. И. Садовский, М. Бабаков.

В 1956 г. журнал был восстановлен под названием «Удобрение и урожай» как ежемесячный научно-производственный журнал Минсельхоза СССР и Министерства совхозов СССР. Членами редколлегии журнала были: В. Е. Егоров (гл. ред.), П. А. Баранов, А. Ф. Кабанов, Н. П. Карпинский, О. К. Кедров-Зихман, В. М. Клечковский, И. П. Мамченков, Я. В. Пейве, И. И. Самойлов, П. Г. Найдин, Н. Д. Смирнов, Ф. В. Турчин. Начальный тираж 14 000 экз., который достиг 19 600 экз. в 1957 г.

В 1960 г. журнал «Удобрение и урожай» и серии массовой библиотеки обмена опытом в сельском хозяйстве («Зерновые и кормовые культуры», «Технические и масличные культуры») объединяют в качестве рубрики в ежемесячный журнал «Земледелие», в круг рассматриваемых вопросов которого вошло возделывание сельскохозяйственных культур, разработка севооборотов, а также теория и практика применения удобрений.

В 1963 г. Государственный комитет химической и нефтяной промышленности при Госплане СССР и Министерство сельского хозяйства СССР восстановили журнал под названием «Химия в сельском хозяйстве», который выходил в свет в Госхимиздате. Состав редколлегии: В. Н. Антонов (гл. ред.), Д. А. Катренко (зам. гл. ред.), С. В. Беньковский, К. А. Гар, И. И. Гунар, М. В. Каталымов, Л. И. Королев, В. В. Краснушкин (зам. гл. ред.), Н. Н. Мельников (зам. гл. ред.), К. В. Новожилов, Б. Г. Овчаренко, П. В. Попов, А. В. Соколов, В. Г. Стативкин, Ф. В. Турчин, Г. А. Черемисин (зам. гл. ред.), А. Ф. Шаров, Н. А. Шманенков, О. В. Яковлева. Тираж первого номера журнала составлял 1200 экз., а в 1964 г. он достиг пика за все время издания – 63 000 экз.

В 1964 г. добавились рубрики «Новые препараты», «Обмен опытом», «В помощь лектору», «Библиография», а в 1965 г. – «Экономика», «Консультации» (вместо «В помощь лектору», которая в 1979 г. стала «Наши справки»). В 1967 г. в № 4 появляется первая найденная в архивах публикация Александра Ивановича Безносова, ученика Игоря Павловича Дерюгина, посвященная вопросам фосфора в почве [12]. Представлено использование методов Кирсанова и Мачигина для определения содержания подвижного фосфора в дерново-карбонатных сильновыщелоченных тяжелосуглинистых почвах Удмуртии. Опыты показали, что увеличение в почве подвижного фосфора, вызванное внесением суперфосфата, фиксируется вполне отчетливо обоими методами. Произвели сравнение методов Кирсанова и Мачигина при определении подвижных фосфатов, когда в почву вносят разные формы фосфорных удобрений. Сделан вывод, что содержание подвижных фосфатов в дерново-карбонатных почвах следует определять по методу Мачигина. Фосфорные удобрения на этих почвах, содержащих 0,74–1,55 мг P_2O_5 на 100 г почвы, по Мачигину, обеспечивают высокие прибавки урожая яровой пшеницы.

В 1972 г. уже сам Игорь Павлович в соавторстве с Л. Ф. Одицовой публикует статью о влиянии известкования на эффективность фосфорных удобрений различной степени растворимости [13]. Авторы изучали эффективность фосфоритной муки и порошкового суперфосфата на фоне извести, внесенной по $\frac{1}{2}$ гидролитической кислотности почвы, и на фоне без извести. Установили, что на кислой дерново-подзолистой почве с высокой степенью насыщенности основаниями известкование по $\frac{1}{2}$ гидролитической кислотности резко снижало эффективность фосфоритной муки. Эффективность суперфосфата, наоборот, была несколько выше на фоне извести. Известь способствовала увеличению выноса фосфора урожаем в контроле и в вариантах с применением суперфосфата. В ва-

риантах с применением фосфоритной муки вынос фосфора под влиянием извести резко сокращался, за исключением первого года использования удобрения. Известкование не влияло на содержание кислоторастворимого фосфора в почве в вариантах с внесением суперфосфата и фосфоритной муки, но резко уменьшило степень подвижности P_2O_5 в вариантах с фосфоритной мукой.

В 1973 г. новая публикация А. И. Безносова была посвящена изучению эффективности суперфосфата при выращивании озимой ржи в почвенно-климатических условиях Удмуртии [14]. Установлено, что урожай озимой пшеницы по фону $N_{60}K_{60}$ возрастал с увеличением количества подвижного фосфора в почве по затухающей кривой. Эффективность суперфосфата находилась в тесной зависимости от содержания в почве подвижного фосфора; она опускалась до нуля при содержании P_2O_5 на уровне 15–16 на 100 г почвы. Максимальная абсолютная прибавка урожая озимой пшеницы от суперфосфата наблюдалась при содержании P_2O_5 в почве до 6 мг/100 г.

Журнал откликается на ситуацию в стране, идет в ногу с современными условиями, открывая новые рубрики, которые могут быть интересны и полезны читателю: так, в 1974 г. открылась рубрика «Охрана окружающей среды», а в 1975 г. – «Стандарты и качество». С 1976 г. рубрика «Минеральные удобрения» стала называться «Удобрения и мелиоранты», вместо рубрики «Хроника» появилась рубрика «Информация», а вместо «Библиографии» – «Рецензии». В рубрике «Библиография» публиковались рецензии на книги, списки новых книг и статей по вопросам химизации сельского хозяйства, опубликованных в других изданиях.

В своей новой публикации в соавторстве с А. А. Горчевым и Ю. Н. Семеновым «Эффективность магниевого удобрения на дерново-подзолистых почвах в Удмуртской АССР» [15] Александр Иванович Безносов изучал динамику подвижного магния в почвах Удмуртии. Установили, что 37,4 % пахотных почв характеризуются низким содержанием магния, почвы под лугами и пастбищами богаче магнием. Внесение сернокислого магния способствовало существенному росту урожая картофеля. Наиболее эффективна повышенная доза магния (50 кг/га): прибавка урожая клубней к фону $N_{80}P_{80}K_{80}$ составила 51 ц/га или 30 %. Известкование не влияло на продуктивность картофеля, эффективность магния на фоне извести не усилилась. Систематическое применение магниевых удобрений на легких почвах Удмуртии нужно для увеличения урожаев сельскохозяйственных культур и сохранения и повышения плодородия почв.

В 1984 г. появилась новая рубрика «На проектно-изыскательных станциях и в лабораториях». В 1985 г. журнал стал теоретическим

и научно-производственным, формат журнала поменялся, стал А16. Поменялся и профиль журнала, главным редактором стал к.с.-х.н. Н. С. Беспятых. Его основными направлениями становятся: Служба химизации. Химические средства и местные удобрения в действии. Производственные технологии. Материально-техническая база. Научное и проектно-технологическое обеспечение работ. Экономика и организация труда. С заботой о природе. Охрана труда и техника безопасности. Методы исследований и контроля качества работ. Человек и его дело. В химической промышленности. Информация (о совещаниях, семинарах, выставках; зарубежный опыт; рецензии, короткие сообщения по узким вопросам; о новых книгах; предметный указатель статей за год).

Уже работавший в то время в Москве в Тимирязевской сельскохозяйственной академии И. П. Дерюгин публикует «Рецензию на Справочник по органическим удобрениям» (авт. В. А. Васильев, Н. В. Филиппова) [16]. В ней подчеркивается, что подобный справочник выпускается в нашей стране отдельным изданием впервые. В справочнике представлено подробное описание различных видов органических удобрений, их свойств, химического состава и условий эффективного применения. Освещены изменения в технологии приготовления и хранения бесподстилочного навоза, получаемого на животноводческих комплексах. Показано влияние различных технологий уборки и обработки навоза на изменение химического состава получаемых органических удобрений. В справочнике описаны рациональные технологические схемы и средства механизации, обеспечивающие эффективное использование бесподстилочного навоза. К достоинству справочника отнесена представленная в нем систематизированная сводка данных об экономической эффективности органических удобрений.

В том же 1985 г. Г. П. Дзюин, М. А. Исаев и П. М. Елатов публикуют результаты изучения действия НРК на содержание подвижных форм цинка, марганца, меди и фтора в пахотном слое и зерне ржи сорта Чулпан [17]. Установлено, что на хорошо окультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве двойной суперфосфат и хлористый калий, особенно в повышенных нормах, вызывают снижение содержания подвижного цинка в почве и количество этого микроэлемента в зерне озимой ржи. Первое может привести к цинковому голоданию растений и, как следствие, к уменьшению продуктивности ржи.

С 1986 г. на всех обложках журнала черно-белые фото или картинки. Учредитель до 1986 г. – Министерство сельского хозяйства и Министерство по производству минеральных удобрений, Ми-

нистерство химической промышленности, с 1986 г. – Госагропром СССР, Министерство по производству минеральных удобрений и Министерство химической промышленности. Публикуются материалы по совершенствованию агротехнического обеспечения урожая, агротехнические аспекты плодородия почв и их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур.

Осенью 1987 г. журнал «Химия в сельском хозяйстве» был передан ВО «Агропромиздат» и № 1 – 1988 г. получил название «Химизация сельского хозяйства», так как в издательстве был журнал «Защита растений», который, по мнению дирекции, тоже был о химии в сельском хозяйстве. Журнал полностью сменил свой облик и формат (его можно было положить в широкий карман), но не потерял своей важности. В состав редколлегии входили: Г. И. Алергант, И. Г. Важенин, Н. В. Войтович, А. И. Волков (зам. гл. ред.), Ю. А. Вяткин, Н. С. Беспятых (глав. ред.), В. С. Груздев, В. М. Габидуллин, Л. М. Державин, В. Ф. Кармышов, Ю. И. Касицкий, Д. А. Кореньков, А. И. Кушков, И. А. Мельник, А. И. Мигач, Э. Ф. Нейгебаур, П. Д. Попов, А. В. Постников, В. И. Сахненко, В. А. Светов, В. Г. Уточкин, В. В. Шувалов. Позднее членами редколлегии стали: И. М. Богдевич, В. Ф. Ладонин, А. И. Мячин, В. И. Панасин, И. Н. Чумаченко. Тираж составлял 11 000–13 000 экз.

В своей новой публикации «Эффективность известкования почв» совместно с Л. Б. Башмаковым в 1988 г. [18] А. И. Безносков определял нормы внесения извести по полной гидролитической кислотности для основных почв Удмуртии. С учетом механического состава рассчитали функциональные зависимости гидролитической кислотности от рН, между которыми выявили существенную корреляционную связь. Это позволило установить нормы внесения извести по гидролитической кислотности без ее аналитического определения в каждом случае. Нормы извести для дерново-подзолистых и светло-серых лесных почв оказались достаточно близкими. Обменная кислотность на известкованных площадях соответствует проектируемым нормам и достигает 5,7–5,8. Более высокое значение рН приводит к снижению доступности микроэлементов и к неоправданному росту вымывания углекислого кальция при отсутствии соответствующего роста урожайности.

В 1992 г. журнал возглавил к.с.-х.н. В. А. Макаренко, и в номерах 2 и 4 редакция опубликовала анкету, в которой представила читателям несколько вариантов названий: «Химизация сельского хозяйства», «Химия в сельском хозяйстве», «Удобрение и урожай», «Плодородие и урожай», «Плодородная нива». В результате анкетирования большинство читателей (более 50 %) остановилось на на-

звании «Химия в сельском хозяйстве», так как оно более полно отвечает содержанию и тематике журнала. Такое же решение принял учредитель – Совет объединения «Россельхозхимия», и под таким названием журнал начал выходить с января 1993 г. В составе редколлегии появились: А. М. Артюшин, В. Я. Евсюков, С. Ф. Маслов, И. И. Прохорова, Ю. Ф. Федоров. С этого времени учредителем журнала становится Министерство сельского хозяйства РФ. На страницах журнала значительное место стало уделяться работе специалистов центров и станций Государственной агрохимической службы, которая в 2019 г. отметила свой 55-летний юбилей. В 1994 г. главным редактором журнала становится И. И. Прохорова, работавшая в редакции с 1986 г. и ныне возглавляющая АНО «Редакция «Химия в сельском хозяйстве». Тираж журнала в этот период – 3 000 экз.

С переходом на рыночные отношения резко сократились объемы применения средств химизации из-за непомерного скачка цен на минеральные удобрения, в журнале появилась рубрика «Нетрадиционные удобрения и новые виды органических удобрений». Накопленный в редакции огромный материал по решению экологических проблем в сельском хозяйстве привел к изданию в 1998 г. № 3 под названием «Агроэкология: проблемы и решения», затем выходящим неоднократно. Все больше внимания уделяется сохранению окружающей среды: № 3 за 2002 г., № 1 за 2003 г., а также № 3 за 2005 г. посвящены проблемам агроэкологии.

Так, например, в своей новой работе «Эколого-токсикологическая оценка почв и растений в хозяйствах Удмуртии» [19] А. И. Безносков и Л. Б. Башмаков представили проведенную эколого-токсикологическую оценку 12 районов республики по валовому содержанию тяжелых металлов (ТМ), выявили отсутствие химического загрязнения. На 3,7 % площадей выявлено никелевое загрязнение, которое имеет природное происхождение за счет выхода на поверхность геологических пород, богатых никелем. В почвах Удмуртии средневзвешенные значения концентраций ТМ ниже фоновых по стране и значительно ниже ПДК, за исключением Cd, содержание которого хотя и ниже ОДК, но в 3–4 раза выше фона. Выявлен очень низкий уровень содержания биогенных элементов (Cu, Zn, Co) в растениеводческой продукции, отмечено частичное загрязнение примесными, токсичными элементами: зерна и соломы до 2 МДУ никелем и хромом; сена, силоса и сенажа до 2 МДУ кадмием и до 6 МДУ хромом.

Следует отметить, что журнал постоянно ищет новые решения для привлечения читателей, расширения аудитории. В журнале постоянно дается информация о состоявшихся совещаниях, конферен-

циях, выставках (на 3-й странице обложки), отдельных НИУ (на 2-й странице обложки) с нарезкой цветных фото. С 2001 г. журнал проводил конкурс «Агрохимик года» по работам, опубликованным в журнале «Агрохимический вестник за... год» с различными номинациями; результаты с именами победителей, конечно, публикуются в журнале, привлекая внимание читателей к особо интересным или дискуссионным работам. После распада Советского Союза публикация многих исследований в бывших республиках началась в ряде региональных изданий, однако благодаря сотрудничеству редакции с рядом вузов и НИИ позволяет и сейчас привлекать авторов из ближнего зарубежья. Значительное внимание уделяется редакцией истории развития науки и ее выдающимся деятелям и исследователям.

С 2005 г. журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) на сайте российской научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru). **В настоящее время этот агрегатор выступает главным «мерилом»** публикационной активности ученых и преподавателей.

Сотрудники Ижевской ГСХА Н. М. Итешина, Н. В. Духтанова и Е. Е. Шабанова проводили экспедиционные исследования в северной подзоне зоны смешанных лесов с преобладанием хвойных с примесью липы и клена. Об этой работе они опубликовали в 2007 г. статью под названием «Физико-химические свойства дерново-подзолистых лесных почв Удмуртской Республики» [20]. Авторы установили, что профиль дерново-подзолистых почв отчетливо дифференцируется на элювиальный и иллювиальный горизонты, содержание ила зависит от глубины залегания суглинка. Почвы имеют кислую реакцию среды, которая в сосновых насаждениях менее выражена, чем в ельниках. Также установлена тесная зависимость признаков и свойств почв от гранулометрического состава верхних горизонтов и подстилающих пески отложений. Связь между содержанием в почве гумуса и гранулометрическим составом прямолинейная. Значительная отрицательная связь выявлена между содержанием гумуса в почве и глубиной залегания суглинка. Величина ЕКО почв зависит от гранулометрического состава и содержания гумуса. Высокими показателями ЕКО характеризуются горизонты легкосуглинистых почв. Количество гумуса, емкость катионного обмена увеличиваются с уменьшением глубины залегания более тяжелых по гранулометрическому составу пород и нарастанием содержания физической глины. Лучшими лесорастительными свойствами обладают дерново-подзолистые легкосуглинистые и дерново-подзолистые супесчаные почвы, сформировавшиеся на многослойных отложениях, с залеганием в них суглинка в ин-

тервале 0,5–1,0 м. С увеличением глубины залегания суглинка лесорастительные свойства почв ухудшаются.

В 2010 г. журнал стал лауреатом Национальной премии им. П. А. Столыпина «Аграрная Элита России» в номинации «Пропаганда новых технологий и научных достижений в повышении плодородия и возрождении земель сельскохозяйственного назначения». Не забывают в журнале и о будущих поколениях агрохимиков, почвоведов и агроэкологов, для которых существует рубрика «Работы молодых ученых».

В 2010 г. вновь публикация А. И. Безносова [21], в которой обоснована интеграционная оценка эффективного плодородия почв по возможной величине урожая зерновых культур в зависимости от содержания фосфора, калия, гумуса, кислотности почв и гранулометрического состава. Предложенная методика позволяет оценить эффективность плодородия пахотных земель в единицах урожая зерновых культур, а также определить общую дозу внесения питательных веществ с расчетом ожидаемой рентабельности.

С 2012 г. главным редактором журнала стал к.с.-х.н. И. С. Прохоров, который сотрудничал с редакцией со студенческой поры, а в настоящее время готовит материал для докторской диссертации.

Активные агрохимические исследования проводил ученик Александра Степановича Башкова Александр Герценович Дзюин, что нашло отражение в ряде его публикаций в нашем журнале. Первой стала статья, написанная в 2015 г. совместно с его отцом Герценом Петровичем, «Влияние длительного применения систем удобрений на баланс питательных веществ в почве» [22]. Авторы изучали влияние систем удобрений на агрохимические свойства дерново-подзолистой суглинистой почвы и продуктивность севооборота. Рассчитан баланс азота, фосфора и калия. Установлено, что длительное использование органоминеральной и известково-органоминеральной систем удобрений обеспечивает повышение содержания подвижного фосфора (395–418 мг/кг), обменного калия (165–75 мг/кг) и гумуса (2,78–2,87 т/га), замедляет процесс подкисления почвы (до 6,8), в результате чего повышается продуктивность севооборота. Использование качественного навоза в системах удобрений привело к излишне высокой интенсивности баланса азота. По фосфору оптимальный уровень интенсивности баланса достигнут при внесении минеральных удобрений в дозах 10–40 кг д.в./га (178–229 %), по калию – 20–60 кг д.в./га (192–127 %).

С 2015 г. журнал включен в базу данных российских научных журналов Russian Science Citation Index на платформе Web of Science. Также подтверждено включение журнала с 1963 г. в международ-

ную базу данных химических научных журналов Chemical Abstracts (CAS (pt)), осуществлена регистрация в международной исследовательской базе данных Research Bible. С 2018 г. статьям, публикуемым в журнале, присваивается Digital Object Identifier (DOI) на базе Российской государственной библиотеки (www.cyberleninka.ru).

Начиная с 2017 г., активным автором журнала стал Андрей Викторович Леднев, который занимается вопросами ликвидации техногенного загрязнения почв. В его совместной публикации с И. А. Скворцовой «Влияние нефтяного загрязнения и мелиоративных добавок на агрохимические свойства аллювиальных торфяных почв» [23] представлены результаты влияния широкого диапазона доз нефтяного загрязнения (от 5 до 300 г/кг абс. сух. почвы), совместного внесения известняковой муки и сложных минеральных удобрений на агрохимические показатели аллювиальных торфяных почв. Установлено, что наиболее распространенный на практике гостированный способ определения содержания нефтепродуктов с помощью н-гексана позволяет определить в загрязненном торфе в среднем только 15–25 % этих соединений. Средние и повышенные дозы нефтяного загрязнения статистически достоверно снизили показатель зольности торфа, уменьшили в нем сумму обменных оснований и содержание подвижных форм элементов минерального питания. При максимальной дозе загрязнения (300 г/кг) снижение зольности составило 26–100 %. Эти показатели предложено использовать для оценки степени загрязнения торфяных почв нефтепродуктами. Использование известняковой муки и минеральных удобрений, несмотря на резкое улучшение химических и физико-химических свойств торфяных почв, не привело к значительному увеличению в них скорости разложения нефти, что требует более детального изучения доз внесения и проведения мероприятий, повышающих их биологическую активность.

В 2018 г. на страницах «Агрохимического вестника» появились первые публикации с участием ныне заведующей кафедрой почвоведения, агрохимии и химии Татьяны Юрьевны Бортник. В специальном выпуске журнала, посвященном испытаниям гуминовых препаратов компании Life Force, была опубликована статья «Изучение использования гуминовых продуктов на агродерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики» [24]. В ней авторы (Горбушина А. Б., Семкина Н. А., Бортник Т. Ю., Коробейникова О. В. и Лекомцева Е. В.) представили результаты своих исследований и сделали вывод, что использование ННА в дозе 3,5 кг/100 м² способствует увеличению устойчивости растений ячменя к корневой гнили и листовостебельным заболеваниям, а также к поражению вредителями. Выявлено положительное

действие гуминового продукта в обеих дозах на накопление биомассы. При использовании продукта в дозе 5 кг/100 м² получена достоверная прибавка урожайности зерна. При использовании под картофель наиболее ярко проявлялось на фоне без удобрений: увеличение как общей, так и товарной урожайности клубней составило 34,8 и 51,7 %. В то же время на фоне НРК не выявлено существенное влияние продукта ННА. На агродерново-подзолистой почве с очень низким содержанием гумуса применение ННА даже в течение одного вегетативного периода способствовало существенному увеличению содержания органического углерода и гумуса.

В следующей работе, опубликованной в 2018 г. [25], где в авторский коллектив входил Александр Степанович Башков, была определена эффективность использования золы льняной костры, птичьего помета и отходов древесины в качестве удобрения сельскохозяйственных культур. Выявлено существенное положительное влияние золы на урожайность картофеля; в среднем за 3 года оказалась эффективной доза Р₃₀₋₆₀; получены существенные прибавки урожайности 3,6–3,9 т/га относительно контроля. Действие золы не уступает эффективности смеси минеральных удобрений. Лен-долгунец показал высокую отзывчивость на внесение золы, особенно на фоне внекорневой подкормки карбамидом в дозе N₄₀; достоверная прибавка урожайности соломы составили 1,09–1,45 т/га. Выявлено существенное последствие золы на урожайность клевера лугового 1 и 2 года пользования. Эффективность золы органосодержащих отходов с учетом ее последствия выразилась в достоверном увеличении продуктивности культур севооборота в среднем за год на 0,28–0,44 т зерн. ед./га.

Также в 2018 г. продолжил свою публикационную активность А. Г. Дзюин. В статье «Динамика кислотности дерново-подзолистой суглинистой почвы в севообороте с удобрениями разных форм» [26] автор привел результаты исследований влияния систем удобрений (минеральной, органоминеральной, известково-минеральной, известково-органоминеральной) на изменение физико-химических свойств дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы. Установлено, что известкование в дозе по 1 Н₂ оказывает сравнительно кратковременное влияние, всего лишь в течение 1 ротации восьмипольного севооборота. Повторное известкование в дозе по 2 Н₂ полностью нейтрализует кислотность почвы и обеспечивает длительное (в течение 32 и более лет) ее пребывание в пятой (нейтральной) группе кислотности. Использование навоза под каждую ротацию севооборота в известково-органоминеральной системе удобрений привело к тенденции снижения темпов подкисления почвы.

Продолжению исследований по нефтяному загрязнению почв была посвящена статья в 2019 г. А. В. Леднева в соавторстве с А. В. Ложкиным [27]. В ней были представлены результаты влияния широкого диапазона доз нефтяного загрязнения (от 1 до 60 г/кг абс. сух. почвы) на токсикологические и агрохимические показатели дерново-подзолистых почв. Показано, что наиболее распространенный на практике гостированный метод определения содержания нефтепродуктов с помощью ИК-спектрофотометрии позволяет определить в загрязненной почве от 63 до 94 % этих соединений. Предложено в качестве норматива допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации для дерново-подзолистых суглинистых почв в условиях Удмуртии рекомендовать содержание нефтепродуктов 4,3 г/кг. Установлено негативное влияние нефтяного загрязнения на сумму обменных оснований в почве и содержание в ней элементов минерального питания. Параметры изменений этих агрохимических показателей находились в прямой зависимости от уровня загрязнения, что позволяет использовать их в качестве косвенных показателей для оценки степени загрязнения дерново-подзолистых почв нефтепродуктами.

Новые результаты в 2019 г. вновь представил А. Г. Дзюин в статье «Изменение запасов минерального азота в дерново-подзолистой суглинистой почве» [28]. Автор изучал накопление минерального азота в пахотном слое почвы без внесения и с внесением минеральных, в т.ч. азотных, удобрений в зависимости от их дозы, а также от использования навоза и извести. Выявлены условия использования растениями из почвы «экстра-азота». Установили, что «экстра-азот» служит резервным фондом питания растений азотом как в благоприятных гидротермических условиях вегетации растений, хорошо обеспеченных питательными веществами почвах, так и на бедных по плодородию почвах. Регулирующим фактором баланса азотного питания в почве является «труднодоступный» для растений, закрепленный почвой обменно-поглощенный аммоний. За счет него в ряде случаев наблюдалось сверхлимитное потребление азота. В результате этого существенно повышалась продуктивность севооборота. На фоне без навоза запасы азота в среднем возросли до 37,6 % на фоне навоза до 45,6 %. За ротацию при внесении $N_{47}P_{31}K_3$ и навоза 40 т/га минерального азота накапливалось в количестве 140–158 кг/га, что является достаточным для получения 3,0–3,4 т. зерн.ед./га.

Позднее авторский коллектив под руководством А. В. Леднева представил уже исследования, связанные с загрязнением почв никелем [29]. В частности, авторы анализировали результаты многолетнего опыта по ремедиации агродерново-подзолистой суглини-

стой почвы, загрязненной никелем. В качестве мелиоративных добавок изучали различные дозы мелиорантов и удобрений: известковая и фосфоритная мука, суперфосфат, сульфид натрия, торф и цеолит. Эффективность добавок изучали по совокупности факторов: их влияние на подвижность никеля в почве; продолжительность действия; положительное влияние на агрохимические показатели почвы; повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур; стоимость проведения мелиоративных работ. Установили, что все изучаемые добавки оказали положительное влияние на агрохимические показатели загрязненной почвы и снизили в ней содержание подвижных форм никеля. Характер и параметры этого явления определялись их химическим составом, дозой внесения и периодом, прошедшим после внесения.

Уже в 2020 г., несмотря на поразившую мир пандемию, В. И. Макаров и А. Н. Исупов представили статью «Связь форм аммония с агрохимическими свойствами почв в Нижневятском природно-сельскохозяйственном округе» [30]. Авторами в Воткинском районе Удмуртии была определена пространственная вариация обменной и термосолеэкстрагируемой (ТСЭ) форм NH_4^+ в почвах. Установлена связь этих показателей с агрохимическими свойствами почв, урожайностью кукурузы и ячменя. Массовая доля обменного аммония в изученных почвах варьирует от 15,6 до 46,0 мг N/кг при степени насыщенности ППК аммонием 0,52–2,71 % NH_4^+ от ЕКО. Количество ТСЭ NH_4^+ в почвах превысило его обменные формы на 37 % в среднем по 48 наблюдениям. Содержание обменного NH_4^+ имеет достоверную корреляционную связь «средне» тесноты только с $\text{pH}_{\text{КСЛ}}$ и Нг. Зависимость между степенью насыщенности ППК обменной и ТСЭ формами аммония и всеми изученными физико-химическими показателями (кроме Нг) обратно «высокая». Связь количества обменного и ТСЭ аммония в почвах с их нитрификационной способностью, содержанием нитратов, подвижными формами фосфора и калия преимущественно слабая. Урожайность кукурузы и ячменя имеет обратную связь с количеством в почвах обоих форм аммония.

Последние актуальные (2021 г.) данные были представлены в работе А. В. Игнатьева [31]. В ней автор изучал эффективность биологических удобрений Азотовит и Фосфатовит на дерново-подзолистых почвах Завьяловского района Удмуртии. Установили, что предпосевная обработка семян ячменя биологическими удобрениями Азотовит и Фосфатовит способствует повышению всхожести, улучшению биометрических показателей растений и получению существенных прибавок урожайности зерна в пределах 10,5–37,0 %. В неблагоприятные по агрометеорологическим условиям года в усло-

виях относительно низких температур первой половины вегетации эффективность биологических удобрений Азотовит и Фосфотовит возрастает; предпосевная обработка семян этими удобрениями снижает стресс от протравливания семян Виал ТТ.

На сегодняшний день одной из последних публикаций ученых Ижевской ГСХА в журнале «Агрохимический вестник» остается публикация творческого тандема А. В. Леднева и А. В. Ложкина, посвященная проблемам городских почв [32]. В ней представлены результаты почвенно-экологического обследования города Ижевска. Установлено, что почвенный покров города представлен урбиквазиземами (50–60 % территории), стратифицированными типами зональных почв и реградированными абраземами (20–30 %) и зональными типами почв разной степени нарушенности (20–30 %). Техногенное воздействие сформировало в городских почвах специфические признаки, отличающие их от зональных дерново-подзолистых почв: повышенное содержание органического вещества в верхнем слое (2,9–4,0 %) и показатели емкости катионного обмена (12,4–128,9 ммоль/100 г), обусловленные внесением торфа в процессе озеленения территории; приобретение нейтральной или слабощелочной реакции и очень высокого содержания обменного калия в результате повсеместного применения в зимнее время противогололедных средств; обязательное присутствие включений городского мусора в количестве не менее 3–15 %. Содержание тяжелых металлов в почвах определялось их местоположением и характером использования. Суммарный показатель загрязнения почв равнялся 23,4 с колебанием от 6,2 до 33,1. На долю почв с допустимым уровнем загрязнений приходилось 76 % образцов, с умеренно опасным – 21 % и с опасным – 3 %.

До конца 2022 г. планируется выход еще одной статьи А. В. Леднева в рубрике «Вопросы экологии», посвященной длительным исследованиям по ремедиации почв, загрязненных хромом.

Благодаря обновлению Перечня ВАК РФ в журнале «Агрохимический вестник» в настоящее время публикуются материалы по многим специальностям и отраслям науки: микробиология (сельскохозяйственные науки); экология (биологические и химические науки); почвоведение (биологические, сельскохозяйственные и химические науки); общее земледелие растениеводства (биологические и сельскохозяйственные науки); агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (биологические, сельскохозяйственные и химические науки). Одним из направлений публикаций благодаря этому стали исследования по оценке земель, в том числе на особо охраняемых природных территориях (заповедниках и национальных парках).

Редакции журнала остается надеяться, что активное сотрудничество с учеными уже Удмуртского государственного аграрного университета будет так же динамично взаимовыгодно развиваться, и пожелать коллективу преподавателей, ученых, в том числе молодых аспирантов и докторантов, успехов и крепкого здоровья!

Список литературы

1. Прохорова, И. И. Из истории журнала / И. И. Прохорова // Химия в сельском хозяйстве. – 1993 – № 1-2. – С. 4–5.
2. Пирумова, Л. Н. Система информирования по вопросам экологически безопасных технологий в АПК / Л. Н. Пирумова, Л. А. Садовская // Агрохимический вестник. – 2017. – № 3. – С. 60–64.
3. Пирумова, Л. Н. Тезаурус как система отражения состояния предметной отрасли «Регуляторы роста» / Л. Н. Пирумова, И. А. Милевская // Агрохимический вестник. – 2018. – № 6. – С. 61–64.
4. Пирумова, Л. Н. Листая страницы издания: к юбилею журнала «Агрохимический вестник» / Л. Н. Пирумова // Агрохимический вестник. – 2019. – № 3. – С. 8–14.
5. Прохоров, И. С. От истории публикаций по агрохимии до юбилея научного журнала / И. С. Прохоров // Агрохимический вестник. – 2019. – № 3. – С. 3–7.
6. Осипов, А. И. История и практические аспекты известкования кислых почв в России / А. И. Осипов // Агрохимический вестник. – 2019. – № 3. – С. 28–36.
7. Ткачева, Е. В. «Агрохимический вестник» в базе данных Web of Science / Е. В. Ткачева, А. А. Ивановский // Агрохимический вестник. – 2019. – № 4. – С. 74–77.
8. Прохоров, И. С. История научных публикаций по агрохимии / И. С. Прохоров / Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии в природных и антропогенных ландшафтах. I Никитинские чтения: материалы Междунар. научной конф. (19–22 ноября 2019 г.). – Пермь: ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ им. академика Д. Н. Прянишникова, 2019. – С. 459–465.
9. Осипов, А. И. История научных исследований в агрохимии и перспективы применения удобрений в России / А. И. Осипов, В. П. Якушев, В. В. Якушев // Агрохимический вестник. – 2020. – № 2. – С. 73–80.
10. Прохоров, И. С. Первый номер журнала «Химия в сельском хозяйстве» / И. С. Прохоров // Агрохимический вестник. – 2021. – № 1. – С. 81.
11. Прохоров, И. С. 65 лет возобновления выпуска журнала «Удобрение и урожай» / И. С. Прохоров // Агрохимический вестник. – 2021. – № 1. – С. 82.
12. Безносков, А. И. Определение подвижного фосфора в дерново-карбонатных почвах методами Мачигина и Кирсанова / А. И. Безносков // Химия в сельском хозяйстве. – 1967. – № 4. – С. 51–53.
13. Дерюгин, И. П. Влияние известкования на эффективность фосфорных удобрений различной степени растворимости / И. П. Дерюгин, Л. Ф. Одинцова // Химия в сельском хозяйстве. – 1972. – № 11. – С. 15–18.

14. Безносков, А. И. Урожай озимой ржи и эффективность суперфосфата в зависимости от содержания подвижного фосфора в почве / А. И. Безносков // *Химия в сельском хозяйстве*. – 1973. – № 9. – С. 13–14.
15. Безносков, А. И. Эффективность магниевого удобрения на дерново-подзолистых почвах в Удмуртской АССР / А. И. Безносков, А. А. Горчев, Ю. Н. Семенов // *Химия в сельском хозяйстве*. – 1981. – № 1. – С. 9–10.
16. Дерюгин, И. П. Рецензия на Справочник по органическим удобрениям (авт. В. А. Васильев, Н. В. Филиппова) / И. П. Дерюгин // *Химия в сельском хозяйстве*. – 1985. – № 5. – С. 79–80.
17. Дзюин, Г. П. Влияние макроудобрений на содержание в почве и зерне озимой ржи микроэлементов / Г. П. Дзюин, М. А. Исаев, П. М. Елатов // *Химия в сельском хозяйстве*. – 1985. – № 8. – С. 36–37.
18. Безносков, А. И. Эффективность известкования почв / А. И. Безносков, Л. Б. Башмаков // *Химизация сельского хозяйства*. – 1988. – № 12. – С. 40–41.
19. Безносков, А. И. Эколого-токсикологическая оценка почв и растений в хозяйствах Удмуртии / А. И. Безносков, Л. Б. Башмаков // *Агрохимический вестник*. – 1998. – № 5–6. – С. 15–17.
20. Итешина, Н. М. Физико-химические свойства дерново-подзолистых лесных почв Удмуртской Республики / Н. М. Итешина, Н. В. Духтанова, Е. Е. Шабанова // *Агрохимический вестник*. – 2007. – № 5. – С. 4–5.
21. Безносков, А. И. Оценка эффективного плодородия почв / А. И. Безносков // *Агрохимический вестник*. – 2010. – № 6. – С. 23–24.
22. Дзюин, А. Г. Влияние длительного применения систем удобрений на баланс питательных веществ в почве / А. Г. Дзюин, Г. П. Дзюин // *Агрохимический вестник*. – 2015. – № 6. – С. 14–17.
23. Леднев, А. В. Влияние нефтяного загрязнения и мелиоративных добавок на агрохимические свойства аллювиальных торфяных почв / А. В. Леднев, И. А. Скворцова // *Агрохимический вестник*. – 2017. – № 3. – С. 49–54.
24. Изучение использования гуминовых продуктов Life Force на агродерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / А. Б. Горбушина, Н. А. Семакина, Т. Ю. Бортник [и др.] // *Агрохимический вестник*. – 2018. – Спец. вып. – С. 16–23.
25. Утилизация золы органосодержащих отходов в сельскохозяйственном производстве / Т. Ю. Бортник, О. Г. Долговых, Е. В. Лекомцева, А. С. Башков // *Агрохимический вестник*. – 2018. – № 2. – С. 57–61.
26. Дзюин, А. Г. Динамика кислотности дерново-подзолистой суглинистой почвы в севообороте с удобрениями разных форм / А. Г. Дзюин // *Агрохимический вестник*. – 2018. – № 5. – С. 19–21.
27. Леднев, А. В. Влияние мелиоративных добавок на агрохимические показатели агродерново-подзолистой почвы, загрязненной никелем / А. В. Леднев, А. В. Ложкин, Г. А. Поздеев // *Агрохимический вестник*. – 2019. – № 6. – С. 67–73.
28. Дзюин, А. Г. Изменение запасов минерального азота в дерново-подзолистой суглинистой почве / А. Г. Дзюин // *Агрохимический вестник*. – 2019. – № 6. – С. 30–33.

29. Леднев, А. В. Влияние мелиоративных добавок на агрохимические показатели агродерново-подзолистой почвы, загрязненной никелем / А. В. Леднев, А. В. Ложкин, Г. А. Поздеев // Агрохимический вестник. – 2019. – № 6. – С. 67–73.

30. Макаров, В. И. Связь форм аммония с агрохимическими свойствами почв в Нижневятском природно-сельскохозяйственном округе / В. И. Макаров, А. Н. Исупов // Агрохимический вестник. – 2020. – № 5. – С. 65–70.

31. Игнатъев, А. В. Эффективность биологических удобрений Азотовит и Фосфатовит при возделывании ячменя на дерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / А. В. Игнатъев // Агрохимический вестник. – 2021. – № 2. – С. 73–77.

32. Леднев, А. В. Характеристика почв города Ижевска и их экологическое состояние / А. В. Леднев, А. В. Ложкин // Агрохимический вестник. – 2021. – № 4. – С. 75–82.

УДК 631.445.24:631.46

Ю. А. Акманаева

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

E-mail: ylishnaaa@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ВИДА СЕВООБОРОТА И СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

В статье приведены результаты многолетнего полевого опыта. Вид севооборота и система удобрения не оказали существенного влияния на целлюлолитическую активность почвы $F_{\phi} < F_{05}$. Наибольшей биологической активностью по показателю базального дыхания характеризуется вариант с органической системой удобрения в зернопаровом севообороте (5,3 мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ /г/ч), что на 13,6 % выше аналогичного варианта в сидеральном севообороте. На субстрат-индуцированное дыхание ни вид севооборота, ни взаимодействие факторов не оказали существенного влияния ($F_{\phi} < F_{05}$).

Введение. Преобладающими почвами Пермского края являются дерново-подзолистые почвы, характерными особенностями которых являются маломощный гумусовый горизонт и кислая реакция среды, что неблагоприятно сказывается на их микробиологической активности. Параллельно с этим данный тип почв хорошо поддается окультуриванию, приобретая благоприятные свойства для возделывания сельскохозяйственных культур.

Современное земледелие комплексно подходит к решению задач по производству полноценной и безопасной сельскохозяйственной продукции с одновременным сохранением биогенных и агропроизводственных функций почвы.

Многочисленные аспекты влияния различных систем удобрения на величину урожая сельскохозяйственных культур и его качество, изменение агрохимических свойств почвы и баланс элементов питания в ней неоднократно рассматривались многими исследователями [1, 2, 4, 5, 8, 10, 12].

Однако вопрос, какая из систем удобрения является наиболее благоприятной для биологической активности почвы, остается актуальным [3, 6, 9, 11, 14, 15, 16].

Методика. Исследования проведены в многолетнем стационарном полевом опыте, расположенном на учебно-научном опытном поле Пермского ГАТУ. Схема опыта приведена в таблице 1. В сидеральном севообороте в качестве сидеральной культуры высевался однолетний люпин. Почвенные образцы были отобраны в четвертом поле севооборотов (клевер 1 г.п.). Все работы, связанные с проведением опыта, осуществляли в соответствии с требованиями методик [7, 13, 14]. Опыт располагался на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,31 %, pH_{KCl} – 5,2, подвижного фосфора – 272 мг/кг, обменного калия – 279 мг/кг.

Статистическая обработка результатов исследований проведена с использованием компьютерных программ Microsoft Excel по алгоритму дисперсионного анализа в изложении Б. А. Доспехова [7].

Результаты. Биологические свойства почвы определяли по степени разложения льняного полотна (табл. 1) и количеству продуцированного углекислого газа (CO_2) микроорганизмами (базальное дыхание (БД) и субстрат-индуцированное дыхание (СИД), таблица 2.

Таблица 1 – Влияние вида севооборота и систем удобрения на целлюлолитическую активность дерново-подзолистой почвы, %

Система удобрения (фактор В)	Вид севооборота (фактор А)		Среднее по В
	А ₁ – сидеральный	А ₂ – зернопаровой	
Без удобрений	14,2	11,2	12,7
Органическая (солома оз. ржи 3,5–4,0 т/га)	14,0	13,2	13,6
Минеральная (NPK) ₆₀	11,5	7,6	9,6
Органоминеральная (солома и (NPK) ₆₀)	10,9	12,1	11,5
Среднее по А	12,6	11,0	
НСР ₀₅	частные различия	главные эффекты	
А	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	
В	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	

Проведя математическую обработку полученных данных, установили, что вид севооборота и система удобрения не оказали существенного влияния на целлюлолитическую активность почвы $F_{\phi} < F_{05}$. В целом в сидеральном севообороте наблюдается тенденция к увеличению целлюлолитической активности почвы на 14,5 % (с 11,0 до 12,6 %).

Базальное дыхание (актуальное дыхание) – это показатель, позволяющий оценить степень доступности органического вещества почвенным микроорганизмам, так как углерод органического вещества должен сначала пройти через микробный пул, а затем продуцироваться в виде CO_2 . Изучаемые в опыте севообороты и систе-

мы удобрения оказывают существенное влияние на интенсивность базального дыхания. Наибольшей биологической активностью характеризуется вариант с органической системой удобрения в зернопаровом севообороте (5,3 мкг CO₂-C /г/ч), что на 13,6 % выше аналогичного варианта в сидеральном севообороте. В сравнении с контрольным вариантом минеральная система удобрений не оказывает существенного влияния на актуальное дыхание почвы, а органо-минеральная система существенно увеличивает базальное дыхание лишь в паровом севообороте (на 0,9 CO₂-C /г/ч).

Таблица 2 – Дыхание дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в зависимости от вида севооборота и систем удобрения

Система удобрения (фактор В)	Вид севооборота (фактор А)					
	БД, мкг CO ₂ -C /г/ч			СИД, мкг CO ₂ -C /г/ч		
	A ₁	A ₂	Среднее по В	A ₁	A ₂	Среднее по В
Без удобрений	3,7	3,9	3,8	15,8	17,9	16,8
Органическая (солома оз. ржи 3,5–4,0 т/га)	3,9	5,3	4,6	16,5	17,9	17,2
Минеральная (NPK) ₆₀	3,9	3,7	3,8	16,5	12,4	14,4
Органо-минеральная (солома и (NPK) ₆₀)	4,4	4,8	4,6	13,8	17,9	15,8
Среднее по А	4,0	4,4		15,6	16,5	
НСР ₀₅	частные различия		главные эффекты	частные различия		главные эффекты
А	0,6		0,3	F _φ < F ₀₅		F _φ < F ₀₅
В	0,9		0,7	3,8		F _φ < F ₀₅

Субстрат-индуцированное дыхание позволяет оценить потенциальные возможности почвенных микроорганизмов и их активность. В качестве дополнительного источника питания в почву вносится глюкоза. На данный показатель ни вид севооборота, ни взаимодействие факторов не оказали существенного влияния ($F_{\phi} < F_{05}$). Достоверное уменьшение (на 30 %) интенсивности дыхания произошло лишь в зернопаровом севообороте с возделыванием культур с применением минеральной системы удобрения.

Выводы:

1. Установлено, что вид севооборота и система удобрения не оказали существенного влияния на целлюлолитическую активность почвы $F_{\phi} < F_{05}$. В целом в сидеральном севообороте наблюдается тенденция к увеличению целлюлолитической активности почвы на 14,5 % (с 11,0 до 12,6 %).

2. На интенсивность базального дыхания оказали влияние как вид севооборота, так и системы удобрения. Наибольшей продуцирующей способностью по показателю базальное дыхание ха-

рактируется вариант с органической системой удобрения в зернопаровом севообороте (5,3 мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ /г/ч), что на 13,6 % выше аналогичного варианта в сидеральном севообороте. На субстрат-индуцированное дыхание ни вид севооборота, ни взаимодействие факторов не оказали существенного влияния ($F_{\phi} < F_{05}$).

Список литературы

1. Акманаева, Ю. А. Влияние системы удобрения на продуктивность звена севооборота (пар – озимая рожь – пшеница – клевер 1 г.п.) и содержание лабильного органического вещества в дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой почве / Ю. А. Акманаева // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 4 (20). – С. 46–52.
2. Акманаева, Ю. А. Влияние системы удобрения на калийный режим дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой почвы / Ю. А. Акманаева // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 4 (28). – С. 12–18.
3. Благодатский, С. А. Определение содержания микробного углерода в почве на основе дыхательного отклика микроорганизмов на внесение глюкозы / С. А. Благодатский, Е. В. Благодатская // Методы исследований органического вещества почв; Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ. – Владимир, 2005. – С. 385–400.
4. Изменение плодородия дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой почвы и продуктивности полевых культур при длительном применении удобрений / А. С. Башков, Т. Ю. Бортник, М. Н. Загребина, А. Ю. Карпова // Теоретические и технологические основы воспроизводство плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Москва: РГАУ – МСХА, 2015. – С. 140–149.
5. Бугаев, В. П. Свойства почвы и химический состав растений при длительном применении навоза и минеральных удобрений / В. П. Бугаев, З. М. Осипова // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. – Москва: Вып. III., 2015. – С. 43–62.
6. Оценка вклада корневого и микробного дыхания в общий поток CO_2 из торфяных почв и подзолов Севера Западной Сибири методом интеграции компонентов / О. Ю. Гончарова, Г. В. Матышак, А. А. Бобрик [и др.] // Почвоведение. – 2019. – № 2. – С. 234–245.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 6-е изд., стереотип. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с.
8. Егоров, В. С. Последствие различных систем удобрения на азотный режим дерново-мелкоподзолистой почвы / В. С. Егоров, Л. А. Бычкова // Агрохимия. – 2016. – № 5. – С. 12–19.
9. Зинякова, Н. Б. Микробная биомасса как ключевой компонент органического вещества почвы и чувствительный индикатор его качества / Н. Б. Зинякова, В. М. Семенов // Почвенно-земельные ресурсы: оценка, устойчивое использование, геоинформационное обеспечение. – Минск: БГУ, 2012. – С. 116–118.

10. Казьмин, В. М. Как поддержать почвенное плодородие / В. М. Казьмин, В. В. Коломейченко // Земледелие. – 2015. – № 5. – С. 30–32.
11. Кудеяров, В. Н. Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки / В. Н. Кудеяров, И. Н. Курганова // Почвоведение. – 2005. – № 9. – С. 1112–1121.
12. Милащенко, Н. З. Производство экологически чистых и биологических полноценных продуктов питания / Н. З. Милащенко, В. Н. Захаров // Химизация сельского хозяйства. – 2014. – № 1. – С. 4.
13. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – Москва: Колос, 1972. – 216 с.
14. Anderson J. P. E., Domsch K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 1978. V. 10. № 3. P. 215–221.
15. Blagodatskaya E., Yuyukina T., Blagodatsky S., Kuzyakov Y. Turnover of soil organic matter and of microbial biomass under C3-C4 vegetation change: Consideration of 13C fractionation and preferential substrate utilization. *Soil Biology and Biochemistry*. 2011. V. 43. № 1. P. 159–166.
16. Edwards K.A., Jefferies R. L. **Inter-annual and seasonal dynamics of soil microbial biomass and nutrients in wet and dry low-Arctic sedge meadows.** *Soil Biol. Biochem.* 2013. V. 57. P. 83–90.

УДК 631.81

Л. Д. Варламова¹, Е. И. Чугунов²
^{1,2}ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА
¹E-mail: larisa.varlamova@list.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС

Изучение эффективности биостимуляторов Спринталга и Филлотон проведено в условиях микрополевого опыта на светло-серой лесной почве. Выявлено, что обработка семян кукурузы гибрида Нестор препаратом Спринталга не оказало достоверного влияния на урожайность культуры, составившей на контроле 3,03 кг/м², некорневая подкормка Филлотонном повысила её на 16,5 %, а совместное использование и обработки семян и подкормки увеличили выход продукции на 22,1 %. Наиболее высокое содержание NPK и вынос элементов культурой отмечены в варианте Спринталга + Филлотон. Коэффициенты использования фосфора из почвы опытных вариантов были в 1,1–1,7, а калия – в 1,1–1,8 раза выше контроля.

На развитие растений оказывают влияние множество факторов, включая биотические, абиотические и антропогенные. Для минимизации негативного их действия применяют регуляторы роста растений, которые могут быть как природного происхождения, так и синтезированные человеком. Регуляторы роста растений комплексно влияют на физиологические и биохимические процессы, протекающие в растительном организме, замедляя (ингибиторы) или ускоряя (стимуляторы) их и повышают устойчивость культур к неблагоприятным факторам [2, 4]. Биостимулятор изменяет физиологию растения таким образом, что оно становится более устойчивым к абиотическим стрессам, таким, как недостаток влаги, засуха, засоленность почв [1]. Помимо этого некоторые стимуляторы эффективно справляются с грибковыми поражениями, активируют защитные функции организма и снижают распространение болезней. Обработка растений регуляторами роста окупается повышением урожая при относительно низком уровне материальных затрат на препараты и обеспечивает получение экологически чистой, конкурентоспособной продукции высокого качества [6, 8].

Биостимуляторы, как правило, изготавливаются из компонентов природного происхождения, таких, как микроорганизмы, водоросли, гуматсодержащие вещества [7]. Но, как и любые биологически активные вещества, они требуют очень осторожного обращения с ними. При передозировке этих соединений можно не только не получить ожидаемого эффекта, но столкнуться с прямо противоположным результатом [3].

Учитывая появление на рынке новых препаратов, возникает необходимость их всестороннего исследования.

Методика исследования. Исследования по оценке эффективности применения регуляторов роста (биостимуляторов) на кукурузе проведены на вегетационной площадке кафедры «Агрехимия и агроэкология» Нижегородской ГСХА.

Объектами исследования были: Спринталга (SPRINTALGA) – биостимулятор развития корней. Содержит высококонцентрированные экстракты различных видов водорослей и аминокислот; Филлотон (FYLLOTON) – антистрессовый препарат и биостимулятор вегетативного роста и развития растений на основе свободных L-аминокислот растительного происхождения и экстракта морских водорослей. Опытная культура – раннеспелый трёхлинейный универсальный гибрид кукурузы Нестор.

Изучение эффективности применения биостимуляторов проведено в условиях микрополевого опыта (площадь деланки 1,08 м²), в 3-кратной повторности при систематическом размещении дея-

нок, на светло-серой лесной слабокислой ($pH_{KCL} - 5.5$) почве, с повышенным содержанием подвижных соединений фосфора (110 мг/кг) и калия (130 мг/кг). Опыт заложен по следующей схеме (табл. 1).

Таблица 1 – Схема опыта

№	Содержание варианта	Условное обозначение
1	Контроль без внесения удобрений	Контроль
2	Посев семенами, обработанными регулятором роста Спринталга	Спринталга
3	Подкормка посевов кукурузы регулятором роста Филлотон	Филлотон
4	Посев семенами, обработанными регулятором роста Спринталга + подкормка посевов кукурузы регулятором роста Филлотон	Спринталга + Филлотон

Посев кукурузы проводили в конце 2-й декады мая, всходы появились на 9–10 день. В соответствии со схемой опыта, за сутки до посева семена для вариантов 2 и 4 были обработаны препаратом Спринталга (из расчета 0,6 л/т). Первое опрыскивание Филлотонем (из расчета 1,0 л/га) провели в фазу развития 5–7-го листа, второе опрыскивание через 10 дней.

Погодные условия вегетационного периода 2021 г. характеризовались повышенными для данного региона температурами: в период всходов культуры температура превышала среднестатистические данные на 1,2 °С, в июне-августе на 3,0–4,2 °С при дефиците осадков, составляющем по месяцам от 11,3 мм (июнь) до 47,6 мм (июль). Учитывая, что при выраженной засухе был предусмотрен полив кукурузы, погодные условия для развития культуры можно признать благоприятными.

Результаты исследования. Оценивая влияние изучаемых биостимуляторов на урожайность опытной культуры, отмечаем следующее.

Высота растений кукурузы изменялась по вариантам опыта в интервале 183–220 см. По отношению к контролю (190 см), снижение показателя отмечено в варианте с применением биорегулятора Спринталга – на 7 см (3,6 %), в то время как Филлотон увеличил его на 30 см (15,8 %), а совместное их использование – на 12 см (6,3 %).

Несколько иные данные получены при учете урожайности кукурузы (табл. 2). Общая наземная масса растений изменялась от 3030 г/м² (контроль) до 3700 г/м² (комплексное использование биопрепаратов). Прибавки от применения изучаемых препаратов составили 5,6; 16,5 и 22,1 % соответственно от Спринталги, Филлотона и совместного их использования.

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста растений на урожайность кукурузы

Вариант	Початки			Стебли			Соотношение початков/стебли
	в среднем	+/- к контролю		в среднем	+/- к контролю		
	г/м ²	%		г/м ²	%		
Контроль	1340	-	-	1690	-	-	1:1,26
Спринталга	1400	+60	+4	1800	+110	+7	1:1,28
Филлотон	1600	+260	+19	1930	+280	+14	1:1,20
Спринталга + Филлотон	1690	+350	+26	2010	+320	+19	1:1,14
НСР ₀₅	123			154			

Следует отметить, что биостимуляторы оказали неодинаковое действие на структуру урожая. Так, применение препарата Спринталга для обработки семенного материала оказало большее влияние на развитие стебле-лиственной массы, чем на массу початков, – прибавки составили соответственно 7 и 4 %. При этом достоверных изменений относительно контроля, как в отношении стебле-лиственной массы, так и початков, при использовании данного препарата не выявлено.

Филлотон, в отличие от Спринталги, достоверно повысил урожайность кукурузы, причем на формирование початков он оказал большее влияние (19 %), чем на массу стеблей (14 %). Следует отметить существенное преимущество данного препарата и над Спринталгой: масса початков была выше на 200 г/м² (14 %), стеблей – на 170 г (9 %).

Сочетание обработки семян с некорневой подкормкой обеспечило получение максимальной урожайности. При этом, однако, достоверного преимущества над вариантом с использованием Филлотона выявлено не было.

Полученные данные свидетельствуют, что в условиях относительного дефицита элементов питания при выращивании кукурузы на неудобренной почве по влиянию на урожайность культуры преимущество имело использование препарата, предназначенного для некорневой подкормки (Филлотон).

Наряду с урожайностью биорегуляторы оказали влияние и на содержание в продукции основных элементов питания (табл. 3). Как следует из полученных данных, содержание азота в початках было заметнее выше, чем в стеблях (на 0,11–0,16 %), а калия – в стеблях (на 0,01–0,13 %), концентрация фосфора в анализируемых частях растения была более выровненной.

Наиболее высокой концентрация всех элементов в растениях кукурузы, как в початках, так и в стеблях, была при совмещении приемов обработки семян Спринталгой и некорневой подкормки Филлотонном.

Таблица 3 – Содержание основных элементов питания в початках и стеблях кукурузы, % на естественную влажность

Вариант	Початки			Стебли		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	0,35	0,15	0,20	0,20	0,12	0,22
Спринталга	0,37	0,15	0,21	0,21	0,12	0,22
Филлотон	0,34	0,17	0,22	0,23	0,16	0,27
Спринталга + Филлотон	0,41	0,19	0,24	0,27	0,18	0,37

Использование Спринталги не оказало влияния на содержание NPK в продукции, и лишь концентрация азота в початках была несколько (на 0,02 %) выше, чем в контрольном варианте. Применение Филлотона, напротив, способствовало накоплению анализируемых элементов в растениях кукурузы, наиболее значимо – калия в стеблях (на 0,05 %), в то время как содержание азота в початках оставалось на уровне контроля.

Наиболее высокий общий вынос NPK наземной массой кукурузы наблюдали в варианте с применением и обработки семян (Спринталга) и подкормки (Филлотон), что находится в полном соответствии с уровнем урожайности кукурузы и содержанием в продукции этого варианта элементов питания. Можно отметить, что наиболее значимо, по сравнению с контролем, повысилось отчуждение калия (в 1,8 раза), в меньшей степени – азота (в 1,5 раза) (табл. 4).

Во всех вариантах опыта использование из почвы фосфора было несколько выше среднестатистических данных (для почв с повышенной обеспеченностью фосфором). Регуляторы роста способствовали повышению КИП культурой. При этом использование подвижных фосфатов кукурузой в варианте с комплексным применением изучаемых препаратов почти в 2 раза превосходило контроль, и КИП был практически на уровне использования данного элемента из минеральных удобрений.

Таблица 4 – Влияние регуляторов роста растений на коэффициенты использования фосфора и калия из почвы

Вариант	Общий вынос, г/м ²			Запас в почве, г/м ²		КИП, %	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	8,07	4,04	6,40	33	39	12,1	16,4
Спринталга	8,96	4,26	6,90			12,9	17,7
Филлотон	9,88	5,81	8,73			17,6	22,4
Спринталга + Филлотон	12,36	6,83	11,50			20,7	29,5
Среднее [5]						8	19

Усвоение кукурузой калия из почвы контроля и варианта с применением Спринталги было несколько ниже (на 2,6 и 1,3 %) среднего значения. Использование Филлотона и совместное его применение со Спринталгой обеспечило повышение КИП калия относительно среднестатистической величины в 1,2 и 1,5 раза соответственно.

Соответственно, использование регуляторов роста за счет повышения интенсивности физиологических и биохимических процессов в растениях кукурузы при оптимизации влажности почвы способствовало лучшему усвоению элементов питания. Оценивая этот факт как положительный момент в повышении урожайности культуры, следует помнить, что без дотаций извне, то есть без внесения удобрений, истощение почвы может идти более быстрыми темпами.

Полученные данные позволяют констатировать, что:

– при использовании биостимуляторов на неудобренной почве урожайность наземной фитомассы кукурузы увеличилась на 5,6–22,1 % при явном преимуществе Филлотона;

– вынос азота кукурузой в вариантах с использованием регуляторов роста, по отношению к контролю, возрос в 1,1–1,53 раза, фосфора – в 1,05–1,69 раз, калия – в 1,08–1,80 раз с максимальными значениями при комплексном использовании Спринталги для обработки семян и Филлотона для некорневой подкормки растений.

Список литературы

1. Белопухов, С. Л. Влияние биостимуляторов на морфологические показатели и урожайность льна-долгунца / С. Л. Белопухов, А. Ф. Сафонов, И. И. Дмитриевская // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 3. – С. 25–27.
2. Данилов, А. В. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество продукции зерновых культур / А. В. Данилов // Вестник Марийского государственного университета. Серия. Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2017. – Т. 3. – № 1 (9). – С. 28–32.
3. Леонов, Н. Н. Значение фитоактиваторов агропона и альбита в экологизации систем защиты персика / Н. Н. Леонов, Э. Б. Янушевская // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. – 2013. – Т. 2. – С. 94–98.
4. Лукаткин, А. С. Повышение устойчивости сельскохозяйственных растений к абиотическим стрессорам обработкой экзогенными регуляторами роста / А. С. Лукаткин, А. А. Лукаткин // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Н. Новгород: Нижегородская ГСХА, 2017. – С. 67–70.
5. Справочник агронома-эколога: учебное пособие. – Нижний Новгород, 2012. – 76 с.
6. Таджиев, К. М. Влияние стимулятора роста на урожайность и качество зерна сои при повторном посеве на Юге Узбекистана / К. М. Таджиев, Ш. Х. Абдуалимов // Актуальные проблемы современной науки. – 2021. – № 4 (121). – С. 88–93.

7. Яхин, О. И. Биостимуляторы в агротехнологиях: проблемы, решения, перспективы / О. И. Яхин, А. А. Лубянов, И. А. Яхин // *Агрохимический вестник*. – 2016. – № 1. – С. 15–16.

8. Яхин, О. И. Современные представления о биостимуляторах / О. И. Яхин, А. А. Лубянов, И. А. Яхин // *Агрохимия*. – 2014. – № 7. – С. 85–90.

УДК 633.111.1"321":631.8(574)

А. В. Вернер

ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева», Республика Казахстан

E-mail: artur-verner@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА НА ЧЕРНОЗЕМАХ ЮЖНЫХ С ЗАСУШЛИВЫМ КЛИМАТОМ

Изучается применение удобрений на посевах яровой мягкой пшеницы в зависимости от нормы высева. Одним из основополагающих факторов в эффективности применения удобрений в условиях засухи служит влажность почвы, которая способствует их разложению. При оправданности действия удобрений увеличение нормы высева дает существенную прибавку к урожайности, но при этом качественные показатели падают.

Актуальность. В северных областях Казахстана в основном применяют зернопаровые севообороты. Пшеница высевается в данных условиях беспрерывно свыше двух лет, когда под парами рекомендуется оставлять около 20 % площадей севооборота [6]. При возделывании яровой пшеницы в Акмолинской области существует ряд особенностей. Отличительной составляющей местных почв (южные карбонатные черноземы) является низкая обеспеченность фосфором, что приводит к снижению урожайности, увеличению вегетационного периода и ухудшению количественно-качественных показателей пшеницы [8]. Если проблема нехватки фосфора в почве решается давно, то должная обеспеченность почвы нитратным азотом отсутствует. Это проявляется в основном при посеве второй и третьей культуры после пара, особенно на полях-предшественниках с урожайностью около 20 ц/га [5]. Влияние предшественника на содержание макроэлементов в почве сказывается на снижении продуктивности получаемой продукции. В данных условиях рекомендуемые нормы высева (3,0 млн всхожих семян/га) менее эффек-

тивны, поэтому существует необходимость снижения коэффициента высева [2]. Подбор оптимальной нормы высева способствует получению высокой урожайности за счет продуктивного формирования элементов структуры урожая [4].

Материалы и методика. Исследования по изучению эффективности применения удобрений на посевах яровой пшеницы в зависимости от нормы высева проводились в 2022 г. Вегетационный период 2022 г. характеризовался как засушливый, с повышенным температурным фоном. Среднесуточная температура воздуха только в августе была на уровне средне многолетнего показателя, в мае, июне и июле – выше средне многолетних значений на 3,2 °С, 1,9 °С и 1,2 °С соответственно. Сумма осадков за всю вегетацию растений была ниже средне многолетних данных вне зависимости от месяца, и в целом за период выпало 100 мм, когда общее количество средне многолетних осадков за тот же промежуток времени составило 136 мм. Почвы опытного участка – южные карбонатные черноземы Северного Казахстана. Культура – яровая мягкая пшеница, сорт Таймас (средне спелый тип созревания). Предшественник – пшеница (первая культура после пара). Варианты: Фактор А – удобрения (P_{20} и $P_{20}N_{30}$); Фактор В – норма высева (2,0 млн, 3,0 млн и 4,0 млн всхожих семян/га).

Биометрические показатели растений определяются в период вегетации по методикам ГСИ сельскохозяйственных культур [3, 7]. Определение количественных и качественных показателей зерна проводится по ГОСТу 10846-91 и СТ РК 1054-2002. Урожайность зерна определяется путем поделяночного взвешивания и приводится к 100 % физической чистоте и 14 % влажности по ГОСТу 30483-97 от 1998 г. и ГОСТу 13586.5-2015 от 2019. Обработка экспериментальных данных методами статистического анализа по алгоритмам, предложенным Б. А. Доспеховым [1].

Результаты исследований. Предпосевное внесение удобрений является одним из наиболее экономически эффективных способов. Однако в засушливых условиях северного Казахстана из-за недостаточной влажности в почве на глубине внесения удобрений их эффективность может падать. В 2022 г. влажность почвы на глубине заделки семян и удобрений находилась в пределах 10–12 %, что в совокупности с выпавшими впоследствии осадками благоприятно отразилось на минеральном фоне.

При сравнении с биометрическими показателями между вариантами с удобрениями и нормами высева наиболее отчетливая разница наблюдалась в площади листовой поверхности. При увеличении нормы высева происходит сокращение площади листовой поверхно-

сти. Увеличение размера ассимилирующей системы растения происходит и за счет добавления к фосфорным удобрениям азота (рис. 1).

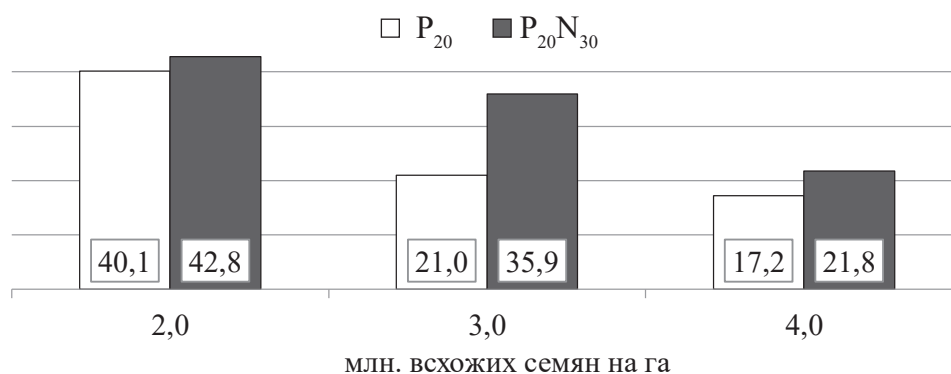


Рисунок 1 – Площадь листовой поверхности 1-го растения яровой мягкой пшеницы в зависимости от нормы высева и разновидности удобрения, см²

Погодные условия вегетационного периода 2022 г. были достаточно засушливыми, однако это не помешало получить неплохой урожай с хорошими качественными показателями.

По результатам проведенных исследований максимальная урожайность получена на варианте с внесением фосфора в количестве 20 кг и азота 30 кг действующего вещества на гектар и нормой высева от 3,0 млн всхожих семян/га и выше. На данных вариантах выход зерна был выше на 13 % по сравнению с контролем. Достоверность прибавки подтверждается проведенным статистическим анализом (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от внесенных удобрений и норм высева

Удобрение	Норма высева, млн всх. семян/га	Урожайность			Группа
		всего, ц/га	Отклонение		
			ц/га	%	
P ₂₀	2,0	17,7	+0,4	2	П
	3,0 (к)	17,3	–	–	к
	4,0	17,3	0,0	0	П
P ₂₀ N ₃₀	2,0	18,1	+0,8	5	П
	3,0	19,5	+2,2	13	I
	4,0	19,6	+2,3	13	I
НСР ₀₅	–	–	0,9	–	–

Проведенный биохимический анализ зерна яровой мягкой пшеницы не показывает существенных различий в количестве и качестве клейковины между вариантами с применением фосфорных и азотофосфорных удобрений, но содержание белка при этом выше на вариантах с внесением P₂₀N₃₀. Более отчетливые раз-

личия в количественно-качественных показателях наблюдаются на вариантах между нормами высева. Самое высокое процентное содержание белка и клейковины, а также качества клейковины получено при посеве 2,0 млн всхожих семян/га. Дальнейшее увеличение нормы сева приводит к снижению биохимических свойств зерна (табл. 2).

Таблица 2 – Количественно-качественные показатели яровой мягкой пшеницы в зависимости от внесенных удобрений и норм высева

Удобрение	Норма высева млн всхожих семян/га	Клейковина		Белок, %
		%	ед. ИДК	
P ₂₀	2,0	29,2	91	13,64
	3,0	28,4	90	13,08
	4,0	26,7	84	12,88
P ₂₀ N ₃₀	2,0	29,8	90	13,86
	3,0	28,0	83	13,75
	4,0	27,6	83	13,75

Выводы и рекомендации. Яровая мягкая пшеница, посеянная второй культурой после пара, на южных черноземах при достаточной влажности почвы (не ниже 10 %) на глубине заделки семян и удобрений в период посева максимальную урожайность формирует на фоне предпосевного внесения 20 кг фосфора и 30 кг азота в действующем веществе при норме высева не ниже 3,0 млн всхожих семян/га. При внесении только фосфорных удобрений ввиду отсутствия существенных различий в урожайности между нормами высева целесообразнее снижать коэффициент до 2,0 млн всхожих семян/га. Когда существует необходимость получения зерна с высокими показателями качества, изреженные посевы показывают более высокое содержание и качество белка и клейковины.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Дубачинская, Н. Н. Влияние агроприемов на продуктивность пшеницы яровой черноземов южных солонцеватых Предуралья / Н. Н. Дубачинская, В. А. Африн, А. С. Верещагина // Известия Оренбургского ГАУ. – 2005. – № 1 (5). – С. 15–20.
3. Практикум по биометрии: учеб. пособ. / А. В. Иванников, В. П. Томилов. – Астана, 2002. – 112 с.
4. Совершенствование технологии возделывания яровой мягкой пшеницы в РТ / И. М. Сержанов, Р. А. Хабиев, Ф. Ш. Шайхутдинов, Ш. Ш. Шайхразиев // Агробиохимический вестник. – 2009. – № 5. – С. 8–9.

5. Сулейменов, М. К. Интенсивная технология возделывания яровой пшеницы / М. К. Сулейменов. – Алма-Ата: Кайнар, 1988. – 166 с.
6. Сулейменов, М. К. Сберегающее плодосменное земледелие Северного Казахстана / М. К. Сулейменов // Новости науки Казахстана. – 2013. – № 4 (118). – С. 9–27.
7. Удольская, Н. Л. Введение в биометрию / Н. Л. Удольская. – Алма-Ата, 1976. – 83 с.
8. Филонов, В. М. Роль удобрений в интенсификации земледелия / В. М. Филонов // Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивости зернового производства в степных регионах. – Шортанды, 2006. – С. 257–264.

УДК 633.11"321":631.89

Ч. М. Исламова

Удмуртский ГАУ

E-mail: Chulpanislamova_85@mail.ru

ВЛИЯНИЕ БАЗОВОЙ СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ ФИРМЫ КОМПЛЕМЕТ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ЙОЛДЫЗ И ЭЛЕМЕНТЫ ЕЕ СТРУКТУРЫ

Поэтапное некорневое внесение хелатных форм макро- и микроудобрений фирмы КомплеМет способствовало увеличению урожайности на 1,34 т/га зерна яровой пшеницы Йолдыз. В варианте с базовой схемой применения препаратов существенно увеличились элементы структуры урожайности: количество продуктивных растений на 11 шт./м², стеблей – на 48 шт./м², продуктивная кустистость – на 0,10, длина колоса – на 0,8 см, озерненность – на 4,1 шт., масса зерна с колоса – 0,22 г и масса 1000 зерен на 2,1 г.

В последний период в мировой практике большое внимание уделяется хелатным формам удобрений, так как они обладают рядом ценных свойств: хорошо растворимы в воде, хорошо адсорбируются на поверхности листьев и в почве, длительное время не разрушаются микроорганизмами, обладают высокой устойчивостью в широком диапазоне кислотности, хорошо сочетаются с различными пестицидами, практически не токсичны. Установлена росторегулирующая активность хелатных удобрений, они повышают урожайность и качество с.-х. продукции. Удобрения в хелатной форме в первую очередь используются для поддержания растений на оптимальном уровне питания в течение вегетационного периода. Использование макро- и ми-

кроудобрений в хелатной форме способствует повышению стрессоустойчивости сельскохозяйственных растений в периоды недостаточной влагообеспеченности, что приобретает особое значение в последние годы в меняющихся климатических условиях региона [5].

В исследованиях ученых кафедры растениеводства, земледелия и селекции встречается много данных, подтверждающих положительное влияние макро- и микроэлементов на продуктивность растений [1–4, 6]. Но с появлением новых перспективных сортов сельскохозяйственных культур данный вопрос требует дальнейшего изучения.

Цель исследований – изучить влияние поэтапного внесения хелатных форм макро- и микроудобрений фирмы КомплеМет на урожайность зерна яровой пшеницы Йолдыз и элементы ее структуры.

Полевой опыт по изучению влияния поэтапного некорневого внесения хелатных макро- и микроудобрений «КомплеМет» (ООО «НТП-Синтез», Беларусь) на урожайность и элементы ее структуры был проведен в «УНПК Агротехнопарк» ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ в 2022 г. по следующей схеме опыта 1. Без обработки (контроль); 2. Базовая схема поэтапного некорневого внесения (РКМg 1 л/га (кущение) + КомплеМет Марганец + КомплеМет Медь 1 + 1 л/га (стадия 1 узла) + КомплеМет Железо 1 л/га (флаговый лист). Состав препаратов: РКМg: магний (50 г/л), азот (19 г/л), фосфор (289 г/л), калий (259 г/л); КомплеМет Марганец: марганец (30 г/л), азот (12 г/л), фосфор (80 г/л), калий (103 г/л), сера (14 г/л); КомплеМет Медь: медь (30 г/л), азот (14 г/л), фосфор (67 г/л), калий (88 г/л); КомплеМет Железо: железо (30 г/л), фосфор (80 г/л), калий (39 г/л), сера (51 г/л).

Результаты исследований. В условиях 2022 г. наибольшая урожайность 5,13 т/га зерна яровой пшеницы Йолдыз была сформирована в технологии возделывания, где применялась базовая схема применения препаратов фирмы КомплеМет (обработка посевов РКМg 1 л/га (в фазе кущения) + КомплеМет Марганец + КомплеМет Медь 1 + 1 л/га (стадия 1 узла) + КомплеМет Железо 1 л/га (флаговый лист). При технологии выращивания без обработки препаратами (контроль) урожайность существенно уступала на 1,34 т/га при $НСР_{05} = 0,87$ т/га.

Изменения урожайности зерна яровой пшеницы была обусловлена изменениями элементов структуры урожайности (табл. 1). Наибольшее количество продуктивных растений 367 шт./м² и продуктивных стеблей 427 шт./м² было сформировано при применении базовой схемы применения препаратов, что на 11 шт./м² ($НСР_{05} = 10$ шт./м²) и 48 шт./м² ($НСР_{05} = 39$ шт./м²) соответственно существенно превосходило их количество в контрольном варианте (без

обработки посевов). Технология возделывания яровой пшеницы с применением поэтапного некорневого внесения хелатных форм макро- и микроудобрений способствовала увеличению продуктивной кустистости на 0,10 при $НСР_{05} = 0,08$.

Растения яровой пшеницы имели высоту 107–110 см, которая от изучаемых вариантов не зависела.



Рисунок 1 – Влияние базовой схемы применения препаратов фирмы КомплеМет на урожайность зерна яровой пшеницы Йолдыз ($НСР_{05} = 0,87$ т/га)

Таблица 1 – Влияние базовой схемы применения препаратов фирмы КомплеМет на элементы урожайности яровой пшеницы Йолдыз

Варианты	Количество продуктивных растений		Количество продуктивных стеблей растений		Высота растений		Продуктивная кустистость	
	шт/м ²	откл. от контроля	шт/м ²	откл. от контроля	см	откл. от контроля		откл. от контроля
Без обработки (контроль)	356		379		107		1,06	
Базовая схема применения	367	11	427	48	110	+3	1,16	+0,10
$НСР_{05}$		10		39		$F_{\phi} < F_{05}$		0,08

Внедрение базовой схемы применения препаратов фирмы КомплеМет положительно повлияло на элементы продуктивности колоса (табл. 2). Растения, где не проводилась обработка посевов, существенно уступали по длине колоса на 0,8 см при $НСР_{05} = 0,5$ см. Наибольшую озерненность колоса (35,2 шт.) и массу зерна с колоса (1,32 г) имели посеы с поэтапным внесением хелатных форм удобрений. Урожай с варианта, где не проводились некорневые подкормки, сформировало зерно с массой 1000 зерен 35,4 г, что существенно ниже на 2,1 г при $НСР_{05} = 1,4$ г.

Таблица 2 – Влияние базовой схемы применения препаратов фирмы КомплеМет на элементы продуктивности колоса яровой пшеницы Йолдыз

Варианты	Длина колоса		Озерненность колоса		Масса зерна с колоса		Масса 1000 зерен	
	см	откл. от контроля	шт.	откл. от контроля	г	откл. от контроля	г	откл. от контроля
Без обработки (контроль)	8,2		31,1		1,10		35,4	
Базовая схема применения	9,0	+0,8	35,2	+4,1	1,32	+0,22	37,5	+2,1
НСР ₀₅		0,5		2,1		0,10		1,4

Заключение. Поэтапное некорневое внесение хелатных форм макро- и микроудобрений фирмы КомплеМет способствовало увеличению урожайности на 1,34 т/га зерна яровой пшеницы Йолдыз. В варианте с применением базовой схемы применения препаратов существенно увеличились элементы структуры урожайности: количество продуктивных растений на 11 шт./м², стеблей – на 48 шт./м², продуктивная кустистость – на 0,10, длина колоса – на 0,8 см, озерненность – на 4,1 шт., масса зерна с колоса – 0,22 г и масса 1000 зерен на 2,1 г.

Список литературы

1. Исламова, Ч. М. Влияние предпосевной обработки семян химическими и биологическими препаратами на посевные качества семян урожая / Ч. М. Исламова, Е. Л. Дудина, И. Ш. Фатыхов // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 143–147.
2. Исламова, Ч. М. Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы Йолдыз на формирование урожайности зерна / Ч. М. Исламова, Е. Л. Дудина, И. Ш. Фатыхов // Вестник Курской ГСХА. – 2022. – № 3. – С. 23–31.
3. Качество зерна ячменя Раушан при предпосевной обработке семян хелатными формами микроэлементов / Н. И. Мазунина, И. Ш. Фатыхов, С. И. Коконов, В. А. Капеев // Инновационное развитие АПК. Итоги и перспективы: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Ижевск, 06–09 февр. 2007 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2007. – Т. 1. – С. 98–101.
4. Корепанова, Е. В. Коррекция урожайности полевых культур опрыскиванием посевов растворами микроудобрений / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, заслуженного деятеля науки УР, почетного работника ВШ РФ профессора В. П. Ковриго, Ижевск, 24–25 мая 2018 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2018. – С. 157–159.

5. Применение хелатов микроэлементов в технологии возделывания яровой пшеницы / Н. В. Войтович, В. М. Никифоров, М. И. Никифоров [и др.] // Земледелие. – 2019. – № 6. – С. 25–27.

6. Эффективность микроудобрений в наноформе в технологии возделывания овса / И. Ш. Фатыхов, А. И. Кадырова, В. Г. Колесникова, Т. Н. Рябова // От наноструктур, наноматериалов и нанотехнологий к nanoиндустрии: материалы 6-й Международ. конф., Ижевск, 04–06 апреля 2017 года. – Ижевск: ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2017. – С. 84–86.

УДК 633.11"321":632.488

Ч. М. Исламова¹, Е. Ю. Колесникова²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: Chulpanislamova_85@mail.ru

²E-mail: elena-k.colesnikova06.06@yandex.ru

ПОРАЖЕННОСТЬ КОРНЕВЫМИ ГНИЛЯМИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА И ОБРАБОТКИ ПОСЕВОВ ФУНГИЦИДОМ

Наименьшая пораженность сортов яровой пшеницы корневыми гнилями была по предшественнику клевер 2 г.п.: в фазе кущения – 6 %, в фазе молочного состояния зерна – 9 %. Обработка посевов фунгицидом Альто Супер способствовала снижению аналогичного показателя в фазе молочного состояния зерна на 4 %. Наибольшее поражение корневыми гнилями 10,1 % и 9,9 % имели сорта Омская 36 и Свеча соответственно, наименьшее – сорт Ульяновская 105 (7,0 %).

Корневые гнили представляют собой наиболее вредоносные заболевания зерновых культур, которые способны комплексно поражать растения несколькими видами патогенов одновременно. Это приводит к значительному снижению урожайности. Болезнь может распространиться неравномерно и приводить к выпадению всходов, уменьшению продуктивной кустистости, массы зерен и их количества в колосе, ухудшению их качества. Потери урожая от корневых гнилей могут составлять от 15 % до 40 % [2]. Использование новых высокоурожайных сортов является важнейшим элементом совершенствования земледелия и повышения продуктивности сельскохозяйственного производства. С позиций защиты растений, сорта, обладающие устойчивостью к неблагоприятным фитосанитарным факторам, наиболее полно решают задачи защиты посевов от повреждений, энерго- и ресурсосбережения, охраны биосферы от за-

грязнения пестицидами [1]. Использование современного ассортимента фунгицидов позволяет эффективно контролировать и регулировать фитосанитарную ситуацию [3–6]. Поэтому актуально совершенствование системы защиты яровой пшеницы в современных условиях ее возделывания.

Цель исследований – оценка сортов яровой пшеницы по пораженности корневыми гнилями при посеве их по разным предшественникам и обработке посевов фунгицидом.

Задачи исследований: провести анализ развития корневых гнилей в фазе кущения и в фазе молочного состояния зерна.

В связи с этим в 2021 г. на Можгинском государственном сортоучастке был проведен полевой трехфакторный опыт. Схема опыта: Фактор А – Предшественник А 1) Клевер 2 года пользования (контроль); А 2) Ячмень. Фактор В – Сорт В 1) Свеча (контроль); В 2) Иргина; В 3) Омская 36; В. 4) Черноземноуральская 2; В 5) Ульяновская 105; В 6) Экада 109. Фактор С. – Фунгицид С 1) Без обработки (контроль) С 2) Фунгицид Альто Супер. Повторность вариантов 4-кратная. Расположение вариантов в 2 яруса методом расщепленных делянок. Общая площадь – 40 м², учетная площадь – 30 м². Учет пораженности яровой пшеницы болезнями определяли по числу пораженных растений в пробе [Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1989].

Результаты исследований. Корневая система сортов яровой пшеницы в фазе молочного состояния зерна больше поражалась корневыми гнилями относительно пораженности в фазе кущения (табл. 1). В среднем по сортам растения яровой пшеницы в фазе кущения, посеянные после клевера 2 г. п., поражались корневыми гнилями на 5 % ниже, чем при их возделывании после ячменя. Относительно больший процент пораженности корневыми гнилями в этой фазе был выявлен у растений сорта из раннеспелой группы Иргина (5 % по клеверу 2 г.п. и 6 % по ячменю), среднеспелой группы Черноземноуральская 2 (5 % и 7 % соответственно). Более устойчивым в этот период был сорт Ульяновская 105 (4 % и 6 % соответственно).

В фазе молочного состояния зерна сорта яровой пшеницы, не обработанные фунгицидом поражались корневыми гнилями сильнее, чем посевы, обработанные фунгицидом. Посев сортов яровой пшеницы после ячменя способствовал увеличению на 2 % пораженности корневыми гнилями в вариантах без обработки фунгицидом и на 2 % – при опрыскивании фунгицидом. Наибольшая пораженность в варианте без обработки фунгицидом получена у сортов раннеспелой группы Свеча – 13 % после клевера

2 г.п. и 16 % – после ячменя, Иргина – 11 % и 13 % соответственно; среднеранней группы Омская 36 – 16 % и 17 % соответственно. Обработка посевов фунгицидом по разным предшественникам способствовала снижению пораженности корневыми гнилями относительно вариантов без его применения. Наибольшую пораженность имели сорта Омская 36 – 8 % и 13 % и Свеча – 7 % и 11 % соответственно.

Таблица 1 – Пораженность корневыми гнилями сортов яровой пшеницы в зависимости от предшественника и обработки посевов фунгицидом, %, 2021 г.

Сорт	Пораженность, %			
	Кущение		Молочное состояние зерна	
	Клевер 2 г.п. (к)	Ячмень	Клевер 2 г.п. (к)	Ячмень
Без обработки				
Свеча (ст.)	7	9	13	16
Иргина	5	6	11	13
Омская 36	6	8	16	17
Черноземноуральская 2	5	7	10	12
Ульяновская 105	4	6	8	10
Экада 109	6	7	7	11
Среднее	6	7	11	13
Фунгицид Альто Супер				
Свеча (ст.)	6	10	7	11
Иргина	6	6	7	7
Омская 36	6	7	8	13
Черноземноуральская 2	5	7	8	8
Ульяновская 105	5	8	6	9
Экада 109	7	7	7	8
Среднее	6	8	7	9

Независимо от сорта и обработки посевов фунгицидом наибольшая пораженность корневыми гнилями была при посеве яровой пшеницы по ячменю (9,3 %). При посеве после клевера 2 г.п. данный показатель снижался на 2,0 % (рис. 1).

В среднем по опыту сорта яровой пшеницы по разным предшественникам в технологии возделывания без применения обработки посевов фунгицидом имели большее поражение корневыми гнилями – 9,2 % (рис. 2). Посевы, обработанные фунгицидом Альто Супер, сформировали данный показатель на 1,7 % ниже.



Рисунок 1 – Пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями, %



Рисунок 2 – Пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями при обработке посевов фунгицидом Альто Супер, %

Независимо от предшественника и обработки посевов фунгицидом наибольшее поражение корневыми гнилями 10,1 % и 9,9 % имели сорта Омская 36 и Свеча соответственно (рис. 3).

Наименьшее поражение было у сорта Ульяновская 105 (7,0 %).

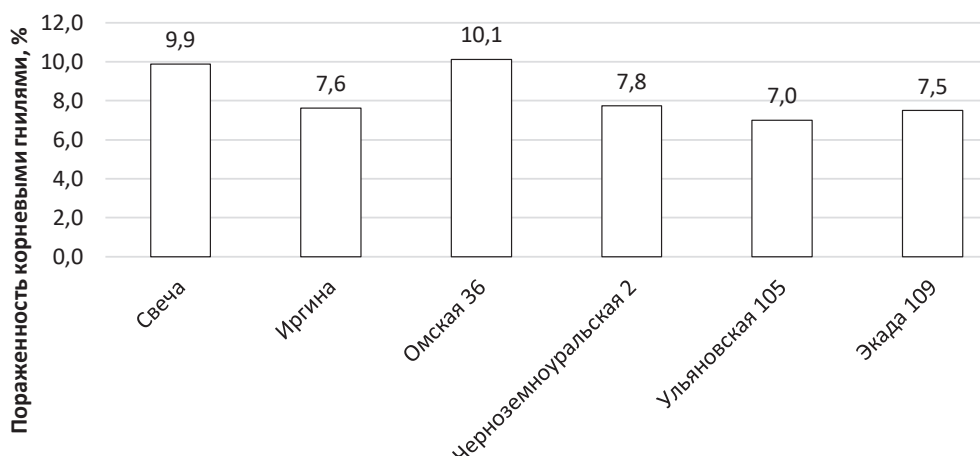


Рисунок 3 – Пораженность сортов яровой пшеницы корневыми гнилями, %

Закключение. Наименьшая пораженность сортов яровой пшеницы корневыми гнилями была по предшественнику клевер 2 г.п.

в фазе кущения – 6 %, в фазе молочного состояния зерна – 9 %. Обработка посевов фунгицидом Альто Супер способствовала снижению аналогичного показателя в фазе молочного состояния зерна на 4 %. Наибольшее поражение корневыми гнилями 10,1 % и 9,9 % имели сорта Омская 36 и Свеча соответственно, наименьшее – сорт Ульяновская 105 (7,0 %).

Список литературы

1. Исламова, Ч. М. Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы Йолдыз на формирование урожайности зерна / Ч. М. Исламова, Е. Л. Дудина, И. Ш. Фатыхов // Вестник Курской ГСХА. – 2022. – № 3. – С. 23–31.
2. Роль сортовых особенностей и элементов технологий возделывания в формировании комплекса основных вредителей яровой пшеницы в лесостепи Приобья / О. В. Кулагин, П. И. Кудашкин, М. Т. Егорычева, И. А. Иванова // Международ. конф. с элементами научной школы для молодых ученых, аспирантов и студентов (Большие Вяземы Московской области 05–09 декабря 2016 г.) // Защита зерновых культур от болезней, вредителей, сорняков: достижения и проблемы: материалы конф. // Большие Вяземы, 2016. – С. 32–36.
3. Общее земледелие, растениеводство: учебное пособие для студентов магистратуры и аспирантов направления подготовки «Сельское хозяйство» / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, Ч. М. Исламова. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – 172 с.
4. Производство зерна в Удмуртской Республике / А. М. Гафанова, Е. В. Корепанова, Ч. М. Исламова [и др.] // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Междунар. научной конф., посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии, Ижевск, 25–26 ноября 2021 года. Отв. за выпуск И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 172–177.
5. Эсенкулова, О. В. Влияние предпосевной и послепосевной обработки почвы на корневую гниль яровой пшеницы / О. В. Эсенкулова, О. В. Коробейникова, М. П. Маслова // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 119–124.
6. Эсенкулова, О. В. Реакция яровой пшеницы Ирень на предшественники / О. В. Эсенкулова // Земледелие. – 2009. – № 1. – С. 34–35.

О. М. Канунникова¹, А. В. Леднев², А. В. Ложкин³

^{1,2}Удмуртский ГАУ

³УдмНИИСХ филиал УдмФИЦ УрО РАН

²E-mail: av-lednev@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ВОДЫ С НАНОПУЗЫРЬКОВОЙ ГАЗОВОЙ ФАЗОЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ

Исследовано влияние артезианской воды, содержащей нанопузырьковую газовую фазу, на урожайность пшеницы и ячменя при предварительном замачивании семян и опрыскивании растений водой с нанопузырьками Ar, O₂, N₂, CO₂, а также воздуха. Установлено, что обработка ускоряет процессы прорастания семян и повышает урожайность пшеницы и ячменя, а предварительное замачивание семян оказывает большее влияние на урожайность пшеницы, чем опрыскивание растений. Эффект обработки зависит от природы газа и его концентрации в растворе.

Пузырьки газа в воде и водных растворах диаметром <1000 нм обладают уникальными свойствами благодаря отрицательно заряженной поверхности [1–3]. Кроме того, многочисленные экспериментальные результаты свидетельствуют о повышенной активности воды с пузырьковой фазой по отношению к различным живым организмам – микроорганизмам, растениям, рыбам, животным, человеку [4–9].

Более 10 лет назад вода с газовыми нанопузырьками стала использоваться в сельскохозяйственном применении (для стимулирования роста). Несколько исследований показали, что использование нанопузырьков способствует быстрому прорастанию и росту семян [10–12]. Скорость прорастания семян ячменя, погруженных в воду, содержащую нанопузырьки, образованные из газовых смесей азота и чистого воздуха, была на 15–25 % выше, чем у семян, погруженных в дистиллированную воду с добавлением той же концентрации растворенного кислорода [13]. Прорастание семян является одной из первых и наиболее фундаментальных стадий жизни растения и во многом определяет рост растения и получение урожая [14].

Авторы [15] исследовали влияние четырех типов нанопузырьков на прорастание семян и рост растений. Нанопузырьки воздуха, кислорода, азота и углекислого газа были получены в водопроводной воде. В тестах на прорастание и рост использовались различные растения, включая салат-латук, морковь, фасоль фава и помидоры. Семена в воде, содержащей нанопузырьки, показали более высокую всхожесть на 6–25 %.

Нанопузырьки азота оказывали значительное влияние на прорастание семян. Длину и массу стебля повышали нанопузырьки всех газов. Стимулирующий эффект был в первую очередь приписан образованию экзогенных активных форм кислорода и более высокой эффективности фиксации или утилизации питательных веществ. Авторы [18] использовали технологию опрыскивания для обработки риса. Результаты показали, что полив водой с нанопузырьками и азотные удобрения оказывают существенное влияние на кущение раннего риса, и эффект от внесения азотного удобрения был больше. Таким образом, к настоящему моменту известно, что, как замачивание семян, так и опрыскивание растений с газовыми пузырьками, приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Целью данной работы явилось сравнительное исследование влияния опрыскивания растений и замачивания семян на урожайность пшеницы и ячменя.

В экспериментах использовалась артезианская среднеминерализованная вода. Нанопузырьковую газовую фазу в воде получали барботированием в электромагнитном поле. Газы O_2, N_2, Ar, CO_2 (99,98 %), воздух ($CO_2 < 1 \text{ ppm}$). Результаты исследования газовой фазы в Институте общей физики им. Прохорова (г. Москва) сводятся к следующему [19]:

- размеры нанопузырьков разных газов, сформированные при одинаковых режимах обработки, различаются незначительно и составляют порядка 200–300 нм;

- в области среднего времени обработки (10–30 с) в атмосфере аргона и кислорода наблюдается незначительное уменьшение размеров газовой нанопузырьковой фазы по сравнению с малыми и большими временами обработки;

- на нанопузырьках формируется двойной электрический слой; величины дзета-потенциалов составляют порядка 10–40 мВ;

- газовые нанопузырьки повышают рН воды на 0,2–0,4 в ряду воздух $< Ar < CO_2 < O_2 < N_2$.

Для экспериментов использовались семена яровой пшеницы сорта Свеча (репродукция – элита, всхожесть – 98 %, чистота 99,8 %, масса 1000 семян 33,4 г), и ячменя сорта Белгородский 100 (репродукция – элита, всхожесть – 97 %, чистота 99,7 %, масса 1000 семян 47,2 г). Для анализа набухания навески семян массой 20 г при температуре $25 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ помещали в химические стаканы объемом 200 мл и заливали 30 мл артезианской воды и воды с нанопузырьками. Анализ семян проведен к.ф.-м.н. В. В. Аксеновой (Удмуртский ФИЦ) методом ИК-спектроскопии на ИК Фурье-спектрометре ФСМ 1202 (Россия), приставка МНПВО.

Полевые эксперименты проводились на участке, расположенном на средней части слабопокатога (1–2°) северо-восточного склона увала. Угодье – пашня. Почва агродерново-подзолистая средне-суглинистая (табл. 1).

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы

Горизонт	Гумус, %	pH _{KCl}	Физико-химические показатели, ммоль/100 г		Химические показатели, мг/кг			
			N _r	S	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NH ₄	N-NO ₃
P (0–26 см)	2,1	4,9	4,22	10,40	178	94	9.5	42.0

Схема полевых опытов включала два варианта: 1) замачивание семян в исходной артезианской воде и в воде с нанопузырьками газов в течение 1 минуты; 2) опрыскивание всходов зерновых культур исходной артезианской водой и водой с нанопузырьками газов в дозе 0,25 л на 1 м². Опыты заложены в 4-кратной повторности. Размер опытной делянки 1×1 м. На каждую делянку высеяно по 30 г семян яровой пшеницы и ячменя, что соответствовало норме высева 8,8 млн всхожих семян на 1 га. Перед посевом культур внесены сложные минеральные удобрения (NPK – 19:19:19) в дозе 30 кг/га действующего вещества по каждому элементу. Статистическую обработку результатов эксперимента проводили методом дисперсионного анализа с использованием стандартного пакета Microsoft Excel.

Согласно полученным результатам, степень набухания семян пшеницы и ячменя в исходной артезианской воде и воде с нанопузырьками газов разной природы одинакова.

Процесс прорастания семян представляет собой целую группу взаимосвязанных биохимических процессов, которые начинаются ещё до того, как появляются признаки видимого роста. Можно выделить две фазы набухания семян. Первая фаза интенсивного набухания семян пшеницы длится ~20 ч, а семян ячменя – ~40 ч. Резкое повышение массы семян на этом этапе связано с поглощением воды оболочками семян, имеющими большое количество пор, капилляров, пустот, служащих резервуарами для первичного накопления влаги. Более продолжительное время первого этапа набухания и большей степени увеличения массы семян ячменя обусловлено наличием на поверхности семян рыхлой оболочки. На втором этапе начинается гидролиз углеводов с образованием водорастворимых соединений. При этом скорость увеличения массы семян снижается за счет выхода водорастворимых соединений.

В таблице 2 приведены данные по прорастанию семян пшеницы и ячменя в исходной артезианской воде и в воде с нанопузырьками.

Таблица 2 – Энергия прорастания семян пшеницы и ячменя при 25 °С (%)

Газ нанопузырьков	Время нахождения в воде с NBs, ч									
	Пшеница					Ячмень				
	12	15	20	25	45	12	15	20	25	45
Артез. вода	1	4	25	38	90	0	1	26	58	86
O ₂	4	6	28	64	100	0	5	30	61	76
N ₂	4	11	34	59	100	0	1	20	51	77
Air	5	6	33	63	100	0	2	25	53	83
CO ₂	1	8	27	58	100	0	1	22	51	77
Ar	2	6	31	66	100	0	2	25	53	83
HCP _{0,5}								F _φ < F ₀₅		

Количество корешков и длина ростков проросших семян пшеницы и ячменя не зависят от присутствия нанопузырьков. Длина корешков в воде с нанопузырьками аргона несколько ниже (~ на 10–13 %), чем в необработанной воде. В воде с NBs азота и кислорода длина корешков больше, чем в исходной воде на ~ 25 % и ~ 10 %, соответственно.

На рисунке 1 приведены значения суммарной площади полос поглощения ИК-спектров семян пшеницы на последовательных стадиях прорастания в воде.

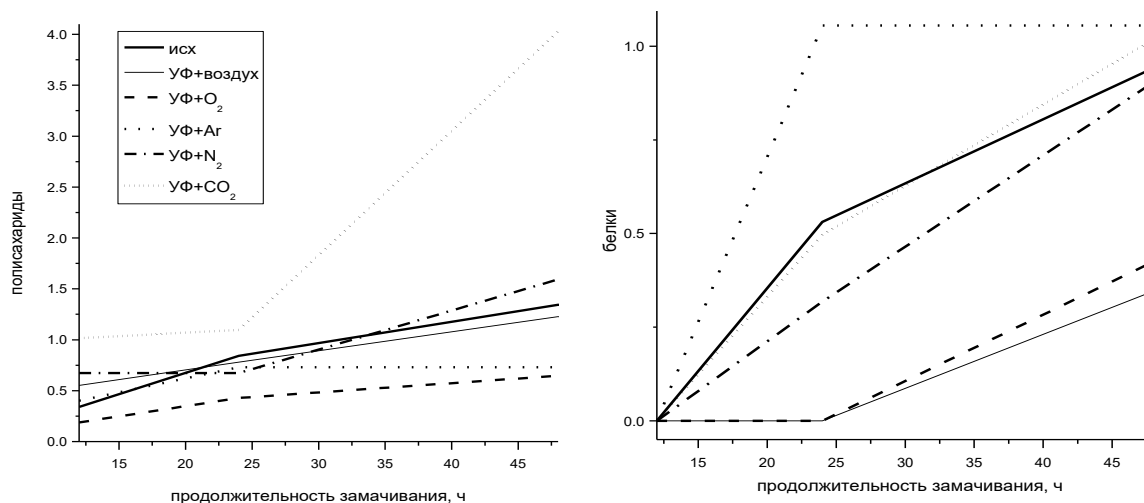


Рисунок 1 – Сумма интегральных интенсивностей ИК-полос поглощения образцов семян пшеницы в зависимости от длительности нахождения в воде, соответствующих колебаниям связей молекул белков и полисахаридов

Вплоть до 20 ч замачивания происходит интенсивное увеличение массы семян, и появляются первые проростки (табл. 2). Концентрация полисахаридов в семенах, замоченных как в исходной воде, так и в воде с нанопузырьками, практически не изменяется, что свидетельствует о низкой активности процессов их взаимодействия с во-

дой (рис. 1). На этой стадии в семенах, замоченных в воде с нанопузырьками кислорода и воздуха, содержание белков не изменяется. При этом в семенах, замоченных в исходной воде и в воде с нанопузырьками аргона, азота и углекислого газа, количество белков увеличилось. Содержание белков в семенах в зависимости от природы газа нанопузырьков уменьшается в ряду $Ar > \text{исходная} = CO_2 > N_2 > O_2 = \text{воздух}$. Не наблюдалось корреляции между изменением содержания белка в семенах и кинетикой их прорастания.

Через 25 ч нахождения в воде с нанопузырьками в составе семян происходит резкий скачок содержания полисахаридов и белков. При этом наблюдается интенсивное появление ростков. Следует отметить, что наибольшее содержание полисахаридов наблюдается в семенах, находящихся в воде с нанопузырьками CO_2 , а наибольшее содержание белков – в воде с нанопузырьками Ar. Сравнение с данными таблицы 2 показывает, что не наблюдается корреляции между изменением содержания белка и полисахаридов в семенах и кинетикой их прорастания. Таким образом, природа газа нанопузырьков не является определяющим фактором интенсивности прорастания семян.

Влияние воды с нанопузырьками на урожайность пшеницы показана в таблице 3. Все виды воздействий на семена и всходы пшеницы оказало влияние (положительное или отрицательное) на рост и развитие растений, что отразилось, в конечном итоге, на их урожайности. Данные таблицы свидетельствуют, что даже простое замачивание семян в исходной артезианской воде в течение 1 мин. способствовало статистически достоверному повышению урожайности пшеницы на 10,4 г/м² или на 14,6 %.

Обработка водой с газовыми нанопузырьками способствовала дополнительному повышению урожайности. Опрыскивание растений пшеницы артезианской водой в фазу всходов в дозе 0,25 л на 1 м² проявило положительную тенденцию по повышению урожайности 4,1 г/м² (на 6 %). В агрономической практике такие низкие дозы опрыскивания водой практически не применяются, но они широко используются для различных химических обработок растений регуляторами роста, микроудобрениями или средствами их защиты. Активация воды нанопузырьками различных газов способствовала дополнительному увеличению урожайности зерна пшеницы: нанопузырьки воздуха (на 9,7 г/м² или на 12,8 %), нанопузырьки углекислого газа (на 18,5 г/м² или на 24,5 %). Опрыскивание пшеницы водой с нанопузырьками кислорода и аргона не оказали статистически достоверного влияния на её урожайность.

Влияние обработки водой с нанопузырьками семян и растений на урожайность ячменя демонстрируется данными таблицы 3.

Таблица 3 – Урожайность пшеницы
в зависимости от природы газа нанопузырьков

Вариант опыта		Урожай- ность, г/м ²	Отклонения, г/м ²	
			от абс. контр.	от контроля 1 или 2
Посев сухих семян (абсолютный контроль)		71,3±23,1	-	-
Замачива- ние семян в воде	Исходная вода (контроль 1)	81,7±15,4	10,4	-
	Вода с нанопузырьками кислорода	84,3±18,0	13,0	2,6
	Вода с нанопузырьками воздуха	91,5±26,9	20,2	9,8
	Вода с нанопузырьками углекислого газа	95,0±29,3	23,7	13,3
	Вода с нанопузырьками аргона	96,9±16,4	19,7	9,3
Опры- скивание всходов водой	Исходная вода (контроль 2)	75,4±11,6	4,1	-
	Вода с нанопузырьками кислорода	74,6±12,7	3,3	-0,8
	Вода с нанопузырьками воздуха	85,1±26,8	13,8	9,7
	Вода с нанопузырьками углекислого газа	93,9±11,1	22,6	18,5
	Вода с нанопузырьками аргона	84,2±32,3	12,9	8,8
Наименьшая существенная разность		-	9,9	9,6

Даже простое замачивание семян в исходной артезианской воде в течение 1 мин. способствовало повышению урожайности ячменя на 0,32 г/м² или на 13 % (на уровне положительной тенденции). Активация воды нанопузырьками газов способствовала дополнительному повышению урожайности, статистически достоверному только в вариантах с Ar (на 0,689 кг/м² или 22 %) и O₂ 16х (на 0,50 кг/м² или 18 %). Исключение составила обработка воды нанопузырьками воздуха, она обусловила статистически достоверное снижение урожайности зерна на 0,68 кг/м² или 24 %. Опрыскивание всходов растений ячменя артезианской водой увеличило урожайность ячменя на 0,44 кг/м² или 18 %. Активация воды нанопузырьками газов оказала различное влияние на эффективность данного агроприёма: в одних случаях урожайность зерна дополнительно статистически достоверно увеличивалась (в случае обработки воды углекислым газом) (табл. 4).

Обобщая вышеизложенные результаты, можно сказать следующее:

- набухание семян не зависит от присутствия нанопузырьковой фазы и природы газа;
- независимо от природы газа обработка водой с нанопузырьковой фазой ускоряет процессы прорастания семян и урожайность пшеницы и ячменя;
- предварительное замачивание семян пшеницы оказало большее влияние на урожайность;

- опрыскивание растений ячменя оказывает более заметное действие на урожайность, чем предварительное замачивание семян;
- эффект обработки зависит от природы и концентрации нанопузырьковой фазы;
- не наблюдается корреляции между урожайностью и природой газов нанопузырьков в воде, используемой для обработки семян и растений.

По-видимому, набухание семян определяется преимущественно процессами диффузии молекул воды через оболочку семян, которые не зависят от присутствия газовой фазы.

Таблица 4 – Влияние артезианской воды с газовыми нанопузырьками на урожайность ячменя, (г/м²)

Варианты	Урожайность	Отклон. от абс. контроля		Отклон. от фона	
		г/м ²	%	кг/м ²	%
Абсолютный контроль	252	-	-	-	-
Замачивание семян в артезианской воде (фон 1)	285	32	13	-	-
Замачивание с воздухом	217	-36	-14	-68	-24
Замачивание с CO ₂	315	63	25	30	11
Замачивание с N ₂	287	34	14	2	1
Замачивание с Ar	354	101	40	69	24
Замачивание с O ₂ 16х	335	83	33	50	18
Опрыскивание артезианской водой (фон 2)	297	44	18	-	-
Опрыскивание с воздухом	286	34	13	-11	-4
Опрыскивание с CO ₂	363	111	44	66	22
Опрыскивание с N ₂	289	36	14	-8	-3
Опрыскивание с Ar	295	43	17	-2	-1
Опрыскивание с O ₂	250	-3	-1	-47	-16
НСР ₀₅	42 г/м ²	16 %			

Следовало бы ожидать корреляцию между интенсивностью процессов прорастания семян и урожайностью пшеницы и ячменя и природой газов вследствие различного участия газов в биохимических процессах, сопровождающих прорастание и созревание зерновых. Однако такая корреляция не наблюдается.

В [12, 21] высказано предположение о том, что причиной повышения урожайности растений могут быть активированные молекулы растворенного кислорода вблизи нанопузырьков. В этом случае количество активированного кислорода будет увеличиваться с ростом растворимости газов и увеличением количества нанопузырьков. В та-

блице 5 приведены результаты исследования влияния обработки водой с разным содержанием кислорода на урожайность ячменя.

Таблица 5 – Влияние воды с разным пересыщением кислородом на урожайность ячменя

Варианты обработки (пересыщение кислородом)	Среднее	Отклонение от абс. контроля		Отклонение от фона	
		кг/м ²	%	кг/м ²	%
Замачивание семян в артезианской воде (фон 1) (1.0)*	2,85	0,32	13	-	-
Замачивание с O ₂ (3.26)*	3,35	0,83	33	0,50	18
Замачивание с O ₂ (2.97)*	3,19	0,67	27	0,34	12
Замачивание с O ₂ (2.0)*	2,90	0,38	15	0,05	2
Опрыскивание артезианской водой (фон 2) (1.0)*	2,97	0,44	18	-	-
Опрыскивание с O ₂ (3.26)*	2,50	-0,03	-1	-0,47	-16
Опрыскивание с O ₂ (2.97)*	3,34	0,81	32	0,37	12
Опрыскивание с O ₂ (2.0)*	2,94	0,42	17	-0,03	-1
НСР ₀₅	0,42 г/м ²				

Примечание: * – пересыщение кислородом.

Видно, что замачивание семян в воде с наибольшим содержанием нанопузырьковой фазы кислорода приводит к самому высокому урожаю ячменя. Снижение пересыщения кислородом, определяющее концентрацию нанопузырьковой фазы на 15 % и 57,5 %, приводит к снижению урожайности на 9 % и 13 % соответственно. Однако урожайность после замачивания семян в необработанной артезианской воде и в воде с пересыщением (2,0) практически одинакова.

Урожайность ячменя после опрыскивания растений не коррелирует с содержанием нанопузырьковой фазы.

Сопоставление данных таблицы 5 с растворимостью газов также не позволяет считать формирование активированного кислорода основным фактором, определяющим повышение урожайности. Хотя аргументы [12, 21] достаточно убедительны, но, видимо, существуют и другие отличительные черты газовых нанопузырьков, не зависящие от их природы, которые оказывают катализирующее действие на ряд биохимических процессов в семенах и растениях.

Мы предположили, что такой чертой может являться двойной электрический слой на поверхности. Благодаря этому слою нанопузырьковая фаза может принимать участие в окислительно-восстановительных биохимических реакциях. Это предположение было сделано нами ранее в результате исследований влияния приема

воды с газовыми нанопузырьками на состояние крыс с экспериментальным диабетом [19]: вода с нанопузырьками оказывала действие на биохимические показатели крови крыс с диабетом, подобное действию препаратов-антиоксидантов. В настоящее время обоснование наблюдаемых эффектов действия воды и водных растворов с нанопузырьками на биологические объекты (в том числе и на растения) находится на стадии выдвижения и обоснования гипотез. Для подтверждения или опровержения гипотез необходимы дальнейшие исследования.

В заключение отметим, что полевые эксперименты проводились в регионе рискованного земледелия. В более благоприятных условиях роста пшеницы и ячменя следует ожидать более заметных эффектов влияния обработки семян и растений водой с нанопузырьковой газовой фазой на урожайность.

Авторы выражают благодарность к.ф.-м.н. В. В. Аксеновой за проведение исследований методами ИК-спектроскопии, и к.т.н. В. И. Кожевникову за получение воды с нанопузырьковой газовой фазой.

Список литературы

1. Agarwal A., Liu Y. Principle and applications of microbubble and nanobubble technology for water treatment / A. Agarwal, Y. Liu // *Chemosphere*, 2011. – V.84, p.1175–1180.
2. Matsuki N. Blood oxygenation using microbubble suspensions / N. Matsuki, S. Ichiba, T. Ishikawa, O. Nagano, M. Takeda, et al. // *Eur. Biophys. J.*, 2012. – V.41, p. 571–578.
3. Takahashi M. Free-radical generation from collapsing microbubbles in the absence of a dynamic stimulus / M. Takahashi, K. Chiba, P.Li // *J. Phys. Chem. B*, 2007. – V.111, p.1343–1347.
4. Hwang M. S. Effect of Nanobubbles on the Seed Germination / M. S. Hwang, S. H. Oh, J. I. Lee, J. W. Han, J-M. Kim // *Kor. J. Plant Res.*, 2016. – V.29, Is.5, p. 574–578.
5. Ebina K. Oxygen and air nanobubble water solution promote the growth of plants, fishes, and mice. / K. Ebina, K. Shi, M. Hirao, J. Hashimoto, Y. Kawato, S. Kanehiro, H. Yoshikawa // *PLoS One*, 2013. – V.8, N6, e65339.
6. Hayakumo S. Effects of ozone nano-bubble water on periodontopathic bacteria and oral cells – *in vitro* studies / S. Hayakumo, S. Arakawa, M. Takahashi, K. Kondo, Y. Mano, Y. Izumi // *Sci Technol. Adv. Mater.*, 2014. – V.15, N5, 055003.
7. Himuro S. Effects of Microbubbles on Bacteria” (in Japanese) / S. Himuro, T. Deguchi, R. Takamatsu // *Progress in Multiphase Flow Research*, 2009. – V.4, p.95–102.
8. Hideki Tsuge. *Micro- and Nanobubbles: Fundamentals and Applications*. Taylor and Francis Group, LLC, Boca Raton, FL, USA, 2015. – 375 p.
9. Tomohiro M. *An Introduction to Micro / ano-Bubbles and their Applications* / M. Tomohiro // *Systematics, cybernetics and informatics*, 2013. – N4, p.68–73.

10. Liu S. Oxidative capacity of nanobubbles and its effect on seed germination / S. Liu, S. Oshita, Y. Makino, Q. Wang, Y. Kawagoe, T. Uchida // ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2015. – V.4, p.1347–1353.
11. Liu S. Nanobubble Water's Promotion Effect of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Sprouts Supported by RNA-Seq Analysis. / S.Liu, S.Oshita, S.Kawabata, D. Q. Thuyet // Langmuir 2017. – v.33, p.12 478–12 486.
12. Liu S. Identification of ROS Produced by Nanobubbles and Their Positive and Negative Effects on Vegetable Seed Germination/ S. Liu, S. Oshita, S. Kawabata, Y. Makino, T. Yoshimoto // Langmuir, 2016. – v.32, p.11 295–11 302.
13. Liu S. Effects of nanobubbles on the physicochemical properties of water: The basis for peculiar properties of water containing nanobubbles / S. Liu, Y. Kawagoe, Y. Makino, S. Oshita // Chemical Engineering Science, 2013. – v.93, p.250–256.
14. Khayatnezhad M. Effects of peg stress on corn cultivars (*Zea mays* L.) at germination stage/ M. Khayatnezhad, R. Gholamin, S. Jamaatie-Somarin, R. Zabihi-Mahmoodabad // World Appl. Sci. J., 2010. – v.11, p.504–506.
15. Ahmed Khaled Abdella Ahmed. Influences of Air, Oxygen, Nitrogen, and Carbon dioxide Nanobubbles on Seeds Germination and Plants Growth / Ahmed Khaled Abdella Ahmed, Xiaonan Shi, Likun Hua, Leidy, Manzueta, Weihua Qing, Taha Marhaba, and Wen Zhang // J. Agric. Food Chem., 2018. – v.66, N20, p.5117–5124.
16. Bhattarai S. P. Oxygation unlocks yield potentials of crops in oxygen-limited soil environments / S. P. Bhattarai, N. H. Su, D. J. Midmore // Advances in Agronomy, 2005. – v.88, p. 313–377.
17. Ben-Noah I. **Aeration of clayey soils by injecting air through subsurface drippers: Lysimetric and field experiments** / I. Ben-Noah, S.P. Friedman // Agricultural Water Management, 2016. – v. 176, p. 222–233.
18. Honghui Sang. **Effects of micro-nano bubble aerated irrigation and nitrogen fertilizer level on tillering, nitrogen uptake and utilization of early rice** / Honghui Sang, Xiyun Jiao, Shufang Wang, Weihua Guo, Mohamed Khaled Salahou, Kaihua Liu // Plant Soil Environ, 2018. – v.64, N7, p.297–302.
19. Butolin E. G. Investigation of parameters and biological properties of argon nanobubbles in artesian water / E. G. Butolin, O. M. Kanunnikova, V. I. Kozhevnikov, A. A. Solovyev // The scientific heritage, 2016. – № 5 (5), p.38–43 (in Russian).
20. Kanunnikova O. M. Effect of artesian water with a gas nanobubbles (Ar, O₂, N₂, CO₂, air) on biochemical progress in spring wheat seeds / O. M. Kanunnikova, A. V. Lednev, V. V. Aksenova, A. V. Lozhkin, V. I. Kozhevnikov, A. V. Trubachev // IJRDO-Journal of Applied Science, 2017. – V.3, Is.11, P. 32–50.
21. Ishibashi Y. NADPH Oxidases act as key enzyme on germination and seeding growth in barley (*Hordeumvulgare* L.) / Y. Ishibashi, T. Tawaratsumida, S. H. Zheng, T. Yuasa, Mari Iwaya-Inoue // Plant Prod. Sci., 2010. – v.13, N1, p.45–52.

**О. М. Канунникова¹, О. С. Тихонова²,
Н. Б. Перевощикова³**

^{1,2}Удмуртский ГАУ

³ФГБОУ ВО УдГУ

¹E-mail: olam313597@gmail.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЦИНКОВЫХ И МЕДНЫХ СОЛЕЙ РАЗНОГО СОСТАВА НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ЧЕРНОЗЕМНОУРАЛЬСКАЯ

Впервые исследовано влияние оригинальных комплексных солей меди и цинка с ОЭДФ на биометрические показатели растений мягкой яровой пшеницы сорта Черноземноуральская, синтезированных на кафедре фундаментальной и прикладной химии ФГБОУ ВО УдГУ. Несмотря на то, что комплексы практически нерастворимы в воде, полив растворами с суспензией оказал наибольшее влияние на длину и массу корней и стеблей пшеницы.

Актуальность. Благодаря высокой биологической активности комплексные удобрения занимают особую нишу среди удобрений на основе других типов солей. Чаще всего используются хорошо растворимые хелатные комплексы. К настоящему времени исследована специфика усвоения комплексонатов многих микроэлементов корнями и побегом (стеблем) растения. Выявлены свойства комплексов, которые определяют эффективность их усвоения растениями при проведении корневых и некорневых подкормок культурных растений [1–5].

Чаще всего стараются использовать хорошо растворимые соли, в том числе комплексные. Водорастворимые удобрения эффективны, особенно в начальной фазе роста растений. Однако хорошая растворимость удобрений не всегда бывает преимуществом.

Так, водорастворимые формы фосфорных удобрений превращаются в труднорастворимые фосфаты при взаимодействии с кальцием, железом, алюминием и другими элементами, содержащимися в почве. Преимуществом таких удобрений является то, что они не вымываются дождевыми и оросительными водами. Кроме того, они медленнее воздействуют на растения и обладают длительным последствием [6].

Актуальным является сравнительное исследование действия удобрений разной растворимости на рост культурных растений.

Целью данной работы явилось сравнительное исследование влияния цинковых и медных солей разного состава на биометрические показатели растений мягкой пшеницы сорта Черноземноуральская.

Семена пшеницы высевали на площади 30×20 см. Для проращивания семян использовалась почва дерново-среднеподзолистая суглинистая, являющаяся наиболее распространенной почвой для сельскохозяйственных угодий Удмуртской Республики.

В качестве удобрений использовали растворы сульфатов и комплексов цинка и меди с ЭДТА и ОЭДФ. С ЭДТА медь и цинк образуют хелатные комплексы. Комплексы с ОЭДФ имеют структуру плоских циклов (рис. 1). Эти комплексы были синтезированы и исследованы на кафедре фундаментальной и прикладной химии ФГБОУ ВО УдГУ.

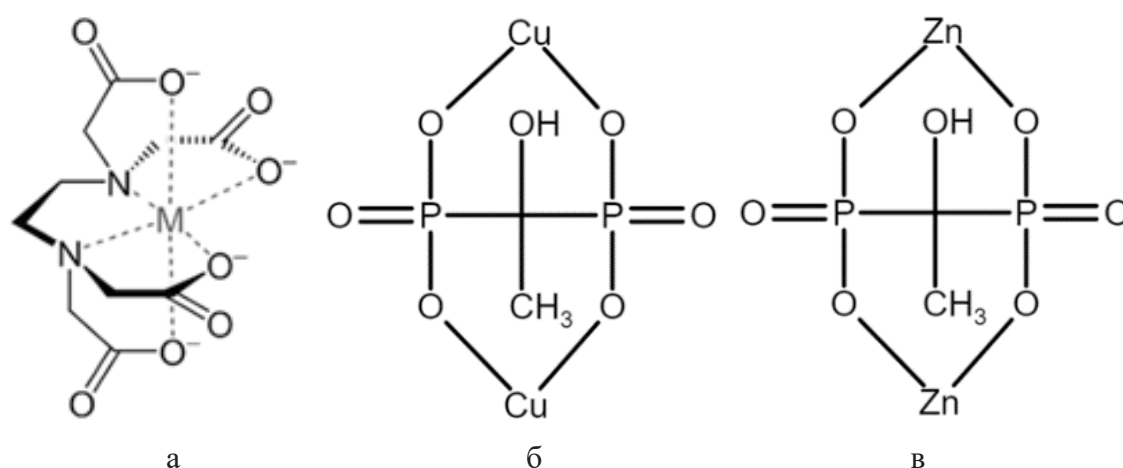


Рисунок 1 – Структурные формулы комплексных соединений меди и цинка: а – хелатные комплексы с ЭДТА; б – комплексы с ОЭДФ

Семена мягкой яровой пшеницы сорта Черноземноуральская были посеяны в дерново-среднеподзолистую суглинистую почву в лабораторных условиях. Полив семян водой с добавлением солей меди и цинка проводился каждый день из расчета 200 мл растворов на 600 см^2 посевных площадей.

Процентное содержание катионов металлов в исследованных соединениях приведено в таблице 1. Содержание $[\text{Zn}^{2+}]$ в растворах составляло 0,052 г/л, содержание $[\text{Cu}^{2+}]$ – 0,128 г/л.

Кислотность почвы после полива растворами исследуемых веществ близка нейтральной (табл. 2).

Через 37 дней растения извлекли из почвы, корни промыли и просушили фильтровальной бумагой. Измерили длину и массу корней и стеблей.

Результаты представлены в таблицах 3, 4.

Таблица 1 – Процентное содержание катионов металлов в использованных удобрениях

Вещество		Содержание катиона металла, вес. %	Масса растворенного вещества (г) в 1 л воды
катион	формула вещества		
вода	H ₂ O	-	-
Cu ²⁺	CuSO ₄ ·5H ₂ O	25	0,500
	Хелат ЭДТА-Cu	13	0,985
	Комплекс ОЭДФ- Cu	39	0,328
Zn ²⁺	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	21	0,230
	Хелат ЭДТА- Zn	15	0,347
	Комплекс ОЭДФ - Zn	31	0,168

Таблица 2 – Значения pH водной вытяжки почвы

Образец	pH
Вода	6,67
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	7,14
Хелат ЭДТА- Zn	6,91
Комплекс ОЭДФ - Zn	7,02
CuSO ₄ ·5H ₂ O	7,25
Хелат ЭДТА-Cu	6,89
Комплекс ОЭДФ- Cu	7,07

Таблица 3 – Влияние добавок солей меди и цинка на длину и массу корней и стеблей пшеницы на 30 сутки роста

Образец	Длина, мм		Масса, г	
	корень	стебель	корень	стебель
Вода	8,5	29,6	0,076	1,528
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	11,0	29,9	0,146	1,496
Хелат ЭДТА- Zn	9,5	32,4	0,089	1,644
Комплекс ОЭДФ - Zn	9,3	36,4	0,086	2,347
CuSO ₄ ·5H ₂ O	10,9	31,3	0,136	1,631
Хелат ЭДТА-Cu	9,2	29,9	0,118	1,708
Комплекс ОЭДФ- Cu	9,7	33,3	0,096	2,099

Таблица 4 – Показатели линейного роста и биомассы пшеницы на 30 сутки роста

Образец	ИДК	ИДС	Отн. длины корней к их массе	Отн. длины стеблей к их массе	Соотношение длины побег: стебель	Соотношение массы побег: стебель
Вода	1	1	111,8	19,4	3,5	20,1
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	1,5	1,01	75,3	20,0	2,7	10,2
Хелат ЭДТА- Zn	1,12	1,09	106,7	19,7	3,4	18,5
Комплекс ОЭДФ - Zn	1,09	1,23	108,1	15,5	3,9	27,3
CuSO ₄ ·5H ₂ O	1,3	1,06	80,1	19,2	2,9	12,0
Хелат ЭДТА-Cu	1,1	1,01	78,0	17,5	3,3	14,5
Комплекс ОЭДФ- Cu	1,15	1,13	101,1	15,9	3,4	21,9

Контроль за содержанием катионов металла в почве и растительном материале проводился в ФГБОУ ВО УдГУ на спектрокане МАКС-GV.

Принцип действия основан на последовательном выделении кристаллом характеристических линий флуоресцентного излучения исследуемого образца, возбуждаемого излучением острофокусной рентгеновской трубки, регистрации интенсивности этих линий и пересчета их в содержание соответствующих элементов. Для этого предварительно почва была просеяна, а растения высушены и измельчены.

Таблица 5 – Содержание цинка (II) в почве и в пшенице

Образец	Содержание Zn, мг/кг	
	Почва	Растительный материал
Вода	226,4 ± 3,9	42,1 ± 3,9
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	282,7 ± 4,9	93,0 ± 3,6
Хелат ЭДТА- Zn	301,8 ± 4,3	145,0 ± 5,3
Комплекс ОЭДФ - Zn	398,5 ± 4,4	322,9 ± 3,4

Таблица 6 – Содержание меди (II) в почве и в пшенице

Образец	Содержание меди (II), мг/кг	
	Почва	Пшеница
Вода	< нпко *	< нпко
CuSO ₄ ·5H ₂ O	25,9 ± 3,9	42,0 ± 4,3
Хелат ЭДТА-Cu	26,3 ± 3,9	63,2 ± 4,3
Комплекс ОЭДФ- Cu	29,2 ± 3,9	123,7 ± 4,3

Примечание: * нижний предел количественного определения – наименьшая концентрация анализируемого вещества в образце, которая поддается надежному количественному определению с приемлемой правильностью и прецизионностью (20 мг/кг).

Выводы:

1. Впервые исследовано влияние плоских комплексов цинка и меди с ОЭДФ, синтезированных в ФГБОУ ВО УдГУ. Несмотря на то, что комплексы нерастворимы в воде, они оказали большее влияние на рост пшеницы по сравнению с сульфатами и растворимыми комплексами меди и цинка с ЭДТА.

2. Независимо от природы, соли меди и цинка стимулируют рост корней и стеблей пшеницы. Длина и масса корней и стеблей больше, чем в контрольной группе.

3. Сульфаты цинка и меди активизируют рост корней больше, чем комплексы с ЭДТА и ОЭДФ. При этом комплексы с ЭДТА оказывают большее влияние, чем комплексы с ОЭДФ.

4. На длину и массу стеблей наибольшее влияние оказывают комплексы с ОЭДФ.

5. Большее количество катионов меди и цинка в почве, увлажненной растворами комплексов, можно связать с большей энергией адсорбции комплексов частицами почвы. Этот же эффект приводит к более высокому содержанию катионов металлов в растениях пшеницы.

Полученные результаты носят предварительный характер. Для их объяснения необходимо проведение дополнительных исследований.

Список литературы

1. Битюцкий, Н. П. Микроэлементы и растение: учебное пособие / Н. П. Битюцкий. – 2004. – URL: https://agromage.com/stat_id.php (дата обращения 30.11.2022).

2. Мухина, М. Т. Эффективность применения удобрений на основе комплексов хелатов микроэлементов и аминокислот на озимой пшенице в Нижегородской области / М. Т. Мухина, И. П. Можарова, А. А. Коршунов // Плодородие. – 2020. – № 1. – С. 14–17.

3. О механизме действия хелатных форм микроудобрений на клетки яровой пшеницы при некорневой обработке / В. М. Пахомова, Е. К. Бунтукова, И. А. Гайсин [и др.] // Вестник РАСХН. – 2005. – № 3. – С. 26–28.

4. Применение комплексных хелатных удобрений: преимущества перед традиционными препаратами, особенности использования. – URL: <https://goodgrunt.ru/organicheskie/xelatnye-udobreniya> (дата обращения 30.11.2022).

5. Вильдфлуш, И. Р. Эффективность применения микроудобрений в хелатной форме при возделывании яровой пшеницы / И. Р. Вильдфлуш, О. И. Мишура // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 2. – С. 172–180.

6. Технология получения новых комплексных фосфорных удобрений / Б. С. Сотиболдиев, М. А. Хошимханова, З. К. Дехканов, Х. Ш. Арипов // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. – 2020. – № 6 (72). – URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/9375> (дата обращения 30.11.2022).

А. Ю. Карпова¹, К. С. Клековкин², К. В. Емельянов³

^{1,2,3}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: alinar30@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ ДЕРНОВО-СРЕДНЕПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ВИКО-ОВСЯНОЙ СМЕСИ

Длительное систематическое применение различных систем удобрения способствует существенному повышению урожайности зелёной массы вико-овсяной смеси, особенно органоминеральная система удобрения на фоне извести. С внесением минеральных удобрений на фоне извести улучшается биологическая активность дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы, а именно показателя дыхания почвы. В целом вегетационный период 2022 года был жарким и засушливым (ГТК = 0,92), в таких условиях дыхание почвы протекает более интенсивно.

Процесс почвообразования и плодородие почвы тесно связан с жизнедеятельностью микроорганизмов. Для дерново-подзолистых почв, широко распространённых в Удмуртской Республике, характерен низкий уровень естественного плодородия за счёт преобладающего подзолистого почвообразовательного процесса [5]. Именно поэтому для успешного и экономически выгодного возделывания сельскохозяйственных культур систематически необходимо вносить удобрения, как минеральные, так и органические. С повышением уровня плодородия почв улучшается и их микробиологическая активность. Микроорганизмы чрезвычайно важны, так как они перерабатывают все органические вещества, поступающие в почву; с их деятельностью связана и ферментативная активность почвы. Микроорганизмы почвы очень чувствительны к изменениям в агротехнологиях, к малейшим нарушениям окружающей среды, поэтому биологические свойства позволяют оценить экологическое состояние почвы [3, 7].

Численность микроорганизмов почвы, к которым относят бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы и др., очень динамична и может изменяться в зависимости от таких факторов, как влажность, температура, наличие питательных веществ, количество органического вещества, кислотность и т.д. Почвенная микрофлора, скапливаясь в основном в зоне ризосферы, участвует в улучшении питания растений, является биологическим барьером от патогенных организмов.

В настоящее время биологические свойства почв активно изучаются многими учёными [3, 4, 7, 9, 10], но, тем не менее, информации о взаимоотношениях высших растений и микроорганизмов, а также о роли микроорганизмов в питании растений сравнительно немного. В условиях Удмуртской Республики изучением вопросов о микробиологической активности занимался В. П. Ковриго, он отмечал слабую биологическую активность дерново-подзолистых почв [5].

При длительном сельскохозяйственном использовании почв в значительной степени изменяются не только их агрохимические свойства (кислотность, содержание элементов питания и др.), но и биологические показатели. В связи с этим особенно ценно провести изучение этих изменений в условиях длительных полевых опытов с удобрениями. Кафедрой агрохимии и почвоведения Ижевской ГСХА с 1979 г. проводится стационарный полевой опыт, входящий в Географическую сеть опытов РФ, где изучается эффективность различных доз, сочетаний и соотношений элементов питания на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве [2].

В июле 2022 г. в рамках данного длительного опыта нами было проведено исследование продуцирования почвой углекислого газа (дыхания почвы) в полевых условиях по методу Л. О. Карпачевского [8]. Этот показатель характеризует общую биологическую активность почвы. Температура воздуха в день проведения анализа составляла +19...+23 °С. Возделываемая культура – вико-овсяная смесь.

Схема опыта представлена в таблице 1. Известкование проводили осенью 2021 г. по полной гидролитической кислотности почвы; навоз последний раз внесли в 2015 г. Минеральные удобрения в виде азофоски внесли весной 2022 г., одинарная доза под вико-овсяную смесь составила $N_{60}P_{60}K_{60}$.

В контрольном варианте удобрения все годы исследований не вносили, поэтому уровень плодородия почв в данном варианте достаточно низкий, урожайность зелёной массы вико-овсяной смеси составила 15,9 т/га. Поскольку известкование проведено осенью 2021 г., действие известняковой муки в вегетационном периоде 2022 г. ещё не проявилось, прибавка в фоновом варианте (3) не существенна. Вико-овсяная смесь, как и другие однолетние травы [1], хорошо отозвалась на минеральные удобрения, внесенные перед посевом – в вариантах с полной ($N_1P_1K_1$) и полуторной ($N_{1,5}P_{1,5}K_{1,5}$) дозами получены достоверные прибавки урожайности в сравнении с контролем на 8,5...13,4 т/га при $НСР_{05} = 4,6$ т/га.

В полевых условиях на длительном опыте была определена интенсивность выделения почвой углекислого газа. Результаты представлены на рисунке 1.

Таблица 1 – Влияние длительного использования удобрений на урожайность зелёной массы вико-овсяной смеси, т/га (Удмуртская Республика, 2022 г.)

Вариант (система удобрения)	Урожайность, т/га	Прибавка, ±
Без удобрений (к)	15,9	-
N ₁ P ₁ K ₁	24,4	8,5
Известь по 1Нг – фон	17,9	2,0
Фон + N _{0,5} P _{0,5} K _{0,5}	22,0	6,1
Фон + N ₁ P ₁ K ₁	26,5	10,6
Фон + N ₁ P ₁ K ₁ + NPK экв. навозу	27,8	11,9
Фон + навоз 40 т/га	17,2	1,3
Фон + навоз 40 т/га + N _{0,5} P _{0,5} K _{0,5}	19,7	3,8
Фон + навоз 40 т/га + N ₁ P ₁ K ₁	29,3	13,4
Фон + навоз 40 т/га + N _{1,5} P _{1,5} K _{1,5}	29,1	13,2
НСР ₀₅	4,6	

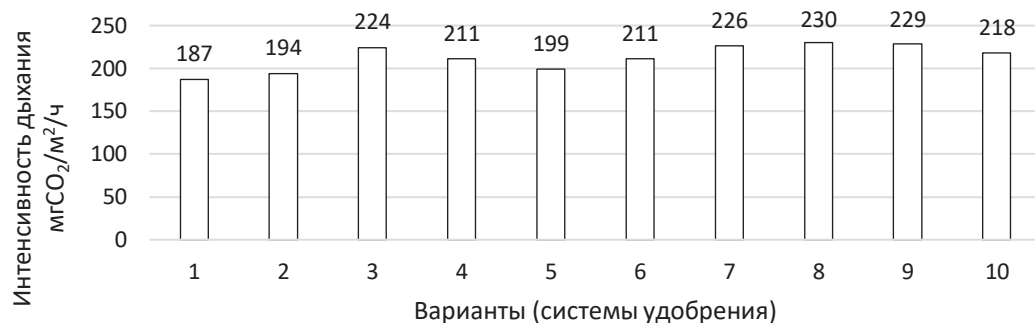


Рисунок 1 – Влияние длительного использования удобрений на выделение СО₂ почвой (Удмуртская Республика, 2022 г.)

Наиболее высокая интенсивность дыхания почвы выявлена при использовании известково-органоминеральной системы удобрения (варианты 8, 9); наименьший показатель – в контрольном варианте без внесения агрохимикатов. В целом на опыте отмечен высокий уровень дыхания почвы, так как вегетационный период 2022 г. был достаточно сухим и жарким, ГТК составил 0,92. В таких условиях интенсивность выделения углекислого газа живыми почвенными организмами возрастает. Этот факт подтверждают исследования и других учёных [6].

Таким образом, применение агрохимикатов в течение длительного периода в значительной степени влияет на урожайность зелёной массы вико-овсяной смеси, а также благоприятно сказывается на биологической активности дерново-среднеподзолистой почвы, а именно на уровне её дыхания.

Список литературы

1. Башков, А. С. Изучение влияния связи калийного состояния дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы и урожайности сена однолетних трав

при известковании и применении минеральных удобрений / А. С. Башков, А. Н. Исупов, Д. В. Белослудцев // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 12–15 февр. 2019 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. – С. 14–17.

2. Бортник, Т. Ю. Эффективность систем удобрения на дерново-подзолистых почвах Вятско-Камской земледельческой провинции / Т. Ю. Бортник. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – 207 с.

3. Звягинцев, Д. Г. Почва и микроорганизмы / Д. Г. Звягинцев. – Москва: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.

4. Карпова, А. Ю. Изменение биологических свойств дерново-подзолистой почвы при длительном сельскохозяйственном использовании / А. Ю. Карпова, Т. А. Зорина, Е. Р. Горбушина // Симбиоз-Россия 2020: сборник статей XII Всероссийского конгресса молодых ученых-биологов с международным участием, Пермь, 28–30 сентября 2020 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – С. 122–125.

5. Ковриго, В. П. Почвы Удмуртской Республики: монография / В. П. Ковриго. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2004. – С. 248–274.

6. Лекомцева, Е. В. Эффективность использования продукта анаэробной переработки навоза в качестве удобрения овощных культур в условиях Среднего Предуралья: спец. 06.01.04 «Агрохимия»: автореф. дис. ... канд. с.-х. н. / Елена Владимировна Лекомцева. – Ижевск, 2009. – 19 с.

7. Миненко, А. К. Изменение биологической активности дерново-подзолистых почв при их окультуривании / А. К. Миненко // АгроЭкоИнфо. – 2009. – № 2. – С. 1–16.

8. Титова, В. И. Практикум по агроэкологии / В. И. Титова, Е. В. Дабахова, М. В. Дабахов. – Н. Новгород, 2005. – 138 с.

9. Evgenia Blagodatskaya, Yakov Kuzyakov. **Active microorganisms in soil: Critical review of estimation criteria and approaches** // Soil Biology & Biochemistry, 67. 2013. P. 192–211.

10. Mark S. Coyne and Robert Mikkelsen. Soil microorganisms contribute to plant nutrition and root health // Better Crops. Vol. 99. 2015. № 1. P. 18–20.

Д. В. Кондратьев¹, Г. Я. Остаев², О. О. Злобина³

^{1,2,3}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: kondratievdmritri@mail.ru

КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУБСИДИРОВАНИЯ РАСХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НА УДОБРЕНИЯ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Исследуется проблема оценки эффективности государственной поддержки сельскохозяйственного производства. В работе, в частности, предложена система критериев и показателей, обеспечивающих оценку эффективности предоставляемых государством сельскохозяйственным товаропроизводителям субсидий на компенсацию расходов на приобретение удобрений и средств защиты растений. Представленная методика может быть использована при принятии решений о целесообразных вариантах расходов на химизацию в растениеводстве и вариантах компенсации этих расходов из бюджета.

Актуальность исследования. Текущие бюджетные расходы на приобретение средств химизации выступают в качестве стимула для производителей продукции растениеводства тратить больше собственных финансовых ресурсов в агротехнические мероприятия с целью получения высокого и качественного урожая текущего года, с одной стороны, с другой стороны, получения долгосрочного эффекта в виде улучшения плодородия почв, снижения будущей пораженности почв болезнями и вредителями, сохранения качественных характеристик семенного и посадочного материала.

Данные субсидии, согласно постановлениям Правительства Удмуртской Республики, предназначены для компенсации части затрат на приобретение удобрений (по установленным твердым ставкам) и средств защиты растений (не более 50 % от их стоимости) с целью обеспечения роста эффективности сельскохозяйственного производства путем оказания финансовой поддержки в приобретении минеральных удобрений и средств защиты сельскохозяйственных растений от вредителей, сорняков и болезней.

Методы исследования. В качестве основных методов исследования применительно к данной работе использованы методы экономического анализа, расчетно-конструктивный и абстрактно-логический методы.

Результаты исследования. Эффективность государственной поддержки по возмещению части фактических расходов на приобретение сельскохозяйственными товаропроизводителями средств химизации зависит [1, 2, 3] от:

1) объема бюджетного финансирования расходов на приобретение средств химизации,

2) соотношения объема бюджетного и внебюджетного финансирования этих расходов,

3) лага между моментом фактического расходования средств организацией на приобретение средств химизации и моментом фактического предоставления субсидий на эти цели,

4) состояния плодородия почв, культуры, техники и технологии сельскохозяйственного производства у сельскохозяйственного товаропроизводителя.

Результаты субсидирования части фактических расходов на приобретение средств химизации могут быть представлены следующими критериями и показателями [4, 5]: 1) экономические результаты (себестоимость единицы произведенной продукции (на тонну, центнер) по каждому виду и в целом всей продукции растениеводства; стоимость единицы продукции и в целом всей продукции растениеводства; прибыль от реализации продукции растениеводства по ее видам и в целом по всей продукции), 2) социальные результаты (фонд оплаты труда работников, включенный в себестоимость продукции растениеводства; стоимость социального пакета полученного работниками организации в целом – проезд, питание, материальная помощь и т.д.; объемы финансирования организацией мероприятий в спорте и социально-культурной сфере жизнедеятельности работников организации; дивиденды, выплаченные собственникам организации), 3) производственно-технологические и иные результаты, являющиеся предметом субсидирования, обеспечивающие эффективность (качество продукции растениеводства, трудоемкость и производительность труда в растениеводстве, урожайность сельскохозяйственных культур, объемы производства продукции растениеводства в натуральном и стоимостном выражении, объемы и стоимость приобретенных и использованных средств химизации, 4) прочие результаты (экологические, почвозащитные, ресурсосберегающие). Наиболее важными, на наш взгляд, являются первые три группы результатов, которые и определяют объем суммарного эффекта от субсидирования части затрат на приобретение средств химизации.

Эффект от субсидирования части расходов на приобретение средств химизации определяется величиной прироста соответству-

ющих результатов [6, 7, 8]: 1) величиной дополнительной прибыли, созданной в отрасли растениеводства, в части прибыли, полученной хозяйствующим субъектом с учетом доли субсидий на покрытие части расходов на приобретение средств химизации в общем объеме субсидий, направленных на компенсацию расходов (затрат) в производстве продукции растениеводства, 2) величиной прироста затрат на оплату труда, включенных в себестоимость продукции растениеводства; величиной прироста социального пакета, выданного (выплаченного) работникам организации; величиной прироста прочих социальных расходов, осуществленных организацией – все это с учетом доли субсидий на покрытие части расходов на приобретение средств химизации в общем объеме субсидий, направленных на компенсацию расходов (затрат) в производстве продукции растениеводства, 3) величиной прироста объемов производства продукции растениеводства в стоимостном выражении с учетом доли субсидий на покрытие части расходов на приобретение средств химизации в общем объеме субсидий, направленных на компенсацию расходов (затрат) в производстве продукции растениеводства и с учетом коэффициента оборачиваемости оборотных средств в оцениваемой сельскохозяйственной организации.

Методика оценки эффективности бюджетного финансирования части расходов на приобретение средств удобрений и средств защиты растений (необходимые исходные данные, оцениваемые критерии и показатели) представлена в таблицах 1–4.

Представленные в таблице 1 корректирующие коэффициенты позволяют выровнять условия хозяйствования разных хозяйств в разные годы и обеспечить сопоставимость результатов последующей оценки эффективности финансирования.

Представленные в таблицах 3 и 4 показатели позволяют оценивать эффективность финансирования химизации в общем по отдельно взятому хозяйству в разрезе видов эффективности, но без учета специфики возделываемых сельскохозяйственных культур.

Для разработки более конкретных методик требуется конкретизация объектов и предметов финансирования (конкретные культуры, конкретные почвы с данными параметрами плодородия и т.д.).

Таблица 1 – Исходные данные и корректирующие коэффициенты

№	Показатель (критерий)	Формула	Примечания
1	Объем бюджетного финансирования приобретения средств химизации под урожай t-го года	$Q_{бфхт}$	Фактически полученный объем бюджетного финансирования на приобретение средств химизации для использования их под урожай t-го года

№	Показатель (критерий)	Формула	Примечания
2	Объем совокупного бюджетного финансирования, предназначенного для компенсации затрат, относящихся на себестоимость продукции растениеводства t-го года	$Q_{\text{бфрт}}$	Фактически полученный объем совокупного бюджетного финансирования на компенсацию любых затрат, включаемых в себестоимость продукции растениеводства t-года. Показатель включает только те субсидии, которые использовались для компенсации затрат, в конечном счете включаемых в себестоимость продукции растениеводства
3	Коэффициент, отражающий соотношения объема фактического бюджетного финансирования расходов на приобретение средств химизации с совокупными объемами бюджетного финансирования компенсации затрат в отрасли растениеводства в t-м году	$K_{\text{схт}} = Q_{\text{бфхт}} / Q_{\text{бфрт}}$	Значения коэффициентов определяют долю эффекта от бюджетного финансирования компенсации расходов на приобретение средств химизации в совокупном эффекте от совокупного бюджетного финансирования компенсации затрат в себестоимости продукции растениеводства сельскохозяйственного товаропроизводителя в t-м году
4	Коэффициент, учитывающий колебания урожайности сельскохозяйственных культур под воздействием природно-климатических условий в регионе (районе, или по группе хозяйств)	$k_{\text{урт}} = Y_{\text{рт}} / Y_{\text{р}(t-1)}$ где $Y_{\text{рт}}$ – урожайность r-й культуры в t-м году в районе (регионе, по группе хозяйств), $Y_{\text{р}(t-1)}$ – урожайность r-й культуры в (t-1)-м году в районе (регионе, по группе хозяйств)	Используется для корректировки фактического и определения усредненного по погодным условиям объема производства продукции растениеводства t-го года как более объективного результата (объективный результат определяет объективность эффекта – изменения урожайности и объемов производства продукции) использования средств химизации, приобретенных на условиях частичной компенсации затрат за счет бюджетных средств. Значение коэффициента отражает относительное изменение урожайности r-го вида растениеводческой культуры текущего года по сравнению с предыдущим годом в районе, регионе (или лучше по группе 10–20 хозяйств, не получающих субсидии из бюджета)
5	Цена (стоимостная оценка) единицы r-го вида продукции растениеводства 1) в t-м году, 2) в году, предшествующем t-му году	1) $Ц_{\text{рт}}$, 2) $Ц_{\text{р}(t-1)}$	По фактически реализованной хозяйством продукции растениеводства $Ц_{\text{рт}}$ и $Ц_{\text{р}(t-1)}$ берется средняя по хозяйству. По нетоварной продукции (фактически использованной или не использованной (находящейся на складе) во внутрихозяйственном обороте или товарной, но еще не реализованной – фуражное зерно, сено, силос и т.д.) $Ц_{\text{рт}}$ и $Ц_{\text{р}(t-1)}$ берется как в среднем по зоне или региону.
6	Коэффициент, учитывающий динамику цен r-го вида продукции растениеводства в t-м году в регионе (районе или по группе хозяйств) вследствие изменения конъюнктуры рынка этой продукции	$k_{\text{црт}} = Ц_{\text{рtr}} / Ц_{\text{р}(t-1)r}$ где $Ц_{\text{рtr}}$ – средняя цена реализации r-го вида продукции в t-м году в районе (регионе, по группе хозяйств), $Ц_{\text{р}(t-1)r}$ – средняя цена реализации r-го вида продукции в (t-1)-м году в районе (регионе, по группе хозяйств)	Используется для корректировки посредством деления фактической и определения усредненной по конъюнктуре внешней среды стоимости продукции растениеводства организации как более объективного результата использования средств химизации, приобретенных на условиях частичной компенсации затрат за счет бюджетных средств. Значение коэффициента отражает относительное изменение стоимости r-го вида продукции в текущем году по сравнению с предыдущим в районе, регионе (или лучше по группе 10–20 хозяйств, не получающих субсидии из бюджета)

Таблица 2 – Результаты бюджетного финансирования приобретения средств химизации

№	Показатель (критерий)	Формула	Примечания
1.	Производственная себестоимость единицы р-го вида продукции растениеводства 1) в t-м году и 2) в году, предшествующему t-му году	1) Z_{pt} , 2) $Z_{p(t-1)}$	Исходные данные
2.	Производственная себестоимость продукции растениеводства: 1) в t-м году (с учетом корректировки по изменению климатических условий)	$Z_t = \sum_{p=1}^n (Z_{pt} \times Q_{ptk})$	Расчетные данные
	2) в году, предшествующему t-му году	$Z_{t-1} = \sum_{p=1}^n (Z_{p(t-1)} \times Q_{p(t-1)})$	
3.	Объем производства р-го вида продукции растениеводства 1) в t-м году и 2) в году, предшествующему t-му году	1) Q_{pt} , 2) $Q_{p(t-1)}$	Исходные данные. Если отсутствовал, то равен 0
4.	Скорректированный по природно-климатическим условиям объем производства р-го вида продукции растениеводства в t-м году	$Q_{ptk} = Q_{pt} / k_{ypt}$	Расчетные данные
5.	Стоимость конечной продукции растениеводства 1) в t-м году (с учетом корректировки по изменению климатических условий и изменению цен)	$C_t = \sum_{p=1}^n (Q_{ptk} \times C_{pt} \times k_{cpt})$	Расчетные данные
	2) в году, предшествующему t-му году	$C_{t-1} = \sum_{p=1}^n (Q_{p(t-1)} \times C_{p(t-1)})$	
6.	Фонд оплаты труда работников, включенный в себестоимость продукции растениеводства; стоимость социального пакета, полученного работниками организации в целом (проезд, питание, материальная помощь и т.д.); объемы финансирования организацией мероприятий в спорте и социально-культурной сфере жизнедеятельности работников организации; дивиденды, выплаченные собственникам организации 1) в t-м году и 2) в году, предшествующем t-му году	1) D_t , 2) $D_{(t-1)}$	Исходные данные

Таблица 3 – Эффект от бюджетного финансирования приобретения средств химизации

№	Критерий	Формула	Примечания
1	Экономический эффект	$\Delta BП_{xt} = (Z_{p(t-1)} - Z_{pt} + C_t - C_{t-1}) \times K_{cxt}$	Показывает прирост валовой прибыли, дополнительно полученной в t-м году за счет бюджетного финансирования приобретения средств химизации
2	Социальный эффект	$\Delta D_{xt} = (D_t - D_{t-1}) \times K_{cxt}$	Показывает прирост доходов, дополнительно полученных в t-м году работниками организации, за счет бюджетного финансирования компенсации части расходов на приобретение средств химизации для растениеводства
3	Обеспечивающий эффект	$\Delta Q_{xt} = \sum_{p=1}^n (Q_{ptk} - Q_{p(t-1)}) \times C_{pt} \times k_{cpt} \times k_{cxt}$	Показывает прирост объема произведенной продукции (в стоимостном измерении), дополнительно полученной за счет бюджетного финансирования компенсации части расходов на приобретение средств химизации

Таблица 4 – Эффективность бюджетного финансирования приобретения средств химизации

№	Показатель (критерий)	Формула	Примечания
1	Экономическая эффективность	$\mathcal{E}\mathcal{E}_x = \frac{\Delta B\Pi_{xt}}{Q_{\text{бфхт}}}$	Показывает объем дополнительно полученной вследствие бюджетного финансирования химизации прибыли или убытка (в рублях) на 1 рубль фактического объема бюджетного финансирования расходов на химизацию. Цели финансирования по данному показателю следует считать достигнутыми, если значение показателя больше или равно 0. Экономическая эффективность имеет высокое значение, если значение показателя составляет 0,5 и более
2	Социальная эффективность	$C\mathcal{E}_x = \frac{\Delta D_{xt}}{Q_{\text{бфхт}}}$	Показывает объем дополнительно полученных вследствие бюджетного финансирования химизации доходов работников (в рублях) на 1 рубль фактического объема бюджетного финансирования расходов на химизацию. Цели финансирования по данному показателю следует считать достигнутыми, если значение показателя больше или равно 0. Социальная эффективность имеет высокое значение, если значение показателя составляет 0,1 и более
3	Обеспечивающая эффективность	$O\mathcal{E}_x = \frac{\Delta Q_{xt}}{Q_{\text{бфхт}}}$	Показывает объем дополнительно произведенной продукции растениеводства вследствие бюджетного финансирования химизации (в рублях) на 1 рубль фактического объема бюджетного финансирования расходов на химизацию. Цели финансирования по данному показателю следует считать достигнутыми, если значение показателя больше или равно 0. Обеспечивающая эффективность имеет высокое значение, если значение показателя составляет 0,1 и более
4	Интегральный коэффициент эффективности	$I\mathcal{E}_x = 0,4 \times \mathcal{E}\mathcal{E}_x + 0,2 \times C\mathcal{E}_x + 0,4 \times O\mathcal{E}_x$	Показывает совокупный усредненный эффект (в рублях), полученный вследствие бюджетного финансирования химизации на 1 рубль этого финансирования. Цели финансирования по данному показателю следует считать достигнутыми, если значение показателя больше или равно 0. Интегральная эффективность финансирования имеет высокое значение, если значение показателя составляет 0,25 и более. PS. Коэффициенты приведения показателей эффективности различного вида являются условными и отображают позицию авторов на их значимость при оценке эффективности мероприятий химизации. В общем случае (т.е. когда вид эффекта не имеет значения, а важно совокупное его значения) их веса одинаковы (составляют 0,(3)).
5	Валовой коэффициент эффективности	$B\mathcal{E}_x = \mathcal{E}\mathcal{E}_x + C\mathcal{E}_x + O\mathcal{E}_x$	Показывает совокупный валовой эффект (в рублях), полученный вследствие бюджетного финансирования химизации на 1 рубль этого финансирования. Цели финансирования по данному показателю следует считать достигнутыми, если значение показателя больше или равно 0 (при условии, что значение по остальным показателям – не ниже -0,05). Валовая эффективность финансирования имеет высокое значение, если значение показателя составляет 0,7 и более.

Выводы и рекомендации. В работе нами предлагается производить оценку эффективности бюджетного финансирования затрат сельскохозяйственных организаций в разрезе трех групп критериев: экономические, социальные и обеспечивающие эффективность. Тем не менее, данная методика может быть также дополнена такими группами критериев, как экологическая, бюджетная, общеэкономическая и иные виды эффективности. Каждую группу критериев эффективности, помимо критериев затрат, результатов, эффекта и эффективности, можно также дополнить критериями окупаемости и синергетичности [9, 10, 11].

Выше в работе нами было отмечено, что агротехнические мероприятия по химизации имеют долгосрочный эффект, поэтому для целей получения более объективной оценки результатов, эффекта и эффективности финансирования расходов хозяйств на средства химизации возможно определение усредненных значений показателей эффекта и эффективности, представленных в таблицах 1–5, в течение 3 последних лет. Повышение объективности оценки может быть связано со следующим: 1) обусловленными климатом колебаниями урожайности сельскохозяйственных культур; 2) продолжительностью (более 1–2 лет) сроков основного влияния действующего вещества средств химизации (в первую очередь удобрений) на урожайность сельскохозяйственных культур [12, 13].

Список литературы

1. Alborov, R. A. Management of agricultural crops production depending on land quality and intensification factors / R. A. Alborov, D. A. Karagodin, et. al. // *Revista de la Universidad del Zulia*. 2022. T. 13. № 36. С. 80–92.
2. Kokonov, S. I. Agrobiological evaluation of narrow-leaved lupin varieties in the conditions of the Middle Urals / S. I. Kokonov, T. N. Ryabova, et. al. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Сер. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021" 2022. С. 012117.
3. Vafina, E. F. The possibility of cultivation, state of production, and prospects of spring rapeseed in the Udmurt Republic (Russia) / E. F. Vafina, S. I. Kokonov, et. al. // *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 2021. vol. 22. no. 9–10. P. 46–52.
4. Кондратьев, Д. В. Методический инструментарий статической оценки эффективности бюджетного финансирования, реформирования и модернизации организаций АПК / Д. В. Кондратьев, О. В. Котлячков // *Экономика и управление землеустройством и землепользованием в регионе: материалы III Нац. науч.-практ. конф.* – Ижевск, 2021. – С. 106–115.
5. Кондратьев, Д. В. Критерии и показатели эффективности бюджетного финансирования затрат на страхование посевов сельскохозяйственных культур / Д. В. Кондратьев, Г. Я. Остаев, А. В. Зверев // *Управление эффективностью и безопасностью деятельности хозяйствующих субъектов и публичных образований: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти заслуженного экономиста Российской Федерации, д.э.н., профессора М. И. Шишкина.* – 2022. – С. 440–446.
6. Ostaev, G. Ya. Desarrollo de unametodología para determinar la seguridad financiera de las zonas rurales / G. Ya. Ostaev, I. A. Mukhina, et. al. // *Revista de la Universidad del Zulia*. 2021. vol. 12. no. 32. P. 70–86.
7. Кондратьев, Д. В. Стохастический анализ и оптимальное управление стимулированием персонала коммерческой организации / Д. В. Кондратьев, Г. Я. Остаев [и др.] // *Вестник Казанского ГАУ.* – 2021. – Т. 16. – № 2 (62). – С. 116–123.

8. Кондратьев, Д. В. Методика оценки эффективности бюджетного финансирования затрат на приобретение средств химизации / Д. В. Кондратьев, Г. Я. Остаев, А. В. Зверев // Опыт и перспективы управления деятельностью хозяйствующих субъектов и публичных образований: материалы Нац. науч.-практ. конф. с международным участием. – Ижевск, 2021. – С. 105–113.

9. Остаев, Г. Я. Управленческий учет деятельности сельскохозяйственной организации / Г. Я. Остаев, Р. А. Алборов // Экономика и управление землеустройством и землепользованием в регионе: материалы III Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 173–178.

10. Совершенствование управления сельскими территориями / А. К. Осипов [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2021. – № 6. – С. 70–74.

11. Kondratiev, D. V. Criteria and indicators of synergistic efficiency of food industry enterprise management / D. V. Kondratiev, A. K. Osipov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad (DAICRA 2021). 2022. С. 012080.

12. Babaitseva, T. A. Phenotypic variability of seedling organs of winter triticale varieties and its relationship with economically valuable features / T. A. Babaitseva, E. N. Poltorydyadko, et. al. // Research on Crops. 2021. vol. 22. P. 501–507.

13. Вернер, А. В. Приемы повышения продуктивности яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана / А. В. Вернер, С. И. Коконов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2 (70). – С. 4–11.

УДК 633.1:631.559

**О. В. Коробейникова¹, А. В. Никитина²,
В. М. Холзаков³, А. Н. Перевозчиков⁴, Т. А. Строт⁵**

^{1,2,3,4,5}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: korobejnikova.olga@inbox.ru

УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СОВМЕСТНЫХ ПОСЕВАХ

Проводились исследования по изучению выращивания зерновых культур в совместных посевах. Выявлено, что внесение минеральных удобрений совместно с навозом способствует увеличению урожайности озимой ржи и ячменя. При внесении минеральных удобрений происходит снижение развития и распространенности корневой гнили, но пораженность листовыми болезнями усиливается.

Актуальность. Совместным посевом называется выращивание на одной площади двух и более одновременно посеянных растений.

Это позволяет полнее использовать плодородие почвы, солнечную энергию. Улучшается азотное питание растений, облегчается механизация уборочных работ. В результате можно получить больше продукции с единицы площади [1, 2, 6, 7, 16–22]. При одновидовом посеве не полностью используется почвенно-климатический потенциал, остаются свободные ниши, заполняемые сорными растениями, почва сильнее подвергается эрозии. Мощная и глубоко проникающая корневая система озимой ржи позволяет усваивать питательные вещества из нижних горизонтов почвы, а ячмень в совместном посеве с озимой рожью усваивает питательные вещества из верхних горизонтов почвы [4, 8, 10–14]. В условиях Удмуртской Республики развиваются сильные эрозионные процессы, происходит интенсивная минерализация органического вещества, поэтому совместные посевы выполняют ещё и функцию защиты почвы от водной и ветровой эрозии [3, 5, 8, 9, 22].

При традиционной технологии возделывания озимых их обычно сеют после чистого или занятого пара. В занятых парах урожайность озимых меньше, чем после чистого пара, так как происходит иссушение почвы. Но в чистых парах продукцию не получают, поэтому и затраты на обработку почвы за два года не окупаются полученной продукцией [1–6]. Успешное выращивание сельскохозяйственных культур в совместных посевах возможно только при научно обоснованном подборе культур [2, 7].

Получение двух урожаев – основного и повторного на одной и той же площади в Нечерноземной полосе требует достаточного количества элементов питания, так как вынос питательных веществ из почвы двумя культурами увеличивается. Поэтому такие посевы размещают на плодородных почвах или вносят органические и минеральные удобрения. Совместные посевы озимых и яровых позволяют более рационально распределить ресурсы солнечного света. Озимая культура, посеянная весной, находится весь период вегетации в фазе кущения и не отбирает солнечный свет у ячменя. В засушливое лето озимая рожь, располагающаяся в промежутках между рядами ячменя, затеняет почву и сохраняет запасы влаги, что позволяет культурам пережить критический период недостатка влаги. После уборки ячменя озимая рожь остается под защитой его стерни. Благодаря стерне снежный покров на поле располагается равномерно и защищает от вымерзания. В свою очередь, наличие снежного покрова обеспечивает озимую культуру достаточным количеством доступной для растений влаги весной, что позволяет повысить продуктивную кустистость [3–5].

Совместные посевы в условия Удмуртской Республики изучались профессором кафедры земледелия и землеустройства доктор-

ом сельскохозяйственных наук В. М. Холзаковым с 2011 по 2017 г. [1, 13, 21].

К недостаткам данной технологии можно отнести то, что совместные посевы требуют внесения большего количества удобрений; ранние посевы озимых культур сильно поражаются ржавчиной и имеют одинаковые болезни с яровыми зерновыми культурами [15].

Исходя из этого, актуальной задачей является изучение фитосанитарного состояния совместных посевов яровых и озимых культур в сочетании с разными способами внесения минеральных удобрений.

Цель исследований – выявить влияние разных способов внесения удобрений на фитосанитарное состояние озимой ржи и ячменя при их совместном посеве. Задачи: определить биологическую урожайность и пораженность зерновых культур болезнями.

Материалы и методика. Исследования по изучению способов внесения удобрений (с заделкой на глубину пахотного горизонта, поверхностное разбрасывание, внесение в рядок при посеве, локальное и внесение совместно с органическим удобрением) проводились в 2017 г. Однофакторные опыты заложены рендомизированным методом в шестикратной повторности. Посев озимой ржи проводился в 2016 г., учеты проводились на второй год в 2017 г. Второй опыт по изучению ячменя в совместном посеве с озимой рожью был произведен в мае 2017 г. Ячмень убирали в этот же год. Озимая рожь осталась зимовать на поле.

Результаты исследований. Внесение удобрений всеми способами способствовало существенному повышению урожайности озимой ржи (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние способов внесения удобрений на урожайность озимой ржи и ячменя при совместных посевах, 2017 г.

Вариант	Биологическая урожайность, г/м ²	
	озимой ржи	ячменя
Без внесения удобрений (контроль)	347,5	284,6
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ на глубину А пах	361,8	310,7
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ поверхностное	368,2	299,6
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ рядковое	379,4	333,0
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ локально	395,7	350,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + навоз на А пах	397,6	355,6
НСР ₀₅	14,2	15,9

Наиболее эффективным было локальное внесение удобрений и внесение минеральных удобрений совместно с навозом. При совместном посеве озимой ржи и ярового ячменя был получен высокий урожай ячменя – 355, 6 г/м². Увеличение урожайности ячменя

произошло по всем вариантам, кроме поверхностного внесения удобрений.

Из болезней на озимой ржи встречался септориоз и бурая листовая ржавчина (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние способов внесения удобрений на пораженность септориозом озимой ржи, 2017 г.

Вариант	Развитие септориоза, %	Развитие бурой листовой ржавчины, %
Без внесения удобрений (контроль)	30	10
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ на глубину А пах	26	8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ поверхностное	33	11
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ рядковое	35	12
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ локально	34	13
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + навоз на А пах	30	23
НСР ₀₅	F _φ < F _т	10

Способы внесения удобрений не влияли на пораженность озимой ржи септориозом. Внесение удобрений в дозе 30 кг/га совместно с навозом на глубину пахотного горизонта привело к увеличению пораженности озимой ржи бурой листовой ржавчиной. Известно, что данное заболевание сильнее развивается при достаточном количестве азота.

При внесении удобрений произошло снижение развития и распространности корневой гнили на ячмене (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние способов внесения удобрений на поражённость ячменя болезнями, 2017 г.

Вариант	Корневая гниль, %		Развитие сетчатой пятнистости, %
	Развитие	Распространенность	
Без внесения удобрений (контроль)	22,0	60,0	16,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ на глубину А пах	11,3	22,0	19,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ поверхностное	14,3	37,3	24,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ рядковое	7,0	14,5	30,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ локально	13,5	38,8	24,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + навоз на А пах	16,0	32,0	40,8
НСР ₀₅	6,1	14,3	9,7

Пораженность ячменя сетчатой пятнистостью увеличилась при рядковом внесении и внесении минеральных удобрений совместно с навозом на глубину пахотного горизонта и составила соответственно – 30,5 и 40,8 %, что существенно выше контрольного варианта.

Выводы. Внесение минеральных удобрений в дозе 30 кг/га совместно с навозом на глубину пахотного горизонта привело к увеличению пораженности озимой ржи бурой листовой ржавчиной. Увеличение урожайности ячменя произошло по всем вариантам кроме поверхностного внесения удобрений. При внесении удобрений произошло снижение развития и распространенности корневой гнили на ячмене. Пораженность ячменя сетчатой пятнистостью увеличилась при рядковом внесении азот, фосфор, калий (по 30 кг д.в.) и внесение удобрений с навозом на глубину пахотного горизонта.

Список литературы

1. Калинина, О. Л. Влияние совместного посева яровых и озимых зерновых культур на его засоренность и общий выход продукции / О. Л. Калинина, В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 2. – 16 с.
2. Калинина, О. Л. Влияние сроков совместного весеннего посева ячменя с озимой рожью на фитосанитарное состояние и урожайность / О. Л. Калинина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3 (28). – 14 с.
3. Калинина, О. Л. Влияние сроков совместного весеннего посева ячменя и озимой ржи на их фитосанитарное состояние и урожайность / О. Л. Калинина, В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова // Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – 2013. – С. 63–68.
4. Калинина, О. Л. Роль сроков сева в технологии совместного весеннего посева яровых и озимых зерновых культур / О. Л. Калинина, В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 12. – С. 6–9.
5. Калинина, О. Л. Эффективность норм высева ячменя с озимой рожью при их совместном посеве весной / О. Л. Калинина, В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова // Агрономическому факультету Ижевской ГСХА – 60 лет: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевская ГСХА, 2014. – С. 72–75.
6. Калинина, О. Л. Эффективность элементов технологии совместного весеннего посева яровых и озимых зерновых культур / О. Л. Калинина, В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова // Образование, наука и производство. – 2014. – № 2 (7). – С. 124–129.
7. Лазарев, А. П. Весенний посев озимой ржи / А. П. Лазарев, Ю. И. Абрашин. – Москва: Земледелие, 1993. – 17 с.
8. Машковцева, А. В. Формирование «зелёно-белого ковра» в адаптивно-ландшафтном земледелии в условиях Среднего Предуралья / А. В. Машковцева, Е. Л. Семенова // Агрономическому факультету Ижевской ГСХА – 60 лет: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевская ГСХА, 2014. – С. 69–72.
9. Никитина, А. В. Влияние систем обработки почвы и видов паров и урожайность зеленой массы озимой тритикале / А. В. Никитина, В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова, П. А. Роженцов // Роль молодых ученых-инноваторов в решении задач по уско-

ренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 8–11.

10. Оленин, О. А. Совместные и смешанные посевы на продовольственное зерно в условиях глобальных климатических изменений / О. А. Оленин, А. А. Платунов, В. М. Холзаков // Земледелие. – 2017. – № 1. – С. 9–15.

11. Перевозчиков, А. Н. Влияние способов внесения удобрений на урожайность ячменя и озимой ржи при их совместном весеннем посеве / А. Н. Перевозчиков, В. М. Холзаков // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой 85-летию доктора с.-х. наук, профессора кафедры земледелия и землеустройства В. М. Холзакова. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2017. – С. 209–212.

12. Перекальский, Ф. М. Повторные и совместные посевы / Ф. М. Перекальский. – Москва: Знание. 1972. – 47 с.

13. Петров, В. С. Формирование урожая озимых зерновых культур одновидовых и совместных весенних посевов в условиях Среднего Предуралья / В. С. Петров, В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова // Роль молодых ученых-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 11–13.

14. Реутов, В. П. Русское органическое земледелие / В. П. Реутов. – Челябинск, 2002. – 288 с.

15. Третьякова, Ю. И. Влияние агроприемов на пораженность озимой ржи болезнями при совместном весеннем посеве с ячменем / Ю. И. Третьякова, А. Н. Перевозчиков, В. М. Холзаков, Н. В. Шмакова // Агрономическому факультету Ижевской ГСХА – 60 лет: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2014. – С. 60–64.

16. Холзаков, В. М. Влияние норм высева ячменя и озимой ржи при их совместном весеннем посеве на их фитосанитарное состояние и урожайность / В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова, О. Л. Калинина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3 (32). – С. 28–30.

17. Холзаков, В. М. Влияние способов совместного посева весной ячменя и озимых зерновых культур на их фитосанитарное состояние и урожайность / В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова, О. Л. Калинина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3 (32) – С. 31–33.

18. Холзаков, В. М. Влияние сроков совместного весеннего посева ячменя с озимой рожью на фитосанитарное состояние и урожайность / В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова, О. Л. Калинина // Агрехимия в Предуралье: история и современность: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 55-летию кафедры агрохимии и почвоведения. – ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. – С. 158–162.

19. Применение прямого посева при совместном весеннем посеве яровых и озимых зерновых культур с целью реализации принципа земледелия «зелёно-белого ковра» / В. М. Холзаков, О. Л. Калинина, А. Н. Перевозчиков, О. В. Эсенкулова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 90–99.

20. Холзаков, В. М. Рожь по ржи сеять – ни молотить, ни веять? / В. М. Холзаков // Агропром Удмуртии. – 2013. – № 3. – С. 44–45.

21. Холзаков, В. М. Формирование урожайности ячменя и озимой ржи при их совместном посеве весной в зависимости от нормы высева / В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова, О. Л. Калинина // Земледелие. – 2014. – № 2. – С. 27–29.

22. Холзаков, В. М. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания яровых и озимых зерновых культур при их совместном весеннем посеве / В. М. Холзаков, Е. Л. Семенова, О. Л. Калинина // Наука, инновации и образование в современном АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 3-х т. – ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 171–176.

УДК 631.452

В. И. Макаров¹, Е. Н. Тютин²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: makaroffVI@yandex.ru

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ФОСФОРА В ПОЧВАХ

Содержание подвижных форм фосфора, определенное в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве по методам Кирсанова и Мачигина, соответствует одинаковому уровню по обеспеченности фосфатами, а в дерново-карбонатной выщелоченной почве – отличается на две группы. Между содержанием фосфатов, определенного по методу Кирсанова, и в вытяжках, полученных по методам Мачигина и Скофилда, наблюдается тесная корреляционная связь нелинейного характера.

Введение. Агроэкологическая оценка обеспеченности растений запасами доступных форм элементов питания имеет важное значение для разработки рациональных систем применения удобрений, получения планируемой урожайности сельскохозяйственных культур. При мониторинге плодородия почв по содержанию в них подвижных форм фосфора рекомендованы несколько методов применительно к определенным почвенно-климатическим зонам России [1]. Кроме того, имеются и другие требования и ограничения по изучению фосфатного состояния почв земель сельскохозяйственного назначения. В частности, для степной зоны, наряду с методом Чирикова, при наличии свободных карбонатов в почвах предусмотрено определение подвижных фосфатов по Мачигину.

В Таежно-лесной зоне при оценке запасов подвижных фосфатов в почвах предусмотрен метод Кирсанова, основывающийся

на использовании кислотной вытяжки (0,2 н HCl; pH = 1,0; 1 : 5). Однако из-за высокой кислотности экстрагента он не рекомендован для исследований карбонатсодержащих почв и горизонтов [2].

Почвенный покров Удмуртской Республики преимущественно представлен дерново-подзолистыми почвами различного гранулометрического состава. Они сформировались в основном на бескарбонатных отложениях водно-ледникового происхождения. Близость к земной поверхности более древних пород Пермского периода значительно повлияла на процессы почвообразования в этом регионе. Доля азональных дерново-карбонатных почв в земельном фонде Удмуртии составляет 5,0 % [3]. Как правило, эти почвы располагаются небольшими массивами [4, 5, 6].

При агрохимическом исследовании сельскохозяйственных угодий, на которых присутствуют дерново-карбонатные почвы, имеются определенные проблемы при оценке обеспеченности фосфатами. В первую очередь это связано в целесообразности применения кислотных вытяжек. Существенная нейтрализация экстрагентов может наблюдаться при анализе почвенных проб с высокой величиной pH. Аномально высокие значения pH водной и солевых суспензий наблюдаются на известкованных почвах, загрязненных земельными угодьях [7, 8].

Методика исследований. В этой связи нами были выполнены сравнительные исследования методов определения обеспеченности почв подвижными фосфатами по Кирсанову и Мачигину (1 % $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$; pH = 9,0; 1 : 20), общепринятого для карбонатных почв. Дополнительно проведена оценка почв по содержанию легкорастворимого фосфора по Скофилду (0,02 н CaCl_2 ; 1 : 5), который характеризует степень подвижности почвенных фосфатов. Данный метод анализа не имеет ограничений по наличию карбонатов в почвах и рекомендован к применению при зафосфаченности земель.

Исследования были проведены в аналитической лаборатории ФГБОУ ВО УдГАУ. Для закладки лабораторного опыта были использованы образцы дерново-сильноподзолистой легкосуглинистой и дерново-карбонатной выщелоченной тяжелосуглинистой почв, отобранных в ОП УНПУ «Ижагропем» Воткинского района Удмуртской Республики. Агрохимические анализы почвенных образцов на содержание в них доступных форм фосфора были выполнены по трем методикам: 1) ГОСТ Р 54650-2011 «метод Кирсанова» ($P_{\text{Кирс.}}$), 2) ГОСТ 26205-91 «метод Мачигина» ($P_{\text{Мач.}}$), 3) ОСТ 10 271-2000 «метод Скофилда» ($P_{\text{Скоф.}}$) [1]. Дополнительно контролировалось изменение кислотности вытяжек, полученных различными экстрагентами. Оценка достоверности результатов проводи-

лась корреляционно-регрессионным методом при составлении связей линейного (r) и полиномиального типа (η) при уровне достоверности 95 %.

Обсуждение результатов. Нами установлено, что кислотность полученных вытяжек из почвенных образцов, отобранных в профиле дерново-подзолистой почвы, отличается слабо (табл. 1). Почвы обладают определенной буферностью благодаря их физико-химическим свойствам. Поэтому произошла небольшая нейтрализация 0,2 н HCl при взаимодействии с определенными компонентами дерново-подзолистой почвы и подкисление – 1 % $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ и 0,02 н CaCl_2 .

Таблица 1 – Величина pH почвенных вытяжек

Почва	Глубина отбора проб, см	pH _{KCl}	Величина pH экстрагентов и почвенных вытяжек, ед.		
			0,2 н HCl	1 % $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	0,02 н CaCl_2
Дерново-сильноподзолистая легкосуглинистая	0–10	6,57	0,99	8,56	7,12
	10–20	6,54	1,06	8,46	7,01
	20–40	5,40	1,06	8,52	6,66
	40–60	5,25	1,08	8,47	6,65
	60–80	5,10	1,09	8,46	6,77
Дерново-карбонатная выщелоченная, тяжелосуглинистая	0–10	6,42	1,13	8,46	6,74
	10–20	6,60	1,13	8,46	7,12
	20–40	6,68	1,14	8,38	7,25
	40–60*	6,88	6,54	8,45	7,37
	60–80*	7,07	6,79	8,42	7,41

Примечание: * присутствуют свободные карбонаты.

В то же время кислотность 0,2 н HCl при взаимодействии с дерново-карбонатной почвой может существенно изменяться. В данном случае нейтрализация экстрагента произошла, как в бескарбонатных горизонтах, за счет обменных реакций (до 1,13–1,14 ед. pH), так и в карбонатсодержащих (до 6,54–6,79 ед. pH). Величина pH 1 % $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ при взаимодействии с почвами, как бескарбонатных, так и карбонатсодержащих горизонтов, отличается слабо. Причиной этого является буферность самого экстрагента (карбоната аммония), который может формировать гидратные формы этого соединения. Вытяжка 0,02 н CaCl_2 в дерново-карбонатных почвах может подщелачиваться до 7,41 ед. pH, что чревато осаждением извлеченных фосфатов и получением заниженных результатов [9, 10].

В исследованных почвах наблюдается сильная дифференциация по содержанию подвижных форм фосфатов. Причиной этого яв-

ляются не только почвообразовательные процессы, но и расширенное воспроизводство с использованием удобрений.

Нами установлено, что содержание подвижного фосфора в обрабатываемом слое дерново-подзолистой почвы (0–20 см) соответствует «среднему» и «повышенному» уровню обеспеченности как по методу Кирсанова, так и Мачигина [1] (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание доступных форм фосфора в почвах, полученным по различным методам анализа, мгP₂O₅/кг

Почва	Глубина отбора проб, см	Содержание доступных форм фосфора		
		P _{Кирс.}	P _{Мач.}	P _{Скоф.}
Дерново-сильноподзолистая легкосуглинистая	0–10	106,7	42,8	1,27
	10–20	91,8	27,3	0,83
	20–40	50,4	17,2	0,21
	40–60	59,1	14,5	0,27
	60–80	75,8	19,1	0,26
Дерново-карбонатная выщелоченная тяжелосуглинистая	0–10	374,2	45,7	1,50
	10–20	227,7	25,2	0,53
	20–40	57,3	9,6	0,26
	40–60	5,7	10,1	0,35
	60–80	4,5	10,3	0,35

В то же время, при аналогичной обеспеченности дерново-карбонатных почв фосфатами, по методу Мачигина, содержание этого питательного элемента, по Кирсанову, находилось на «высоком» и «очень высоком» уровне (374 мг/кг в слое 0–10 см и 228 мг/кг – 10–20 см).

Близкая закономерность установлена и для подпахотных горизонтов почв – обеспеченность дерново-подзолистых почв подвижными формами питательных элементов располагается в одной или в соседних группах агрохимической классификации. В дерново-карбонатных почвах такая закономерность нарушается. Кроме того, эти почвы имеют «очень низкий» уровень обеспеченности фосфатами в карбонатсодержащих горизонтах.

Установлено, что наибольшее количество фосфатов извлекает кислотная вытяжка, рекомендованная А. Т. Кирсановым (табл. 3). Этот экстрагент вытесняет не только доступные для питания растений формы фосфатов, но и группы соединений с фосфором, которые составляют потенциальный запас этого питательного элемента [2]. Например, может извлекаться фосфор фосфоритной муки, использованный в завышенных дозах на почвах с низкой кислотностью. В сильнокислых почвах, особенно в подпахотных горизонтах, значительная часть фосфатов может быть связана с алюминием и же-

лезом [11, 12]. Поэтому применение кислотных вытяжек без учета особенностей почв может привести к ошибочной оценке агроэкологического состояния почв.

Доступность и экстрагируемость фосфора различных групп по подвижности в значительной степени определяется природой и прочностью его связи с органическими и минеральными компонентами почвы [8, 9]. Так, раствор карбоната аммония, предусмотренный методом Мачигина, вытесняет из твердой фазы почвы в экстракт только наиболее подвижные формы фосфатов почвы с образованием ортофосфатов аммония. Отличительной особенностью метода является то, что для повышения эффективности извлечения фосфатов предусмотрено широкое соотношение «почва : экстрагент», значительная продолжительность взаимодействия и относительно высокая температура. Тем не менее, даже в таких условиях содержание подвижного фосфора, определенное этим методом, значительно уступает кислотному варианту Кирсанова. В десятисантиметровом слое дерново-подзолистой почвы количество фосфатов, определенных по методу Мачигина, составляет 40,1 % от данных, полученных в вытяжке 0,2 н HCl. С глубиной степень извлечения фосфатов снижается, достигнув минимального значения 24,5 % в иллювиальном горизонте (40–60 см).

Таблица 3 – Сравнительная оценка извлечения почвенных фосфатов по разным методам

Почва	Глубина отбора проб, см	Доля извлечения почвенных фосфатов, %		
		$P_{\text{Мач. от } P_{\text{Кирс.}}}$	$P_{\text{Скоф. от } P_{\text{Кирс.}}}$	$P_{\text{Скоф. от } P_{\text{Мач.}}}$
Дерново-сильноподзолистая легкосуглинистая	0–10	40,1	1,19	2,97
	10–20	29,7	0,90	3,04
	20–40	34,1	0,42	1,22
	40–60	24,5	0,46	1,86
	60–80	25,2	0,34	1,36
Дерново-карбонатная выщелоченная тяжелосуглинистая	0–10	12,2	0,40	3,28
	10–20	11,1	0,23	2,10
	20–40	16,8	0,45	2,71
	40–60	177,2	6,14	3,47
	60–80	228,9	7,78	3,40

В обрабатываемом слое дерново-карбонатной почвы содержание подвижного фосфора по методу Мачигина составляет всего 11,1–12,2 % аналогичного показателя по Кирсанову. Вероятной причиной этого является наличие в почве соединений фосфора, обладающих низкой растворимостью, а значит, и доступностью для пита-

ния растений. В карбонатсодержащих слоях этой почвы содержание фосфатов, извлеченных при использовании 0,2 н HCl меньше, чем с применением 1 % $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ по методу Мачигина.

Вытяжка Скофилда (0,02 н CaCl_2), которая моделирует почвенный раствор, используется для оценки «фактора интенсивности» фосфатов. Наиболее высокая доля легкорастворимого фосфора содержится в верхнем десятисантиметровом слое обеих почв. В дерново-подзолистых почвах с глубиной значения показателя снижаются до 0,34–0,46 % в сравнении с методом Кирсанова и 1,22–1,86 % – Мачигина. Близкие результаты нами получены и в предыдущих исследованиях [9].

Корреляционно-регрессионным анализом установили тесноту связи между содержанием форм почвенных фосфатов, полученных методами Кирсанова, Мачигина и Скофилда (табл. 4).

Таблица 4 – Корреляционная связь между показателями определения подвижных и легкорастворимых форм фосфора в почвах

Почва	Тип связи	Парные сочетания показателей		
		$P_{\text{Мач.}} - P_{\text{Кирс.}}$	$P_{\text{Скоф.}} - P_{\text{Кирс.}}$	$P_{\text{Скоф.}} - P_{\text{Мач.}}$
$\text{П}_3^{\text{Л}}$ (n = 5; $r_{05} = 0,900$)	r	0,912	0,926	0,974
	η	0,998	0,987	0,976
$\text{Д}_B^{\text{Т}}$ (n = 5; $r_{05} = 0,900$)	r	0,978	0,899	0,967
	η	0,998	1,000	0,997
$\text{П}_3^{\text{Л}} + \text{Д}_B^{\text{Т}}$ (n = 10; $r_{05} = 0,564$)	r	0,774	0,728	0,945
	η	0,793	0,729	0,973

Выявлено, что между всеми этими показателями наблюдается достоверная корреляционная связь. Более высокие значения коэффициентов корреляции и корреляционных отношений получены в пределах одного типа почв, и несколько меньшие – в полной выборке. Следует отметить, что связь показателей « $P_{\text{Мач.}} - P_{\text{Кирс.}}$ » и « $P_{\text{Скоф.}} - P_{\text{Кирс.}}$ » носит нелинейный характер, а « $P_{\text{Скоф.}} - P_{\text{Кирс.}}$ » – близок к линейному.

Заключение. Изученные методы определения подвижных и легкорастворимых форм фосфора в почвах обладают различными экстракционными характеристиками. Содержание подвижных форм фосфора, определенное в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве по методам Кирсанова и Мачигина, соответствует одинаковому уровню по обеспеченности фосфатами, а в дерново-карбонатной выщелоченной почве – отличается на две группы. Между содержанием фосфатов, определенным по методу Кирсанова, и в вытяжках, полученных по методам Мачигина и Скофилда, наблюдается тесная корреля-

ционная связь нелинейного характера. Поэтому в Таежно-лесной зоне при агроэкологической оценке земель наряду с методом Кирсанов следует определять подвижные формы фосфатов в вытяжке Мачигина.

Список литературы

1. Макаров, В. И. Агрохимическое обследование и мониторинг плодородия почв : учебное пособие / В. И. Макаров, А. Н. Исупов. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020.

2. Хейфец, Д. М. Методы определения фосфора в почве // Агрохимические методы исследования почв. – Москва : Изд-во Академии наук СССР, 1960. – С. 74–114.

3. Ковриго, В. П. Почвы Удмуртской Республики : монография / В. П. Ковриго. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2004. – 490 с.

4. Макаров, В. И. Агроэкологическая оценка эродированных дерново-подзолистых почв / В. И. Макаров // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 97–101.

5. Носиков, Е. А. Сравнительная оценка водно-физических свойств почв Удмуртии (на примере ООО «Экоферма Дубровское») / Е. А. Носиков, В. И. Макаров // Высшему агрономическому образованию в Удмуртской Республике – 65 лет: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию агрономического факультета ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 137–140.

6. Макаров, В. И. Вариация агрохимических свойств и влияние плодородия дерново-подзолистых почв на урожайность кукурузы в АО «Учхоз «Июльское» ИжГСХА» / В. И. Макаров // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки УР, почетного работника высшей школы РФ профессора Вячеслава Павловича Ковриго. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 314–317.

7. Дмитриев, А. В. Изменение состава и суммы обменных катионов дерново-подзолистой суглинистой почвы, загрязненной различными видами нефтеводосолевой эмульсии / А. В. Дмитриев, А. В. Леднев // Устойчивому развитию АПК – научное обеспечение: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2004. – С. 58–63.

8. Перевощикова, Г. Е. Оценка экологического состояния почв придорожной территории / Г. Е. Перевощикова, В. И. Макаров // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки УР, почетного работника высшей школы РФ профессора Вячеслава Павловича Ковриго. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 319–321.

9. Макаров, В. И. Использование коэффициента подвижности элементов питания для прогноза действия минеральных удобрений / В. И. Макаров // Адаптив-

ные технологии в растениеводстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2005. – С. 110–115.

10. Обыдёнова, Л. А. Влияние известкования на фракционный состав фосфатов дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы / Л. А. Обыдёнова, А. Н. Исупов, А. С. Башков // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 1 (18). – С. 49–53.

11. Христенко, А. А. Влияние состава и свойств почв на результаты определения в них подвижного фосфора по методу Кирсанова / А. А. Христенко // Агрохимия. – 2004. – № 11. – С. 80–86.

12. Johnston, J. *The efficient use of phosphorus in agriculture* / J. Johnston, P. Fixen, P. Poulton // *Better Crops with Plant Food*. – 2014. – Vol. 98. – № 4. – P. 22–24.

УДК 631.8.023.3

В. И. Макаров¹, Т. Ю. Бортник²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: makaroffVI@yandex.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ УДМУРТИИ

В земледелии Удмуртии за десятилетний период (с 2011 г.) применение удобрений повысилось с 11 до 29 кг NPK/га посева. С 2005 г. доля удобряемых органическими удобрениями посевов увеличилась в три раза. Уровень применения агрохимикатов существенно варьирует: от 61,5 кг NPK/га – в хозяйствах Вавожского района, до 2,2 кг/га – Камбарского и Красногорского районов. Между урожайностью зерновых культур и насыщенностью посевов минеральными удобрениями наблюдается прямая корреляционная связь, преимущественно тесная ($r > 0,70$).

Известно, что ведущее положение в повышении урожайности и качества продукции растениеводства занимают удобрения [1, 2, 3]. Эффективность их использования предопределяется при соблюдении научно обоснованных требований к установлению доз, сроков, способов внесения применительно к конкретным природно-хозяйственным условиям, качеством проведения полевых работ [4, 5].

В постсоветский период использование удобрений в земледелии, как в Российской Федерации, так и в Удмуртской Республике, резко сократилось. Ввиду сложившихся социально-экономических условий сельскохозяйственные предприятия не способны финансировать в полном объеме агрохимические мероприятия, предусмотренные рекомендованной технологией возделывания сельскохозяйственных культур. За последний пятилетний период (2017–2021 гг.)

в Удмуртской Республике насыщенность посевов минеральными удобрениями составила всего 22 кг/га, органическими – 2,1 т/га.

Производство растениеводческой продукции на слабоокультуренных почвах без химической мелиорации и применения удобрений не обоснованно с агроэкономической точки зрения. Об этом свидетельствует российский и мировой опыт сельскохозяйственно-го производства [6, 7], результаты производственной деятельности ведущих хозяйств Удмуртии [8].

Удмуртская Республика расположена на востоке Русской равнины, в междуречье Камы и Вятки. Специализация большинства сельскохозяйственных предприятий мясомолочная. Растениеводство в основном ориентировано на производство кормов. В структуре посевных площадей преобладают зерновые, многолетние и однолетние травы, силосные культуры. Только небольшие площади пашни занимают посевы и посадки технических культур и овощей.

В Удмуртской Республике из общей площади 4206,1 тыс. га 44,9 % ее территории занимают сельскохозяйственные угодья, в том числе пашня – 36,7 %. Согласно почвенно-географическому районированию территории России, основная земельная площадь Удмуртии отнесена к Вятско-Камской провинции южно-таежной подзоны дерново-подзолистых почв, а южные ее районы – к Предуральской провинции серых лесных почв северной лесостепи. Потенциальное плодородие земель находится на недостаточном уровне, чем объясняется низкая продуктивность пашни.

По агрохимическим свойствам основные площади пахотных угодий Удмуртии характеризуются как среднеокультуренные, нуждаются в расширенном воспроизводстве плодородия по многим агрохимическим и агрофизическим показателям. Результаты агрохимического мониторинга почв сельскохозяйственных угодий республики свидетельствуют о постепенной их деградации, в том числе агроистощении [9]. Таким образом, научно обоснованная система удобрения является ключевым элементом агротехнологий с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур, регулирования качества производимой продукции.

В исследованиях были использованы отчетные материалы территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике (за 2005–2021 гг.) [10–12]. В качестве главных критериев эффективности использования агрохимикатов были использованы: возврат питательных элементов в почву с органическими и минеральными удобрениями; окупаемость минеральных удобрений; корреляционная связь насыщенности и доз минеральных удобрений с урожайностью зерновых культур.

Установлено, что за исследуемый период насыщенность посевов минеральными удобрениями варьировала от 11 до 29 кг НРК/га и при доле удобренных пахотных угодий 28–53 % (рис. 1).

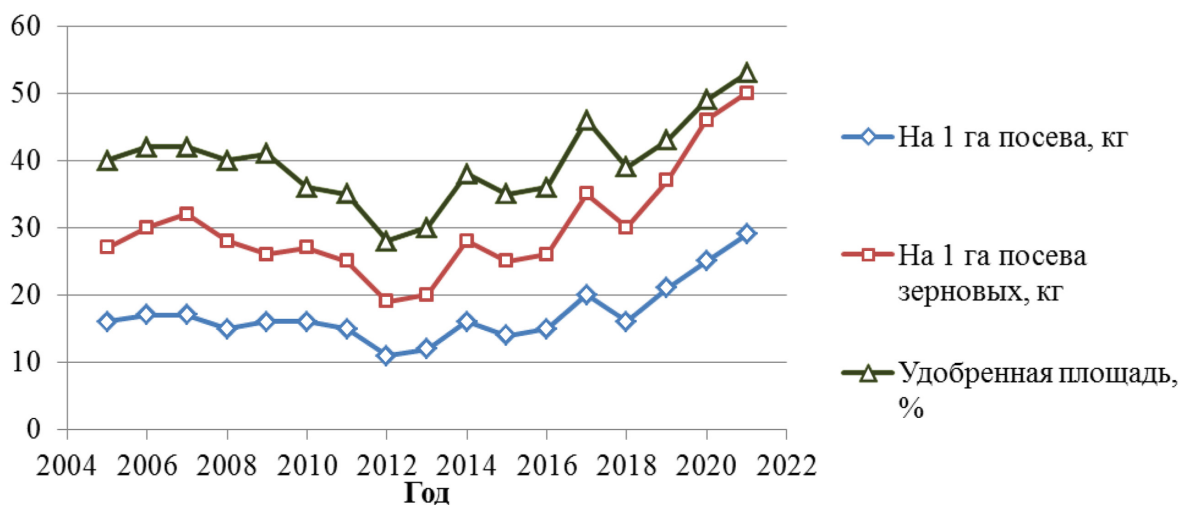


Рисунок 1 – Использование минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях Удмуртии (Удмуртстат, 2005–2021 гг.)

При выращивании зерновых культур минеральные удобрения применялись в количестве 19–50 кг/га. В усредненном составе агрохимикатов преобладает азотный компонент (около 75 %).

В динамике использования минеральных удобрений в земледелии Удмуртии отмечается значительный спад использования агрохимикатов в 2007–2013 гг. К 2021 г. насыщенность посевов удобрениями увеличилась в 2,5 раза.

В земледелии Удмуртии за исследованный период наблюдается прогресс в использовании органических удобрений. Так, в 2021 г. данные удобрения были использованы на 9 % посевов (рис. 2).

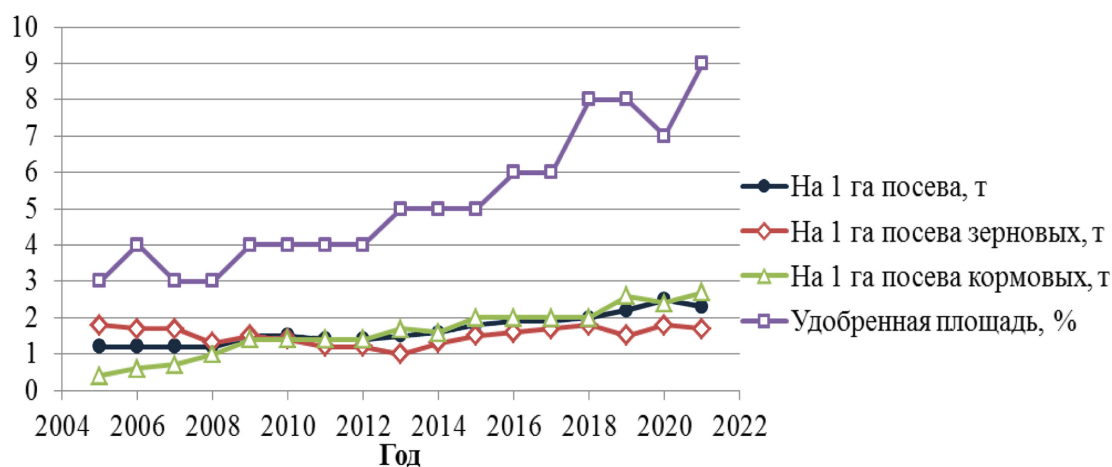


Рисунок 2 – Использование органических удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях Удмуртии (Удмуртстат, 2005–2021 гг.)

Основная часть органических удобрений была использована под кормовые культуры. Известно, что с экономической точки зрения применение основного органического удобрения – навоза КРС, обоснованно только в прифермских кормовых севооборотах.

Уровень применения минеральных удобрений в Удмуртии существенно отличался по отдельным сельскохозяйственным организациям. Существенные различия в использовании удобрений выявлены и по средним данным в пределах административных районов (табл. 1).

Таблица 1 – Внесение минеральных удобрений на 1 га посева сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях (Удмуртстат, 2005–2021 гг.)

Административный район Удмуртии	Насыщенность, кг/га		
	усредненная	минимальная	максимальная
Вавожский	61,5	48,3	79,1
Завьяловский	25,1	15,6	40,7
Можгинский	24,3	11,1	38,8
Алнашский	23,2	9,2	37,8
Воткинский	20,6	9,6	31,6
Сарапульский	19,8	9,7	41,8
Граховский	19,6	12,0	32,1
Шарканский	19,0	9,5	43,9
Малопургинский	18,2	5,7	32,8
Киясовский	18,1	10,0	35,1
Каракулинский	17,5	5,4	33,4
Увинский	16,3	9,0	33,4
Сюмсинский	15,1	6,0	34,3
Глазовский	11,9	8,4	18,7
Балезинский	10,4	7,6	13,6
Селтинский	10,0	4,4	22,6
Игринский	9,9	6,6	14,2
Дебесский	9,4	5,3	15,1
Кезский	7,9	4,1	12,3
Як-Бодьинский	7,5	1,9	18,0
Юкаменский	6,6	2,6	9,3
Ярский	6,1	2,7	15,8
Кизнерский	5,3	1,1	12,0
Камбарский	2,2	0,0	6,5
Красногорский	2,2	0,0	6,1
Среднее по Удмуртии	17,2	11,3	29,5

Наиболее высокая насыщенность посевов минеральными удобрениями наблюдается в сельскохозяйственных организациях Вавожского района. За исследуемый период она не опускалась ниже 48,3 кг NPK/га.

В хозяйствах Завьяловского, Можгинского, Алнашского, Воткинского, Сарапульского и Граховского районов использовали минеральные удобрения от 20 до 25 кг NPK/га посевов. Следует отметить нестабильность применения агрохимикатов в хозяйствах этих районов. Так, в сельскохозяйственных организациях Алнашского района за исследуемый период применение агрохимикатов варьировало от 9,2 до 37,8 кг NPK/га. Основной причиной сильного снижения в использовании удобрений явился спад сельскохозяйственного производства, вызванный опасными агрометеорологическими явлениями в 2010 и 2013 гг.

В большинстве сельскохозяйственных организаций по усредненным данным насыщенность посевов минеральными удобрениями составляет до 20 кг NPK/га. Однако в этих хозяйствах в последние годы наблюдается увеличение использования агрохимикатов в агротехнологиях.

Наиболее сложная обстановка по использованию минеральных удобрений наблюдается в Красногорском, Камбарском, Кизнерском, Ярском, Юкаменском районах.

Близкие закономерности установлены и по использованию органических удобрений. Наиболее высокая насыщенность наблюдается в хозяйствах Вавожского района (5,9 т/га). В составе этих удобрений поступает ежегодно около 80 кг NPK/га. Данное количество питательных веществ эквивалентно прибавке зерна около 12 ц/га (табл. 2).

Таблица 2 – Внесение органических удобрений на 1 га посева сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях (Удмуртстат, 2005–2021 гг.)

Административный район Удмуртии	Насыщенность, т/га			Ориентировочное поступление, кг NPK/га
	усредненная	минимальная	максимальная	
Вавожский	5,9	3,4	7,9	79,7
Граховский	2,9	1,2	4,9	38,6
Можгинский	2,7	1,4	3,8	36,0
Балезинский	2,1	1,6	4,0	28,9
Завьяловский	2,1	1,1	3,7	28,4
Увинский	2,0	0,7	3,5	26,9
Малопургинский	1,9	1,0	3,8	25,5
Алнашский	1,8	0,8	2,5	24,9
Кезский	1,6	1,2	2,2	21,9
Юкаменский	1,6	0,8	2,5	21,7
Шарканский	1,5	0,4	2,8	20,4

Административный район Удмуртии	Насыщенность, т/га			Ориентировочное поступление, кг NPK/га
	усредненная	минимальная	максимальная	
Глазовский	1,5	1,0	2,1	19,8
Як-Бодьинский	1,3	0,2	2,8	17,1
Игринский	1,2	0,9	1,7	15,6
Киясовский	1,0	0,4	2,2	13,7
Каракулинский	0,9	0,0	3,0	12,5
Дебесский	0,9	0,4	1,3	11,7
Воткинский	0,8	0,2	2,3	10,4
Селтинский	0,8	0,2	2,2	10,5
Кизнерский	0,7	0,1	1,3	9,7
Сюмсинский	0,7	0,0	1,7	9,3
Ярский	0,6	0,0	2,6	7,8
Камбарский	0,5	0,0	1,2	7,4
Красногорский	0,3	0,2	0,6	3,9
Сарапульский	0,2	0,1	0,4	3,0
Среднее по Удмуртии	1,7	1,2	2,3	22,3

Относительно благоприятная обстановка по использованию навоза складывается в хозяйствах Граховского, Можгинского, Балезинского и Завьяловского районов. Насыщенность пашни органическими удобрениями в хозяйствах превышает 2,0 т/га. Содержание питательных веществ в удобрениях эквивалентно прибавке зерна всего 4–6 ц/га.

В десяти административных районах Удмуртии насыщенность посевов органическими удобрениями менее 1,0 т/га. Отмечается нестабильность применения удобрений по годам. Следует отметить, что нарушение технологий хранения и использования навоза чревато не только потерями питательных веществ, но и потенциальным загрязнением окружающей среды.

Продуктивность сельскохозяйственных культур связана как почвенно-климатическими и ландшафтно-экологическими условиями землепользования, так и уровнем агротехнологий в конкретных хозяйствах.

В 2005–2021 гг. наиболее высокая и стабильная продуктивность зерновых культур наблюдалась в хозяйствах Вавожского района. В четыре раза за 17 лет наблюдений усредненная урожайность зерновых превышала 30 ц/га (табл. 3).

В сельскохозяйственных организациях Можгинского, Алнашского и Граховского районов усредненная урожайность зерновых

составила 18–20 ц/га, достигая в благоприятные годы до 25–28 ц/га. Следует отметить, что территория этих районов относится к Предуральской провинции северной лесостепи, отличающейся наиболее высоким уровнем плодородия в Удмуртии – 23,1–24,4 ц/га [13].

Таблица 3 – Урожайность зерновых и зернобобовых культур в сельскохозяйственных организациях в 2005–2021 гг. (ц/га, после доработки)

Административный район УР	Количество случаев с урожайностью, ц/га						Урожайность, ц/га		
	<10,0	10,1–15,0	15,0–20,0	20,1–25,0	25,1–30,0	>30,0	усредненная	минимальная	максимальная
Вавожский	0	0	4	3	6	4	25,7	16,0	33,3
Можгинский	1	1	8	4	3	0	19,7	10,0	28,4
Алнашский	1	2	5	8	1	0	19,1	8,5	25,4
Граховский	1	3	7	3	3	0	18,3	7,9	26,6
М.-Пургинский	1	2	12	2	0	0	16,7	9,5	21,7
Шарканский	0	8	5	4	0	0	16,5	11,8	24,5
Завьяловский	1	5	6	5	0	0	16,5	9,4	23,9
Воткинский	0	6	10	1	0	0	16,3	11,3	21,6
Сарапульский	0	6	10	1	0	0	15,8	10,1	23,4
Увинский	0	8	9	0	0	0	15,2	11,5	18,9
Каракулинский	2	7	4	4	0	0	15,2	8,7	22,2
Игринский	3	7	6	1	0	0	14,6	7,8	21,2
Сюмсинский	1	7	6	2	0	0	14,5	7,7	20,6
Дебесский	1	10	6	0	0	0	14,4	9,8	18,1
Киясовский	2	10	3	2	0	0	14,2	8,0	22,6
Глазовский	3	6	8	0	0	0	14,0	7,4	19,2
Кизнерский	2	11	3	1	0	0	13,2	7,1	21,1
Ярский	2	10	4	1	0	0	13,2	8,4	20,2
Селтинский	2	11	4	0	0	0	12,6	6,6	16,7
Балезинский	4	9	4	0	0	0	12,6	7,0	17,6
Юкаменский	7	7	3	0	0	0	11,7	6,8	17,5
Кезский	5	11	1	0	0	0	11,4	7,0	15,2
Як-Бодьинский	6	6	2	0	0	0	11,3	7,8	15,9
Красногорский	8	8	1	0	0	0	10,6	5,1	15,1
Камбарский	5	5	0	0	0	0	9,0	5,1	11,7
По Удмуртии	58	166	131	43	12	4	15,8	10,4	21,8

Наиболее низкая продуктивность зерновых культур (менее 14,0 ц/га) отмечается в сельскохозяйственных организациях Камбарского, Красногорского, Якшур-Бодьинского, Кезского, Юкаменского, Балезинского, Селтинского, Ярского, Кизнерского районов. Данные хозяйства расположены на низкоплодородных дерново-подзолистых почвах, преимущественно легкого гранулометрического состава.

По данным А. И. Безносова [13], усредненное потенциальное плодородие почв Камбарского района составляет всего 14,4 ц/га. Однако за исследованный период урожайность зерновых культур по району в среднем составила всего 9,0 ц/га. По Красногорскому району фактическая урожайность зерновых культур составила 11,7 ц/га при расчетной продуктивности пахотных угодий 18,2 ц/га.

На основе корреляционно-регрессионного анализа нами была установлена связь урожайности зерновых культур с уровнем применения удобрений в агротехнологиях. В выборку были включены данные по 25 административным районам Удмуртии.

Во все годы наблюдений прослеживается прямая связь между насыщенностью посевов минеральными удобрениями с урожайностью зерновых культур (рис. 3).

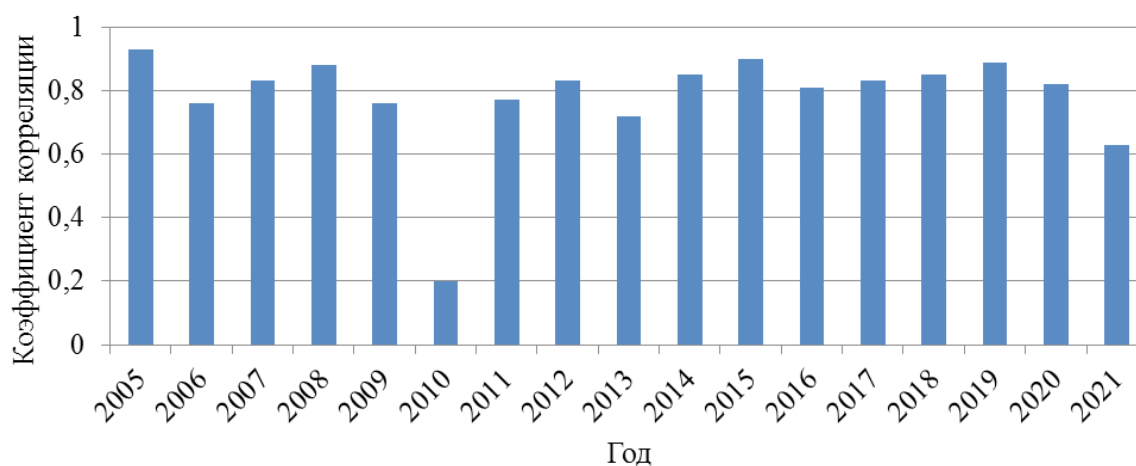


Рисунок 3 – Корреляционная связь урожайности зерновых культур с насыщенностью посевов минеральными удобрениями (Удмуртская Республика, 2005–2021 гг.)

Наиболее высокие значения коэффициентов корреляции ($r = 0,85$ ед. и более) были установлены в 2005, 2008, 2015, 2019 гг. В остальные годы наблюдений коэффициенты парной корреляции также находились на «тесном» уровне – превышали 0,70.

Исключением являются 2010 и 2021 гг., когда коэффициенты корреляции между показателями составили всего 0,20 и 0,63 соответственно. Причиной этого явились засушливые условия вегетационных периодов в эти годы. Как известно, при недостатке почвенной влаги не только снижается в целом урожайность сельскохозяйственных культур, но и окупаемость внесенных питательных веществ в составе удобрений. Кроме того, засуха в 2010 г. в большей степени фиксировалась в южной части Удмуртской Республики – в районах с относительно высокой насыщенностью посевов минеральными удобрениями.

Заключение. Таким образом, в Удмуртской Республике насыщенность посевов минеральными удобрениями подтверждена значительной вариации. За десятилетний период (с 2011 г.) применение удобрений увеличилось с 11 до 29 кг NPK/га посева. С 2005 г. доля удобряемых органическими удобрениями посевов увеличилась в три раза. Основная часть этих удобрений используется под кормовые культуры. Уровень применения агрохимикатов существенно варьирует: от 61,5 кг NPK/га – в хозяйствах Вавожского района, до 2,2 кг/га – Камбарского и Красногорского районов. Между урожайностью зерновых культур и насыщенностью посевов минеральными удобрениями наблюдается прямая корреляционная связь, преимущественно тесная ($r > 0,70$).

Список литературы

1. Башков, А. С. Повышение эффективности удобрений на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья / А. С. Башков. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – 328 с.

2. Продуктивность картофеля при длительном применении систем удобрения в Среднем Предуралье / Т. Ю. Бортник, В. И. Макаров, А. Ю. Карпова, А. С. Башков // Материалы Междунар. научной конф., посвященной 90-летию ФГБНУ ВНИИ агрохимии и 80-летию Географической сети опытов с удобрениями. Под ред. С. И. Шкуркина. – Москва: ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2022. – С. 52–61.

3. Bortnik, T. Y. **Influence of long-term use of fertilization systems on the productivity of winter grain crops** / Bortnik T.Y., Makarov V.I., Bashkov A.S., Karpova A.Y. // **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. «International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021».** 2022. С. 012077.

4. Макаров, В. И. Эффективность форм азотных удобрений в технологии возделывания яровой пшеницы на дерново-подзолистой суглинистой почве / В. И. Макаров, А. В. Дмитриев // Теория и практика современной аграрной науки: сборник IV Нац. (Всерос.) научной конф. с международным участием. Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: Золотой колос, 2021. – С. 172–175.

5. Макаров, В. И. Эффективность форм азотных удобрений при выращивании озимой тритикале / В. И. Макаров, М. А. Тякотев, К. А. Гарипов // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 116–121.

6. Макаров, В. И. Агроэкологическая оценка эродированных дерново-подзолистых почв / В. И. Макаров // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 97–101.

7. Макаров, В. И. Дифференциация обрабатываемого слоя дерново-подзолистых почв / В. И. Макаров, А. И. Венчиков, А. А. Юскин // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 102–108.

8. Бортник, Т. Ю. Состояние плодородия почв и продуктивность зерновых культур в СХПК им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики / Т. Ю. Бортник, А. С. Башков, В. А. Капеев, Б. Б. Борисов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3 (59). – С. 24–35.

9. Макаров, В. И. Агрохимическое обследование и мониторинг плодородия почв / В. И. Макаров, А. Н. Исупов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020.

10. Сельское хозяйство Удмуртской Республики. Статистический сборник. № 259. – Ижевск, 2014. – 115 с.

11. Сельское хозяйство Удмуртской Республики. Статистический сборник. № 248. – Ижевск, 2018. – 127 с.

12. Сельское хозяйство Удмуртской Республики. Статистический сборник. № 257. – Ижевск, 2022. – 131 с.

13. Безносков, А. И. Плодородие почв и использование удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии Удмуртской Республики: монография / А. И. Безносков. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2007. – 72 с.

УДК 633.16:631.87

А. Б. Мерцалова¹, Т. Ю. Бортник², А. Р. Гиззатова³

^{1,2,3}Удмуртский ГАУ

²E-mail: agrohim@udsau.ru

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ

Представлены результаты изучения эффективности обработки семян и опрыскивания растений ячменя гуминовыми препаратами «Живая капля» и «Золото полей». В условиях 2022 г. на агродерново-подзолистой среднесуглинистой почве применение данных удобрений способствовало получению достоверных прибавок урожайности зерна 0,32–0,43 т/га по отношению к варианту, где обработка и опрыскивание осуществлялись чистой водой.

Актуальность. В настоящее время в научных исследованиях всё больше внимания уделяется применению инновационных агрохимикатов – веществ комплексного воздействия на растения, росторегуляторов, иммуностимуляторов, адаптогенов и т.п. [2, 7, 10]. На-

ряду с минеральными и органическими удобрениями эти вещества способствуют повышению урожайности и качества растениеводческой продукции, проявляя положительное влияние на устойчивость растений к неблагоприятным факторам жизни, а также стимулируют процессы роста и развития растений. К таким агрохимикатам следует отнести и гуминовые вещества – гуматы. Их производят различными путями из природного сырья, в качестве которых могут быть использованы ископаемые бурые угли, торф, сапрпель. В настоящее время установлено положительное влияние гуминовых веществ на ростовые процессы и качество клубней картофеля [4], повышение устойчивости яровой [15] и озимой пшеницы [1, 6] к воздействию гербицидов и, как следствие, повышение её продуктивности. Выявлено положительное действие гуматов и при ремедиации загрязнённых почв, при этом повышается стрессоустойчивость растений [14]. Есть данные об эффективном использовании разнообразных гуминовых веществ на бедных по плодородию дерново-подзолистых почвах, в том числе в условиях Удмуртской Республики [3, 5].

Ассортимент гуминовых препаратов на рынке сельскохозяйственных агрохимикатов достаточно широк; появляются и новые препараты, нуждающиеся в дополнительных исследованиях. Препарат «Золото полей» позиционируется производителем как органо-хелатное удобрение, которое производится из низинного торфа и содержит микроэлементы питания растений в хелатной форме. Этот препарат рекомендуется для опрыскивания растений (листовых подкормок), отмечено его положительное влияние на формирование иммунитета зерновых культур [11]. Новый препарат – «Живая капля» – концентрированное гуминовое удобрение, произведено АО «Удмуртторф» из низинного торфа и рекомендуется для обработки семян, корневой и некорневой подкормки растений [12].

Цель исследований: изучить эффективность гуминовых препаратов на урожайность ячменя при выращивании на агродерново-подзолистых почвах.

Материалы и методика. В 2022 г. на агродерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве АО «Учхоз «Июльское» Ижевской ГСХА» был проведен опыт по изучению использования гуминовых препаратов разных торговых марок «Живая капля» (ЖК) и «Золото полей» (ЗП) при возделывании ячменя. Схема двухфакторного опыта приведена в таблице 1; она включала использование гуминовых препаратов в дозах 1 и 2 (разбавление 1:10 и 1:100) и разных способах внесения (табл. 1). Контроль – варианты без обработки и опрыскивания, а также варианты с обработкой семян и опрыскиванием чистой водой. Повторность четырёхкратная, всего 64 де-

лянки. Общая площадь делянки $10 \text{ м} \times 1,5 \text{ м} = 15 \text{ кв.м}$. Расположение вариантов: полная рендомизация. В качестве фона было проведено внесение азофоски в дозе по 25 кг д.в./га (каждого элемента).

Результаты исследований и их обсуждение. Ячмень в условиях Среднего Предуралья, и в том числе в Удмуртской Республике, является наиболее распространённой зерновой культурой. Зерно ячменя используют и на фураж, и на продовольственные цели. Установлено, что ячмень хорошо отзывается на удобрения [13, 9]. В связи с этим изучение эффективности гуминовых веществ при возделывании ячменя представляет определённый интерес. Нами было исследовано применение агрохимикатов «Золото полей» и «Живая капля» для обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений ячменя в 2020 г. Этот опыт был проведён на 5-летней залежи, на агродерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве с низким содержанием гумуса и подвижного калия, средней обеспеченностью подвижным фосфором и сильнокислой реакцией. Агрометеорологические условия вегетационного периода 2020 г. сложились не совсем благоприятно, в течение первой половины вегетации растения испытывали недостаток влаги при температуре существенно ниже среднемноголетней нормы. В этих условиях уровень урожайности зерна ячменя в целом по опыту получен низкий, в пределах 0,93–1,33 т/га. Тем не менее, выявлено положительное действие препаратов «Золото полей» и «Живая капля», выразившееся в достоверном увеличении урожайности зерна на 0,23–0,28 т/га относительно абсолютного контроля и варианта, где применялось опрыскивание растений чистой водой.

В 2022 г. опыт был повторён по той же схеме в УНПК «Агротехнопарк», но в более благоприятных почвенных условиях; уровень плодородия агродерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы был более высоким. Почва опытного участка была слабокислая, с повышенным содержанием подвижного фосфора и средним содержанием подвижного калия. Агрометеорологические условия вегетационного периода 2022 г. сложились благоприятно. Температура в течение каждого месяца вегетации превышала среднемноголетнюю норму, а выпадение осадков в мае и июне составляло 130 и 140 % по отношению к среднемноголетнему показателю.

В этих условиях получен относительно высокий уровень урожайности ячменя – в пределах 1,91–3,32 т/га (табл. 1).

Согласно полученным данным, обработка семян водой и опрыскивание растений в фазу начала трубкования способствовала тенденции увеличения урожайности зерна, особенно при сочетании этих приёмов. Использование препаратов привело к неоднозначно-

му эффекту. Так, обработка семян всеми препаратами в обеих дозах не привела к существенному увеличению урожайности относительно контроля и по отношению к обработке водой.

Таблица 1 – Влияние гуминовых препаратов на урожайность зерна ячменя, т/га (2022 г.)

Варианты (А)	(В)	Урожайность	± к контролю	± к воде
1. Обработка семян	1. Без обр. (к)	1,91	-	-
	2. Вода	1,97	0,06	-
	3. ЖК 1	2,07	0,16	0,10
	4. ЖК 2	1,86	-0,05	-0,11
	5. ЗП 1	2,42	0,51	0,45
	6. ЗП 2	2,13	0,22	0,16
Среднее по фактору А		2,09		
2. Опрыскивание	1. Без опр. (к)	1,91	-	-
	2. Вода	2,04	0,13	-
	3. ЖК 1	2,25	0,34	0,21
	4. ЖК 2	1,99	0,08	-0,05
	5. ЗП 1	2,06	0,15	0,02
	6. ЗП 2	2,45	0,54	0,41
Среднее по фактору А		2,16		
3. Обработка семян и опрыскивание	1. Без обр. и опр. (к)	1,91	-	-
	2. Вода	2,19	0,28	-
	3. ЖК 1	3,06	1,15	0,87
	4. ЖК 2	3,32	1,41	1,13
	5. ЗП 1	3,03	1,12	0,84
	6. ЗП 2	2,18	0,27	-0,01
Среднее по фактору А		2,76		
Среднее по фактору В	1. Без обр. и опр. (к)	1,91	-	-
	2. Вода	2,07	0,16	-
	3. ЖК 1	2,46	0,55	0,39
	4. ЖК 2	2,39	0,48	0,32
	5. ЗП 1	2,50	0,59	0,43
	6. ЗП 2	2,25	0,34	0,18
НСР ₀₅ частных различий:			0,73	
НСР ₀₅ главных эффектов:				
фактора А			0,42	
фактора В			0,30	

При опрыскивании растений также не выявлено положительное действие изучаемых препаратов. В то же время сочетание обработки семян и опрыскивания растений гуминовыми препаратами «Живая капля» при разбавлении в 100 раз (доза 2) и «Золото полей» при разбавлении в 10 раз (доза 1) способствовало достовер-

ному увеличению урожайности зерна – по отношению к контролю прибавки составили 1,41 и 1,12 т/га. По отношению к варианту с водой использование этих препаратов привело к увеличению урожайности на 1,13–0,84 т/га.

В среднем по опыту выявлено положительное влияние совместного использования обработки семян и опрыскивания растений в фазу кущения; средняя урожайность в этом случае составила 2,76 т/га. Только обработка семян позволила получить в среднем 2,09 т/га, а опрыскивание растений в фазу начала трубкования – 2,16 т/га при урожайности на абсолютном контроле 1,91 т/га.

Заключение. В благоприятных агрометеорологических условиях 2022 г. получено положительное влияние препаратов «Живая капля» и «Золото полей» на урожайность зерна ячменя при сочетании обработки семян и опрыскивания растений в фазу начала трубкования. Эффективность препарата «Живая капля» проявилась при разбавлении в 10 и в 100 раз – достоверные прибавки урожайности зерна составили 0,39 и 0,32 т/га по отношению к варианту с чистой водой. Применение препарата «Золото полей» оказалось эффективным при разбавлении в 10 раз – достоверная прибавка урожайности составила 0,43 т/га по отношению к варианту с водой.

Список литературы

1. Бакаева, Н. П. Антистрессовое воздействие органоминеральных удобрений в агротехнологии озимой пшеницы / Н. П. Бакаева, О. Л. Салтыкова // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2020. – № 4. – С. 65–72.
2. Безуглова, О. С. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов / О. С. Безуглова, Е. А. Полиенко, А. В. Горовцов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4. – С. 11–14.
3. Горбушина, А. Б. Эффективность гуминового продукта при возделывании клевера лугового на агродерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / А. Б. Горбушина, Т. Ю. Бортник, А. Л. Иошина // Гуминовые вещества в биосфере: материалы VII Всерос. научной конф., посв. 90-летию со дня рождения профессора Д. С. Орлова. Москва, 4–8 декабря 2018 г. – Москва: МАКС Пресс, 2018. – С. 117–118.
4. Замятин, С. А. Оценка эффективности применения гуминового концентрата Дар при возделывании картофеля / С. А. Замятин, Р. Б. Максимова, Е. Ю. Удалова // Вестник Марийского государственного университета. – 2019. – Т. 5. – № 2. – С. 156–162.
5. Изучение использования гуминовых продуктов «Life ForceO» на агродерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / А. Б. Горбушина, Н. А. Семакина, Т. Ю. Бортник [и др.] // Агрехимический вестник. – 2018. – Спецвыпуск. – С. 16–24.
6. Мамеев, В. В. Влияние гуминовых и минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы / В. В. Мамеев, И. В. Сычева, М. С. Сычев // Агрехимический вестник. – 2015. – № 5. – С. 10–14.

7. Наими, О. И. Применение гуминовых препаратов в сельском хозяйстве / О. И. Наими // Аллея науки. – 2018. – Т. 4. – № 10. – С. 397–403.
8. Негода, С. В. Роль удобрений гуматов в повышении плодородия почв / С. В. Негода, Р. А. Родителей // Агрохимия. – 2014. – № 3. – С. 34–36.
9. Новичихин, А. М. Урожайность сортов ярового ячменя при различных уровнях минерального питания в сочетании со стимуляторами роста / А. М. Новичихин, В. В. Чайкин // Агрохимический вестник. – 2022. – № 3. – С. 10–16.
10. Поволоцкая, Ю. С. Краткий обзор гуминовых препаратов / Ю. С. Поволоцкая // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 5–1. – С. 37–40.
11. Производитель органо-хелатных удобрений «Золото полей». – URL: <https://zoloto-poley.ru/produktsiya/kompleksnyye-udobreniya/organokhelatnoe-kompleksnoe> (дата обращения : 03.12.2022).
12. Садовый 1. – URL: <http://ogorod18.ru/product/zhgu-zhivaya-kaplya-051-10shtup-udmurttorf> (дата обращения : 03.12.2022).
13. Совершенствование системы удобрения ячменя в современных условиях / А. С. Башков, Т. Ю. Бортник, А. Ю. Карпова, М. Н. Загребина // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 10. – С. 14–17.
14. Степанов, А. А. Ремедиация загрязненных городских почв с применением гуминовых препаратов / А. А. Степанов, О. С. Якименко // Живые и биокосные системы. – 2016. – № 18. – С. 5.
15. Филиппов, А. С. Антидотная эффективность препарата Гумимакс при совместном применении с разными гербицидами на посевах яровой пшеницы / А. С. Филиппов, В. В. Немченко // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 10. – С. 49–55.

УДК 633.11«321»: 631.81

Н. М. Мудрых

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

E-mail: nata020880@hotmail.com

ОТЗЫВЧИВОСТЬ ПРОРОСТКОВ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАСТВОРЕ

Приведены исследования по оценке отзывчивости проростков яровой пшеницы на концентрации азота и калия в растворе в условиях модельного лабораторного опыта. Объектами исследований были три сорта яровой пшеницы – Иргина, Горноуральская и Красноуфимская. Исследования показали, что изучаемые концентрации элементов питания оказали неоднозначное влияние на длину главного корня и роста пшеницы.

Роль отдельных элементов на рост и развитие растений изучена многочисленными исследователями. Однако ежегодное секционирование, создание новых удобрений и препаратов требует изучения отзывчивости сельскохозяйственных культур и сортов на применение агрохимикатов [4, 5, 7]. Роль последних начинают устанавливать в модельных лабораторных опытах на проростках культур. В этих условиях можно детально рассмотреть изменение развития и роста проростков в начальные периоды онтогенеза и в дальнейшем корректировать применяемые дозы препаратов и агрохимикатов [1, 2, 6, 8].

Цель исследований – определить отзывчивость проростков сортов яровой пшеницы на макроэлементы.

Объектами исследований были сорта яровой пшеницы Иргина, Горноуральская и Красноуфимская.

Оценку действия концентраций азота и калия на проростки пшеницы проводили в модельном лабораторном опыте по следующим схемам:

Опыт 1. Изучение влияния азота:

1. Контроль.
2. N_{1,4}.
3. N_{4,4}.
4. N_{8,7}.
5. N_{13,4}.

Опыт 2. Изучение влияния калия:

1. Контроль.
2. K_{13,5}.
3. K_{27,7}.
4. K_{41,7}.

Повторность вариантов в опытах 4-кратная. Выборка семян яровой пшеницы каждого сорта в опыте № 1 составила по 200 шт. в опыте № 2 – по 160 шт. Семена пшеницы проращивали на фильтровальной бумаге в чашках Петри. Концентрация азота в растворе 1,4 N мг/100 мл, согласно группировке почв по минеральному азоту в вытяжке 1н KCl, соответствует низкой концентрации минерального азота в почве, 4,4 – средней, 8,7 – повышенной и 13,4 N мг/100 мл – высокой. Концентрация калия в растворе 13,5 K мг/100 мл, согласно группировке почв по Кирсанову, в вытяжке 0,2н HCl, соответствует средней концентрации подвижного калия в почве, 27,7 – повышенной и 41,7 Kмг/100 мл – высокой. Растворы, согласно схемам опыта, приготавливали из х.ч. солей NH₄NO₃, K₂SO₄. Проращивание проводили в течение 7 дней при температуре 20 С [3]. Оценку действия концентраций растворов солей проводили по длине главного корня и ростка. Математическую обработку полученных результатов проводили с использованием программы Microsoft Exsel (Пакет анализа данных «Описательная статистика», анализ разности средних).

Исследованиями установлено, что изучаемые концентрации азота в растворе приводят к увеличению энергии прорастания и всхожести зерен на всех сортах пшеницы. Так, например, у сорта Иргина энергия прорастания увеличилась с 73 до 90 %, Горноуральская – с 60 до 78 и Красноуфимская – с 58 до 78 %. Анализ средних показал, что на 3 день эксперимента при максимальной концентрации изменяется длина ростка у всех изучаемых сортов, а у сорта Красноуфимская и на варианте с N_{4,4} (табл. 1).

Таблица 1 – Критерий Стьюдента анализа средних сравнения вариантов опыта с контролем

Варианты	Сорт					
	Иргина		Горноуральская		Красноуфимская	
	Длина ростка	Длина корня	Длина ростка	Длина корня	Длина ростка	Длина корня
3 день исследований						
N _{1,4}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}
N _{4,4}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} > t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}
N _{8,7}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}
N _{13,4}	t _{факт.} > t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} > t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} > t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}
7 день исследований						
N _{1,4}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}
N _{4,4}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}
N _{8,7}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} > t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}
N _{13,4}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}	t _{факт.} < t _{табл.}

На седьмой день эксперимента отмечено нивелирование влияния изучаемых концентраций на проростки пшеницы. Исключением является вариант N_{8,7}, где наблюдается отзывчивость корневой системы сорта Иргина на азотное питание.

Анализируя влияние калия на сорта яровой пшеницы, установлено, что применяемые концентрации оказывают негативное влияние на энергию прорастания и всхожесть семян. Причем, чем выше концентрация калия в растворе, тем ниже изучаемые параметры. Например, всхожесть у сорта Иргина в контрольном варианте составила 95 %, а в вариантах с калием 70–88 %. Анализ средних показал, что математически доказанного влияния концентрации калия на проростки яровой пшеницы на третий день эксперимента на всех сортах не выявлено. На седьмой день при минимальной и максимальной концентрациях калия в растворе у сорта Красноуфимская математически доказано увеличение длины ростка относительно контроля (табл. 2).

Таблица 2 – Критерий Стьюдента анализа средних сравнения вариантов опыта с контролем

Варианты	Сорт					
	Иргина		Горноуральская		Красноуфимская	
	Длина ростка	Длина корня	Длина ростка	Длина корня	Длина ростка	Длина корня
К _{13,5}	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$
К _{27,7}	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$
К _{41,7}	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$	$t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$

На корневую систему отмечено положительно влияние концентрации калия 27,7 мг/ 100 мл в варианте с сортом Иргина. По другим сортам математически доказанного влияния концентрации калия на длину корня не выявлено.

Список литературы

1. Бурлакова, С. В. Оценка защитного действия биофунгицидов и их влияние на рост проростков в начальный период онтогенеза яровой пшеницы / С. В. Бурлакова, Н. Г. Власенко // *Агробиология*. – 2021. – № 10. – С. 68–73.
2. Гагарина, И. Н. Изучение влияния ростостимулирующих препаратов на основе гуматов на рост и развитие проростков ячменя и пшеницы / И. Н. Гагарина // *Продовольственная безопасность как фактор повышения качества жизни: материалы Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф.* – Орел, 2021. – С. 389–392.
3. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Москва: Издательство стандартов, 1985. – 57 с.
4. Журова, В. Г. Изучение влияния ионов калия, кальция и магния на рост и развитие растений / В. Г. Журова, М. С. Светличная // *Достижения науки и образования*. – 2018. – № 14 (36). – С. 13–15.
5. Лян, Ш. Влияние условий культивирования пшеницы на биометрические параметры проростков / Ш. Лян, А. Ю. Годымчук // *Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов. Сборник докладов II Междунар. науч.-практ. конф.* – Томск, 2022. – С. 725–729.
6. Влияние предпосевной обработки зерна пшеницы на рост и развитие проростков / Ш. Г. Пилавов, А. К. Пивовар, М. П. Бабурченкова [и др.] // *Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики «Луганский национальный аграрный университет»*. – 2020. – № 8–1. – С. 431–437.
7. Чибис, С. П. Результаты исследований влияния химических соединений на проростки пшеницы сорта Павлоградка / С. П. Чибис, Л. А. Кротова, Я. В. Мухина // *Вестник Омского ГАУ*. – 2019. – № 1 (33). – С. 61–68.
8. Шатохин, К. А. Изучение биологической активности гуматов на проростках пшеницы / К. А. Шатохин // *Научный журнал молодых ученых*. – 2021. – № 3 (24). – С. 9–14.

О. В. Мурзова

Белорусская ГСХА

E-mail: murzova.o@yandex.by

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВСА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

Исследовалось действие новых форм макро-, микроудобрений и регулятора роста при возделывании голозерного овса сорта Гоша на среднеокультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Дана агрономическая оценка применения комплексных удобрений для некорневой подкормки Нутриванта плюс, микроудобрения Адоб Медь, нового комплексного удобрения, разработанного в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси (АФК для основного внесения), комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и регулятором роста Экосил.

Плодородие почв сельскохозяйственных земель является основным фактором, обуславливающим ведение сельского хозяйства на современном уровне. Под современным уровнем ведения сельского хозяйства понимается использование агротехнологий, обеспечивающих получение растениеводческой продукции высокого качества с низкой себестоимостью и максимально возможным уровнем рентабельности при условиях сохранения или повышения плодородия почв. В структуре пахотных почв Республики Беларусь преобладают дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные почвы (в целом 87,5 %). По своему генезису эти почвы обладают достаточно низким потенциальным плодородием и получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур на них возможно только при условии внесения достаточных доз минеральных и органических удобрений, которые обеспечивают положительный баланс элементов питания [5].

Целью исследований являлось изучение влияния применения новых форм макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность и качество голозерного овса.

Полевые исследования с овсом проводили в 2013–2015 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Почва опытного участка по степени окультуренно-

сти относится к среднеоккультуренной ($I_{ок} - 0,76$). Пахотный горизонт имел кислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды ($pH_{KCl} 5,1-6,1$), низкое и среднее содержание гумуса (1,2–1,7 %), повышенное и высокое содержание подвижных форм фосфора (225–318 мг/кг), среднее и повышенное содержание подвижного калия (173–238 мг/кг), низкую и среднюю обеспеченность подвижной медью (1,2–2,2 мг/кг).

Именно дерново-подзолистые почвы преобладают в составе сельскохозяйственных земель по типовой принадлежности и в Могилевской области занимают – 41,9 % [4].

Объектом исследований являлся включенный в Государственный реестр сортов по Республике Беларусь голозерный сорт овса Гоша (включен в реестр в 2009 г.). Этот сорт выведен в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

При уходе за посевами проводили обработку гербицидом Прима, СЭ 306,25 г/л в дозе 0,6 л/га (фаза кущения), фунгицидом Рекс Дуо, КС 497 г/л в дозе 0,6 л/га и инсектицидом Биская, МД 240 г/л в дозе 200 г/га. Протравливание семян овса проводили препаратом Кинто-Дуо – 2,5 л/т семян. В опытах вносили карбамид (46 % N), аммофос (12 % N, 52 % P_2O_5) и хлористый калий (60 % K_2O). Также применяли новое комплексное удобрение (АФК с 0,1 % В, 0,15 % Си и 0,1 % Мп) для основного внесения, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, водорастворимое комплексное удобрение Нутривант плюс израильского производства, белорусское комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л и польское микроудобрение Адоб Медь, регулятор роста Экосил.

В течение вегетации растений были проведены фенологические, биометрические наблюдения и учеты.

Уборку проводили комбайном Сампо-500 в фазу полной спелости зерна. Урожай учитывали поделяночно. Данные урожайности приводили к 14 % влажности.

Метеорологические условия по годам исследований при возделывании голозерного овса были неодинаковыми как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков.

В целом вегетационные периоды 2014–2015 гг. оказались благоприятными для формирования урожая овса, что и обеспечивало получение самой высокой урожайности этой культуры из трех лет проведения опытов. Посев (23 апреля) и уборка (7 августа 2014 года и 11 августа 2015 года) овса в эти годы исследований проводились в оптимальные сроки. Технология возделывания общепринятая для Республики Беларусь [1, 6, 8].

Учет урожая производился сплошным методом комбайном «Samro-500».

Статистическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову [3] и М. Ф. Дембицкому [2].

Урожайность у голозерного овса в 2013 г. по сравнению с 2014 и 2015 гг. исследований была ниже в связи с неблагоприятными погодными условиями. Использование $N_{16}P_{60}K_{90}$ повышало урожайность зерна голозерного овса по сравнению с неудобренным контролем на 3,8 ц/га, а $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{90}P_{60}K_{90}$ – на 8,3 и 10,5 ц/га. Дробное внесение азота $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ по сравнению с разовым внесением $N_{90}P_{60}K_{90}$ способствовало небольшому возрастанию урожайности зерна (на 1,7 ц/га) (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние комплексных удобрений, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество овса голозерного сорта Гоша

Вариант	Средняя урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га		Окупаемость 1 кг NPK кг зерна	Содержание сырого белка, %	Выход сырого белка, ц/га
			1	2			
1. Без удобрений	21,7	–	–	–	–	13,4	2,5
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$	25,5	3,8	–	–	2,3	14,5	3,2
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$	30,0	8,3	–	–	4,0	14,7	3,9
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$ – фон 1	32,2	10,5	–	–	4,4	15,0	4,1
5. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ – фон 2	33,9	12,2	–	–	5,1	15,3	4,5
6. Фон 1 + Экосил	36,6	14,9	4,4	–	6,2	15,7	4,9
7. Фон 1 + МикроСтим-Медь Л	37,4	15,7	5,2	–	6,5	15,7	5,0
8. Фон 1 + Адоб Медь	39,5	17,8	7,3	–	7,4	16,2	5,5
9. Фон 1 + Нутривант плюс	40,5	18,8	8,3	–	7,8	15,9	5,5
10. АФК с В, Си, Мп + N_{30} (эквивалентный по NPK варианту 5)	39,7	18,0	–	–	7,5	16,5	5,7
11. Фон 2 + Нутривант плюс	40,2	18,5	–	6,3	7,8	16,3	5,7
12. Фон 2 + МикроСтим-Медь Л	38,9	17,2	–	5,0	7,2	16,6	5,6
13. $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ + Адоб Медь	40,1	18,4	–	–	5,9	17,2	6,0
НСР ₀₅	0,8	–	–	–	–	0,7	–

Обработка посевов голозерного овса регулятором роста Экосил на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ увеличивала урожайность зерна на 4,4 ц/га.

Применение комплексного удобрения АФК с В, Си и Мп + N_{30} по сравнению с внесением в эквивалентной дозе по NPK ($N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$) карбамида, аммофоса и хлористого калия повышало урожайность зерна овса на 5,8 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 7,5 кг зерна.

Некорневая подкормка микроудобрениями МикроСтим-Медь Л и Адоб Медь, а также водорастворимым комплексным удобрени-

ем Нутривант плюс на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ увеличивала урожайность зерна сорта овса на 5,2, 7,3 и 8,3 ц/га.

На фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ урожайность зерна при обработке посевов МикроСтимом-Медь Л увеличилась на 5,0, а Нутривантом плюс на 6,3 ц/га при окупаемости 1 кг НРК 5,1 и 7,8 кг зерна соответственно.

Важнейшим показателем качества зерна является содержание в нем сырого белка. В наших исследованиях с голозерным овсом сорта Гоша минеральные удобрения оказали положительное влияние на повышение в зерне сырого белка с 13,4 % в варианте без удобрений до 14,5–17,2 % при внесении удобрений. Наибольшее содержание сырого белка (17,2 %) и его выход (6,0 ц/га) был в варианте с применением микроудобрения Адоб Медь на фоне максимальных доз минеральных удобрений $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$.

Итак, можно сделать вывод, что наибольшая урожайность зерна у голозерного сорта овса Гоша (39,7–40,5 ц/га) наблюдалась в вариантах с применением до посева комплексного удобрения АФК с В, Си и Мп + N_{30} , при некорневой подкормке микроудобрением Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ и Нутривантом плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$. В варианте с использованием микроудобрения Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ было максимальное содержание сырого белка, что составило 17,2 % и его выход – 6,0 ц/га соответственно [1, 7, 8].

Список литературы

1. Вильдфлуш, И. Р. Влияние новых форм макро,- микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество голозерного овса и ярового ячменя / И. Р. Вильдфлуш, О. В. Мурзова, Н. В. Барбасов // Вестник БГСХА. – 2018. – № 2. – 106–110.
2. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Вестник Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3. – С. 60–64.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1985. – 416 с.
4. Комплекс мероприятий по повышению плодородия и защите от деградации почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь на 2021–2025 годы / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы, Н. Н. Цыбулько; Национальная академия наук Беларуси. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 148 с.
5. Лапа, В. В. Плодородие почв Республики Беларусь, проблемы и перспективы // Почвоведение и агрохимия, 2010. – С. 7–14.
6. Мурзова, О. В. Качество зерна овса в зависимости от системы применения удобрений / О. В. Мурзова // Вестник БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 65–68.

7. Мурзова, О. В. Влияние систем удобрений на продукционные процессы и урожайность голозерного овса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси / О. В. Мурзова // Современное состояние и проблемы аграрной науки Казахстана и перспективы ее развития: сборник международных научных трудов, посвященный 80-летию академика НАН РК и Ранелешева Рахымжан Елешеви́ча. – Алматы, 2018 – С. 140–144.

8. Мурзова, О. В. Эффективность применения новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании овса голозерного и пленчатого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / О. В. Мурзова. – Горки, 2017. – 164 с.

УДК 638.132.2: 631.84: 631.559.2

Ю. В. Огородов¹, В. Р. Олехов²

^{1,2}ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

¹E-mail: ogyur@mail.ru

²E-mail: olekhovr@pgatu.ru

ВЛИЯНИЕ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ФАЦЕЛИИ РЯБИНКОЛИСТНОЙ В УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИОННОГО ОПЫТА

Представлены экспериментальные данные о влиянии различных форм азотных удобрений на урожайность биомассы фацелии рябинколистной в вегетационном опыте. Во всех вариантах с азотными удобрениями получена достоверная прибавка к контролю и фону. Более предпочтительными формами оказались аммиачная селитра и сульфат аммония.

Актуальность. Фацелия рябинколистная (лат. *Phacelia tanacetifolia*) – однолетнее травянистое растение, выращиваемое как ценный медонос. Кроме того, растение используют как сидерат и на корм скоту. Растение неприхотливо к почве, может произрастать на любых типах, устойчиво к засухе. Выдерживает заморозки до минус 6 °С. Предпочитает открытые солнечные участки [3].

Большое внимание к фацелии рябинколистной в настоящее время проявляют фермеры и садоводы. Ее можно возделывать вблизи от пасек и одновременно использовать как сидеральную культуру.

Азот оказывает положительное действие на рост и развитие фацелии. Средний вынос 1 т сухой массы, по данным исследований, составляет 5,2 кг азота [5, 7]. Фацелия потребляет наибольшее количество азота из почвы среди однолетних культур [2, 8].

Эффективность азотных удобрений на фацелии рябинколистной установлена рядом учёных при проведении полевых опытов [1, 6, 9]. Тем не менее, исследований по азотному питанию данной культуры крайне мало, а ее отзывчивость на различные формы азотных удобрений практически не изучена.

Цель нашей работы – изучить влияние различных форм азотных удобрений на урожайность фацелии рябинколистной в условиях вегетационного опыта.

Материалы и методы. Исследования проведены летом 2022 г. на вегетационной площадке кафедры агрохимии Пермского ГАТУ имени академика Д. Н. Прянишникова. В качестве субстрата использовали дерново-подзолистую тяжелосуглинистую почву с очень высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия. Кислотность близкая к нейтральной. Содержание нитратного и аммонийного азота составляло соответственно 2,8 и 8,3 мг/кг.

Схема опыта:

1. Без удобрений.
2. (РК)_{0,1} – фон.
3. Фон + N_{0,1} (аммиачная селитра).
4. Фон + N_{0,1} (кальциевая селитра).
5. Фон + N_{0,1} (карбамид).
6. Фон + N_{0,1} (сульфат аммония).

В качестве фосфорных и калийных удобрений при создании фона использовали простой суперфосфат и хлористый калий.

Для проведения опыта использовались вегетационные сосуды Митчерлиха, вмещающие 5 кг абсолютно сухой почвы. Посев семян производили по 10 штук на сосуд, через три недели проводили прореживание и оставляли по 5 растений на сосуд. Уход заключался в поддержании влажности на уровне 60 % от полной влагоёмкости и удалении сорной растительности. Учет урожайности провели в фазу массового цветения. Повторность опыта четырехкратная. Математическая обработка данных осуществлялась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [4].

Результаты исследований. В варианте с фосфорно-калийными удобрениями (фон) получена незначительная прибавка (7,1 г/сосуд) по отношению к контролю, на котором сформировался минимальный уровень урожайности зелёной массы фацелии (33,4 г/сосуд) (табл. 1). Отсутствие эффективности фосфорно-калийных удобрений можно объяснить высоким содержанием фосфора и калия в почве.

Во всех вариантах с азотными удобрениями отмечены достоверные прибавки к фосфорно-калийному фону. Максимальная урожайность зелёной массы получена в вариантах с аммиачной сели-

трой (70,0 г/сосуд) и сульфатом аммония (72,4 г/сосуд), прибавки к фону составили соответственно 29,5 (72,8 %) и 31,9 (78,8 %) г/сосуд. В вариантах с кальциевой селитрой и карбамидом урожайность зелёной массы была ниже и находилась примерно на одном уровне (в пределах от 54,5 до 55,7 г/сосуд), прибавки к фону варьировали от 14 (34,6 %) до 15,2 (37,5 %) г/сосуд при НСР₀₅ 9,5 г/сосуд.

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы фацелии рябинколистной в зависимости от форм удобрений

Вариант	Урожайность, г/сосуд	Прибавка к контролю		Прибавка к фону	
		г/сосуд	%	г/сосуд	%
Без удобрений	33,4	-	-	-	-
(РК) _{0,1} – фон	40,5	7,1	21,3	-	-
Фон + N _{0,1} (аммиачная селитра)	70,0	36,6	109,6	29,5	72,8
Фон + N _{0,1} (кальциевая селитра)	54,5	21,1	63,2	14,0	34,6
Фон + N _{0,1} (карбамид)	55,7	22,3	66,8	15,2	37,5
Фон + N _{0,1} (сульфат аммония)	72,4	39,0	116,8	31,9	78,8
НСР ₀₅	9,5				

Выводы. Азотные удобрения положительно влияют на урожайность зеленой массы фацелии рябинколистной. Во всех вариантах с их внесением получены достоверные прибавки к фону и варианту без удобрений.

Наибольшую урожайность зеленой массы фацелии рябинколистной наблюдали в вариантах с аммиачной селитрой и сульфатом аммония. Прибавки к фосфорно-калийному фону в этих вариантах составили 72,8 и 78,8 % соответственно.

Список литературы

1. Özkan, U. The effects of different nitrogen fertilizer doses on herbage yield and quality of fiddleneck (*Phacelia tanacetifolia* benth.) under Ankara conditions / U. Özkan, C. S. Sevimay // *Jornal of Central Research Institute for Field Crops*. – 2019. – № 2. – P. 8–22.
2. Tabea, S. Nutrient uptake of catch crops under non-limiting growth conditions / S. Tabea, S. Sven // *J. Plant Nutr. Soil Sci.* – 2021. – № 184. – P. 709–722.
3. Глухов, М. М. Альбом Медоносов / М. М. Глухов. – Москва: Министерство сельского хозяйства РСФСР, 1960. – 173 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
5. Ненайденко, Г. Н. Влияние удобрений на урожайность, химический состав и расход фацелией рябинколистной главных элементов питания / Г. Н. Ненайденко, Т. В. Сибирякова, В. В. Окорков // *Достижения науки и техники АПК*. – 2013. – № 4. – С. 24–26.

6. Ненайденко, Г. Н. Урожайность, химический состав и расход фацелией основных элементов питания при применении удобрений / Г. Н. Ненайденко, В. В. Окорков // Владимирский земледелец. – 2013. – № 1 (63). – С. 22–26.

7. Ненайденко, Г. Н. Изменения химсостава и урожайности зеленой массы фацелии под влиянием удобрений / Г. Н. Ненайденко, Т. В. Сибирякова // Владимирский земледелец. – 2011. – № 2. – С. 11–12.

8. Плаксина, В. С. Эффективность применения органических удобрений в четырехпольном севообороте / В. С. Плаксина, К. А. Пронудин // Вавиловские чтения-2021: сборник статей Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 134-летию со дня рождения академика Н. И. Вавилова, Саратов, 24–25 ноября 2021 года. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 173–176.

9. Ростовые процессы, изменения химического состава, урожайность, расход элементов питания фацелией в зависимости от удобрения / Г. Н. Ненайденко, Т. В. Сибирякова, Т. Н. Шилова, О. Б. Элькинд // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2013. – № 1. – С. 8–13.

УДК 633.1:588.142

В. А. Руденок

Удмуртский ГАУ

E-mail: rudenva@rambler.ru

ВЛИЯНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВЫ НА РАЗВИТИЕ САЖЕНЦЕВ ТОМАТОВ

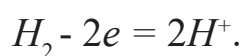
Производили измерение величины окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) воды, в которой замочены семена овса. Измерение ОВП производили с помощью рН-метра в функции милливольтметра с использованием платинового электрода, относительно хлорсеребряного электрода сравнения. Установили, что при замачивании семян в воде происходит изменение ОВП раствора вблизи семени. Потенциал смещается в отрицательную сторону на 560 милливольт: с +120 мВ до – 440 мВ, и далее удерживается на этом уровне в течение месяца.

Введение. Вода с отрицательными значениями ОВП является для функционирования растительных клеток не только легко усвояемой, но и более энергетически эффективной по сравнению с водопроводной питьевой, имеющей величину ОВП более + 200 мВ [2, 3].

В [4] установлено, что вода с отрицательным (-180 мВ) ОВП, полученная ее бесконтактным электролизом, увеличивает энергию прорастания семян.

В данной работе установлено, что ОВП воды можно изменить замачиванием в ней семян. Изучали семена овса. Исходили из того, что увлажнение запускает программу формирования вокруг семени благоприятной среды, обладающей электронно-донорными свойствами. И только после такой подготовки запускается следующая программа прорастания зародышей корней и стеблей в условиях продолжения влияния ОВП раствора. Такой механизм в литературе ранее не рассматривался, и, очевидно, обнаруженная зависимость позволит по-новому взглянуть на ранние стадии процесса развития растений.

В почвоведении [6–9] процесс образования ОВП рассматривается на примере передачи электрона от молекулярного водорода субстрату с образованием протона:



В растениеводстве эффект изменения ОВП не рассматривается. В нашем случае изменение ОВП вокруг семени при прорастании рассматривается впервые. При этом, очевидно, механизм его образования связан с процессом гидролиза органических составляющих семени: жиры, белки, углеводы. Переходящие в раствор продукты гидролиза взаимодействуют с кислородом. Процесс сопровождается передачей электрона, что и обеспечивает смещение ОВП в отрицательную сторону.

Материалы и методы. Для измерения в ста граммах воды замочили пятьдесят граммов семян овса. Измеряли величину ОВП воды в процессе замачивания с помощью рН-метра в функции милливольтметра.

Результаты исследований. Измерение в течение суток ОВП раствора с замоченными семенами овса показало, что первые три часа никаких изменений не происходило. Но затем наблюдался процесс резкого смещения потенциала в отрицательную сторону, и были достигнуты очень большие значения отрицательных потенциалов (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение ОВП воды с течением времени при замачивании в ней семян овса

Время от начала опыта, час.	ОВП, мВ.	Время от начала опыта, час.	ОВП, мВ
-	+124	7,5	- 10
2	+125	11,5	- 133
3	+122	23	- 439
6	+25	24	- 440
7	0,00	25	- 440

Полученные результаты говорят о наличии в системе более сложных, чем предполагалось ранее, процессов, происходящих с семенами в ходе их прорастания. Обращает на себя внимание характер зависимости потенциала от времени, аналогичный кривой титрования, который может описывать своеобразный процесс массообмена, видимо, сочетающий процесс диффузии и десорбции на границе раздела: внутренняя среда зерна – внешнее пространство. Возможно, увлажнение запускает программу формирования вокруг семени благоприятной среды, обладающей электронно-донорными свойствами. И только после такой подготовки запускается следующая программа прорастания зародышей корней и стеблей. Такой механизм в литературе ранее не рассматривался, и, очевидно, обнаруженная зависимость позволит по-новому взглянуть на ранние стадии процесса развития растений.

В электрохимии зависимость окислительно-восстановительного потенциала связана с отношением концентраций в растворе окислитель/восстановитель уравнением Нэрнста [5]:

$$\varphi_{овн} = \frac{RT}{nF} \lg \left(\frac{c_{ox}}{c_{red}} \right).$$

Очевидно, этот показатель характеризует соотношение концентрации электронов и субстрата в системе. Для установления влияния электронной плотности на поведение растений определили влияние ОВП на рост и развитие саженце томатов. Семена томатов проращивали до появления вторых листьев, после чего ростки пересаживали в отдельные стаканчики с грунтом. В каждый стаканчик высаживали по три саженца. При этом в каждую лунку под корень ростка укладывали семена овса. В первый стаканчик овес не добавляли. Во второй в лунку каждого саженца добавляли по одному семени овса. В третий стаканчик в лунку каждого саженца добавляли под корень по три семени овса. По истечении десяти дней измерили высоту стеблей ростков томатов (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние семян овса в лунке на рост ростков томатов, мм

Число семян в лунке, шт.	Высота ростков томатов	Среднее значение высоты
0	54; 54; 55	54,3
1	60; 58; 48	55,3
3	66; 84; 73	74,3

Из таблицы видно, что семена овса, добавленные в лунку при пересадке томатов, увеличивают высоту ростков растений. Ав-

торы связывают это влияние с тем, что семена овса под действием воды в почве формируют вокруг себя слой влаги, обладающей электронно-донорными свойствами, благодаря сдвигу ОВП почвы вблизи корней томатов в отрицательную сторону. Очевидно, избыток электронов в почве благотворно влияет на увеличение скорости развития томатов.

Заключение. Установили, что введение в зону корневой системы семян овса, благодаря их способности изменять ОВП среды в отрицательную сторону, увеличивает интенсивность роста саженцев томатов, и предложенный метод воздействия на почву может быть использован для разработки методики получения ранних урожаев томатов.

Список литературы

1. Грин, Д. Биология / Д. Грин, Н. Стаут, У. Тейлор. – В 3-х томах. – Москва: Мир, 2004.
2. Шамко, Г. А. Эколого-агрохимическая оценка применения электрохимически активированной воды при некорневой подкормке растений озимой пшеницы: дис. ... канд. с.-х. наук / Г. А. Шамко. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2014.
3. Пасько, О. А. Активированная вода и возможности ее применения в растениеводстве и животноводстве: монография / О. А. Пасько, Д. Д. Домбоев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 373 с.
4. Шульмина, В. П. Влияние бесконтактно активированных растворов на прорастание ячменя / В. П. Шульмина, М. Н. Корепанова, Д. В. Камашев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2020. – С. 285–288.
5. Скорчелетти, В. В. Теоретическая электрохимия / В. В. Скорчелетти. – Москва: Химия, 1969.
6. Жукова, Н. Н. Физико-химические процессы в почвах: учебное пособие / Н. Н. Жукова, Т. А. Сулова. – Саратов: Саратов. гос. агр. ун-т им. Вавилова, 2003. – 54 с.
7. Муха, Д. В. Агрочвоведение / Д. В. Муха. – Москва: Колос, 1994. 528 с.
8. Почва и почвообразование / Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. 1–2 ч. – Москва: Высшая школа, 1989. – 400 с.
9. Почвоведение / Под ред. И. С. Кауричева. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 719 с.

Т. Н. Рябова¹, А. Н. Исупов²,
О. В. Коробейникова³, В. З. Латфуллин⁴

^{1,2,3,4}Удмуртский ГАУ

⁴ООО «Экоферма «Дубровское» Киясовского района УР

²E-mail: isupov_l@mail.ru

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЯЧМЕНЯ К ВРЕДИТЕЛЯМ И ЗАБОЛЕВАНИЯМ

Приведены данные по исследованию влияния обработки посевов биологическими препаратами на устойчивость ячменя к вредителям и болезням. В итоге определили, что биологические препараты не снизили поражение ячменя вредными организмами, а имели лишь тенденцию, однако достоверно увеличили количество продуктивных стеблей в среднем на 50 шт/м², массу зерна в колосе на 0,05 г и массу 1000 зерен на 5 г.

Актуальность. В современном мире вследствие прогрессивного развития промышленности, энергетики, транспорта и химизации сельского хозяйства возросла антропогенная нагрузка на окружающую среду, что привело к активному развитию производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции, получение которой основано на исключении использования минеральных удобрений, искусственных средств защиты растений, регуляторов роста и т.д. [5].

Важная роль в органическом земледелии, безусловно, принадлежит органическим удобрениям и современным биологическим препаратам, которые оказывают многостороннее положительное действие на все важнейшие агрохимические показатели и функции почв, а также оказывают стимулирующее воздействие на рост и развитие растений, способствуя формированию высокого урожая сельскохозяйственных культур [1, 4–7].

Для повышения эффективности сельскохозяйственного производства за счёт увеличения урожайности и качества выращенной продукции в последние годы получили развитие технологии с использованием биопрепаратов [2, 3].

Цель исследований – установить эффективность использования биологических препаратов на ячмене сорта «Памяти Чепелева» против вредителей и болезней.

Методика и условия проведения исследований. Исследования по опрыскиванию посевов ячменя биологическими препара-

тами проводили в ООО «Экоферма «Дубровское» в соответствии с общепринятыми методиками по следующей схеме: 1. Контроль; 2. Вода; 3. Опрыскивание растений биопрепаратом «GROW – А»; 4. Опрыскивание растений биопрепаратом «LIQUID TNT». Повторность вариантов в опыте трехкратная. Расположение делянок систематическое. Площадь одной делянки 457 м² (9,15×50 м). При статистической обработке результатов исследований использовали методы дисперсионного анализа.

Биологические препараты, используемые в опыте, имели следующую характеристику:

1. GROW-A – Действующим веществом биопрепарата являются экстрактивные компоненты древесной зелени ели – флавоноиды.

Природные флавоноиды обладают репеллентным и инсектицидным действием, высокой активностью по отношению к ряду вирусов, грамположительным и грамотрицательным микроорганизмам, патогенным грибам. Препарат обладает фунгицидными, бактерицидными и ростостимулирующими свойствами.

2. LIQUID TNT – Содержит органические материалы и углерод для улучшения матрикса почвы в пользу удержания влаги и питательных веществ и может улучшить доступность питательных веществ. Предназначен в первую очередь для опрыскивания листьев, чтобы уменьшить количество вносимых удобрений.

Опыты закладывали на светло-серой лесной среднесуглинистой почве с высоким содержанием гумуса (3,1 %), с близкой к нейтральной реакции почвенной среды ($pH_{KCl} = 5,78$), со средним содержанием подвижных форм фосфора (83 мг/кг почвы) и средним содержанием подвижных форм калия (104 мг/кг почвы).

Результаты исследований. В год проведения исследований – 2021 г., вегетационный период характеризовался теплой и засушливой погодой. Так, в мае выпало относительно недостаточное количество осадков – 21 мм, что составляет 47 % от нормы, в июне на 31 мм меньше средних многолетних данных, а в июле выпало 43 мм.

Многие колюще-сосущие вредители, особенно тля и трипсы, интенсивно развиваются при сухой жаркой погоде. Соответственно в данный вегетационный период отмечалось повреждение ячменя колюще-сосущими вредителями, в том числе злаковой тлей в среднем 18,9 % растений, что ниже ЭПВ (табл. 1). (ЭПВ Обыкновенной злаковой тли составляет в фазу трубкования – 10 шт./стебель при заселении 50 % стеблей. В фазу колошения – 5–6 шт./колос или 500 шт./100 взмахов сачком. В фазу налива зерна – 10–15 шт./колос).

Таблица 1 – Влияние биопрепаратов на поврежденность тлей

Вариант	Поврежденность тлей	
	%	откл.
1. Контроль	17,7	-
2. Вода	12,7	-5,0
3. LIQUID TNT	23,3	5,7
4. Grow-A	21,7	4,0
Среднее	18,9	-
НСР ₀₅	7,7 ($F_{\phi} < F_T$)	

Опрыскивание исследуемыми препаратами не влияло на поврежденность растений злаковой тлей, однако прослеживается тенденция увеличения поврежденности при опрыскивании исследуемыми препаратами.

Исследования по поражению болезнями показали, что в течение вегетации растения поражались листовыми болезнями, в том числе сетчатой пятнистостью (в среднем на 31,1 %) и карликовой ржавчиной (43,1 %), (табл. 2).

Выявлено существенное снижение сетчатой пятнистости при опрыскивании посевов водой (на 12,7 %). Возможно, это было связано с жаркими засушливыми условиями вегетационного периода 2021 г.

Таблица 2 – Влияние биопрепаратов на пораженность листовыми болезнями

Вариант	Сетчатая пятнистость		Карликовая ржавчина	
	%	откл.	%	откл.
1. Контроль	34,7	-	33,3	-
2. Вода	22,0	-12,7	50,0	16,7
3. LIQUID TNT	32,3	-2,3	39,0	5,7
4. Grow-A	35,3	0,7	50,0	16,7
Среднее	31,1	-	43,1	-
НСР ₀₅	8,8		34,4 ($F_{\phi} < F_T$)	

Поражение карликовой ржавчиной не зависело от применения препаратов, наблюдалась лишь тенденция снижения заболеваемости.

Перед уборкой культуры определялась пораженность корневой гнилью (табл. 3).

Существенное снижение интенсивности развития и распространенности (количества больных растений) по сравнению с контролем отмечено после опрыскивания посевов препаратом Grow-A на 9,0 и 21,3 % соответственно. Однако снижение заболевания было на уровне второго контроля (опрыскивания водой).

Таблица 3 – Влияние биопрепаратов на корневую гниль

Вариант	Развитие		Распространенность	
	%	откл.	%	откл.
1. Контроль	28,7	-	80,0	-
2. Вода	17,3	-11,3	50,7	-29,3
3. LIQUID TNT	25,3	-3,3	66,7	-13,3
4. Grow-A	19,7	-9,0	58,7	-21,3
Среднее				
НСР ₀₅	6,6		20,9	

Перед уборкой проводился анализ структуры урожая. Определялись следующие показатели: количество продуктивных растений и продуктивных стеблей, общее количество растений и стеблей, продуктивность колоса.

В среднем общее количество растений составило 254 шт./м². На вариантах с опрыскиванием водой и LIQUID TNT отмечено большее количество продуктивных растений по сравнению с контролем. Это было связано с лучшей выживаемостью растений в течение вегетации. Количество непродуктивных растений в среднем составило 42,8 шт./м² и не зависело от применения исследуемых препаратов (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние биопрепаратов на количество растений

Вариант	Продуктивных		Непродуктивных	
	шт./м ²	откл.	шт./м ²	откл.
1. Контроль	238	-	44,0	-
2. Вода	264	26	37,3	-6,7
3. LIQUID TNT	266	28	38,7	-5,3
4. Grow-A	248	10	51,0	7,0
Среднее	254	-	42,8	-
НСР ₀₅	23		20,3 (F _φ < F _τ)	

Жаркое лето 2021 г. повлияло на количество стеблей ячменя, поэтому не всем стеблям было достаточно влаги для формирования колоса и налива зерна. По всем изучаемым вариантам наблюдается достаточно большое количество непродуктивных стеблей.

Доказательством всему этому стали полученные результаты, (табл. 5). Среди изучаемых вариантов продуктивных стеблей было больше на вариантах с опрыскиванием посевов водой и LIQUID TNT, но количество непродуктивных стеблей меньше в варианте с водой – 29 шт./м², чем в контроле.

Сорт ячменя «Память Чепелева» обладает достаточно высокой кустистостью среди других сортов, но в условиях данного вегетационного периода общая кустистость в среднем составила 2,29, а продуктивная – 1,78.

Применение препаратов не повлияло на данный показатель (табл. 6).

Таблица 5 – Влияние биопрепаратов на количество стеблей

Вариант	Продуктивных		Непродуктивных		Всего	
	шт./м ²	откл.	шт./м ²	откл.	шт./м ²	откл.
1. Контроль	406		130,00		536,0	
2. Вода	469	63	101,00	-29,0	562,3	26,3
3. LIQUID TNT	464	58	139,00	9,0	590,7	54,7
4. Grow-A	436	30	138,00	8,0	564,0	28,0
НСР ₀₅	34		61,7 (F _φ < F _τ)		34,3	

Таблица 6 – Влияние биопрепаратов на кустистость ячменя

Вариант	Общая	откл.	Продуктивная	откл.
1. Контроль	2,25	-	1,70	-
2. Вода	2,27	0,01	1,89	0,19
3. LIQUID TNT	2,34	0,09	1,81	0,11
4. Grow-A	2,28	0,03	1,72	0,02
Среднее	2,29	-	1,78	-
НСР ₀₅	0,48 (F _φ < F _τ)		0,25 (F _φ < F _τ)	

Из показателей продуктивности колоса рассчитано количество зерен в колосе, массу зерна с колоса и массу 1000 зерен (табл. 7). Выявлено, что при обработке посевов водой существенно увеличивается количество зерен в колосе до 16,6 шт. по сравнению с контролем (15,7), т.е. на 1 зерно. За счет этого увеличилась масса зерна с колоса на 0,07 г.

Таблица 7 – Влияние биопрепаратов на продуктивность колоса ячменя

Вариант	Количество зерен в колосе, шт		Масса зерна с колоса, г		Масса 1000 зерен, г	
	-	откл.	-	откл.	-	откл.
1. Контроль	15,7	-	0,65	-	41,5	-
2. Вода	16,6	0,9	0,72	0,07	43,6	2,2
3. LIQUID TNT	16,2	0,5	0,65	0	39,9	-1,5
4. Grow-A	15,1	-0,6	0,70	0,05	46,4	5,0
Среднее	15,9	-	0,68	-	42,9	-
НСР ₀₅	0,9		0,05		2,3	

Применение Grow-A способствовало увеличению массы 1000 зерен до 46,4 г, что также привело к увеличению продуктивности колоса на 0,05 г.

Данные показатели напрямую влияют на урожайность культуры. Была рассчитана биологическая урожайность и получена амбарная (8).

Выявлено, что в условиях 2021 г. к увеличению урожайности привело опрыскивание водой на 85,3 г/м². При применении исследуемых препаратов отмечена тенденция увеличения урожайности, однако, она статистически недостоверная (табл. 8).

Таблица 8 – Влияние биопрепаратов на урожайность ячменя

Вариант	Биологическая урожайность, г/м ²		Амбарная урожайность, т/га	
1. Контроль	268,3	-	2,15	-
2. Вода	353,6	85,3	2,24	0,09
3. LIQUID TNT	309,6	41,3	2,22	0,07
4. Grow-A	280,0	11,7	2,16	0,01
НСР ₀₅	-	68 (F _φ < F _τ)	-	0,4 (F _φ < F _τ)

Аналогичные результаты были получены и при уборке комбайном, прибавка по отношению к контролю составила 0,01–0,09 т/га, но она не достоверная.

Выводы. Таким образом, используемые биологические препараты не повлияли на снижение поражённости тлём, сетчатой пятнистости и карликовой ржавчиной. Биопрепарат Grow-A достоверно снизил развитие и распространённость корневой гнилью на 9 %, 21 % соответственно.

Учет урожайности ячменя показал, что использованные в опыте биопрепараты не повлияли достоверному увеличению урожая ячменя.

Список литературы

1. Исупов, А. Н. Влияние различных доз извести на биологические свойства дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы, урожайность клевера лугового и его качество / А. Н. Исупов, Л. А. Ложкина // Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Нижний Новгород, 13–15 октября 2021 года. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 84–88.
2. Кураченко, Н. Л. Влияние микробиологического удобрения «Азофит» на агрофизическое состояние чернозема и продуктивность рапса, возделываемого на маслосемена / Н. Л. Кураченко, А. Н. Халипский, В. В. Казанов // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 3. – С. 22–28.

3. Курсакова, В. С. Влияние азотфиксирующих бактерий и минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность и продуктивность яровой пшеницы / В. С. Курсакова, Т. Г. Хижникова, Л. А. Новикова // Вестник Алтайского аграрного университета. – 2014. – № 2 (112). – С. 23–27.

4. Курсакова, В. С. Формирование продуктивности посевов кукурузы в зависимости от препаратов азотфиксирующих бактерий, микоризы и уровня азотного питания в условиях степной зоны Алтайского Приобья / В. С. Курсакова, Н. В. Чернецова, М. А. Гаенко // Вестник Алтайского аграрного университета. – 2015. – № 4 (126). – С. 10–16.

5. Мерцалова, А. Б. Эффективность способов применения гуминовых удобрений при возделывании ячменя / А. Б. Мерцалова, Р. И. Мерцалов, Т. Ю. Бортник // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 24–26 февраля 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 125–129.

6. Развитие органического садоводства: аналитический обзор. – Москва: Росинформагротех, 2020. – 64 с.

7. Рябова, Т. Н. Продуктивность люпина узколистного при опрыскивании посевов биологическими препаратами / Т. Н. Рябова, А. Н. Исупов, В. З. Латфуллин // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ, профессора В. М. Холзакова и 75-летию кандидата с.-х. наук, доцента А. И. Венчикова, Ижевск, 17 марта 2022 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 66–70.

УДК 631.816.355:631.871:631.81.095.337:631.841.7:633.31/.37:633.25

М. Г. Субботина¹, Д. С. Фомин², Д. С. Фомин³, С. С. Полякова⁴

¹ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

^{2,3,4}Пермский НИИСХ филиал ПФИЦ УрО РАН

¹E-mail: subbotina@mail.ru

²E-mail: akvilonag@mail.ru

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ ЛИСТОВОЙ ПОДКОРМКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ГОРОХО-ОВСЯНО-ЯЧМЕННОЙ СМЕСИ

Рассмотрены результаты полевого опыта, в котором изучали эффективность взаимодействия компонентов в составе листовой подкормки однолетних трав: комплекса микроэлементов, включающего бор, кобальт, молибден и азота мочевины, на агродерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве в условиях Среднего

Предуралья. В ходе исследований установлено, что наиболее эффективной является листовая подкормка комплексом микроэлементов (CoNO_3 – 20,8 г/га, $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ – 33,3 г/га, H_3BO_3 – 83,3 г/га), что способствует увеличению урожайности зеленой массы смешанного посева овса с ячменем и горохом на 6,0 т/га. Оптимальной дозой мочевины для листовой подкормки является 15 кг д.в./га, которая обеспечивает прибавку зеленой массы на 4,4 т/га, дальнейшее увеличение доз не целесообразно.

В Пермском крае животноводство является ведущим направлением, что подтверждают данные производства продукции животноводства, которая составляет 68 % от всей валовой продукции в Пермском крае, и за последние 6 лет этот показатель вырос на 8 % [1].

Устойчивое развитие животноводства требует организации собственной кормовой базы, которая могла бы обеспечить все потребности данной отрасли. В этом направлении задач достаточно много: необходимо подобрать оптимальный для условий каждого хозяйства набор кормовых культур, разработать и тщательно соблюдать технологии их возделывания, что обеспечит поступление в нужном количестве кормов, отвечающих зоотехническим требованиям [2].

В Пермском крае основной проблемой при формировании кормовых рационов остается дефицит белка. Установлено, что на производство 1 кг животного белка требуется 6...7 кг растительного. Существенный вклад в производство растительного белка вносят многолетние и однолетние травы. Замена одновидовых посевов овса и ячменя на их смеси с викой яровой и горохом повышает урожайность кормовой массы на 15...20 %, а сбор сырого протеина с 1 га увеличивается на 40...60 %. Особого внимания, как компонент смешанных посевов однолетних трав в России, заслуживает горох. Белок гороха содержит в сбалансированных количествах незаменимые аминокислоты. Наибольшей ценностью обладают белки зеленого гороха в составе зеленой массы [3].

Однако продуктивность трав в Пермском крае продолжает оставаться низкой. Причина в том, что объемы известкования, фосфоритования и внесения удобрений остаются на низком уровне. В результате продуктивность трав формируется в основном за счет естественного плодородия [4].

Некорневые подкормки оперативно воздействуют на растение, позволяя в критические периоды вегетации снимать кратковременные дефициты питания, влиять на процессы, определяющие будущий урожай и его качество. Элементы питания при внекорневом внесении в виде листовых подкормок быстрее усваиваются растительным организмом – в 6–8 раз быстрее, чем через корни [5, 6].

Целью настоящей работы являлось изучение влияния сочетания азота и микроэлементов в составе листовой подкормки на урожайность зеленой массы зернобобовой смеси.

Полевые испытания проводили в 2022 г. на учебно-научном опытном поле Пермского ГАТУ, расположенном ($57^{\circ}55'16.5''\text{N}$ $56^{\circ}21'16.2''\text{E}$) в 10 км к юго-востоку от г. Перми, Россия.

Исследования проводили в двухфакторном полевом опыте, заложенном на агродерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве, сформированной на покровных пермских глинах. Перед закладкой опыта пахотный слой (0–26 см) имел следующие агрохимические показатели: содержание гумуса (по методу Тюрина в модификации Никитина) – (1,9–2,3) %, pH_{KCl} 5,3–5,6, содержание подвижных форм (по Кирсанову) фосфора и калия – (182–193) мг/кг и (157–173) мг/кг соответственно, содержание подвижных форм микроэлементов: водорастворимого бора – 0,2 мг/кг, молибдена (оксалатная вытяжка) – 0,1 мг/кг, кобальта (1н HNO_3) – 0,8 мг/кг, цинка (ААБ $\text{pH} = 4,8$) – 1,6 мг/кг, меди (1н HCl) – 2,3 мг/кг, марганца (ААБ $\text{pH} = 4,8$) – 46 мг/кг.

Схема опыта: фактор А – доза азота, кг д.в./га: $A_0 - 0$; $A_1 - 15$; $A_2 - 30$.

Фактор В – внесение смеси микроудобрений (борная кислота, молибдат аммония, нитрат кобальта): B_0 – без удобрений (контроль); $B_1 - \frac{1}{2}$ среднерекомендуемой дозы; B_2 – среднерекомендуемая доза.

Для внесения среднерекомендуемой дозы микроэлементов использовали смесь микроудобрений: $\text{CoNO}_3 - 20,8$ г/га, $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 - 33,3$ г/га, $\text{H}_3\text{BO}_3 - 83,3$ г/га. В качестве сниженной дозы микроудобрений использовали смесь: $\text{CoNO}_3 - 10,4$ г/га, $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 - 16,65$ г/га, $\text{H}_3\text{BO}_3 - 41,6$ г/га. Для проведения подкормки готовили баковые смеси в соответствии с вариантами опыта непосредственно перед внесением. Расход рабочего раствора составлял 200 л/га, в варианте без удобрений обработку проводили водой. В качестве азотного удобрения использовали карбамид. Растворение удобрений было равномерным, осадков не наблюдалось. При проведении полевого опыта придерживались стандартной методики [7]. Размещение вариантов рендомизированное, методом расщепленных делянок. Учетная площадь делянок 50 м², повторность в опыте четырехкратная. Срок проведения подкормки – фаза выхода в трубку. Подкормку проводили ранцевым опрыскивателем SR 420 в вечернее безветренное время.

Агротехника в опыте общепринятая для яровых зерновых культур в Пермском крае, предшественник – ячмень. Обработка почвы включала предпосевную культивацию с боронованием в два следа на глубину 8–10 см. Посев 8 мая провели сразу после предпосевной культивации на глубину 4–5 см рядовым способом сеялкой СЗ-3,6.

При посеве вносили двойной суперфосфат в рядки по 10 кг д.в./га. Посев провели семенами районированных для Пермского края сортов ячмень – Памяти Чепелева, овес – Конкур, горох – Тюменский кормовой. Состав посева: овес 50 %, ячмень 30 %, горох 20 %. Учет урожайности проводился методом пробного снопа в фазу начала колосения овса и ячменя.

Статистическую обработку данных проводили с использованием описательной статистики MS Excel по методике в изложении Б. А. Доспехова [7].

Погодные условия вегетационного периода 2022 г. характеризовались как благоприятные. В фазу кущения и выхода злаков в трубку обеспеченность осадками и теплом находилась в оптимальных пределах ($ГТК = 0,95$), что оказывало благоприятное влияние на травостой.

Некорневая подкормка микроэлементами совместно с азотом визуально улучшала состояние посевов однолетних трав, растения характеризовались увеличением кустистости, цвет листьев был более насыщенный темно-зеленый. Средне рекомендуемая доза микроэлементов способствовала раннему наступлению фаз цветения.

Отмеченные во время вегетации изменения отразились на урожайности зеленой массы однолетних трав (табл. 1).

Урожайность зеленой массы в опыте существенно изменялась от 9,4 т/га до 15,4 т/га.

При рассмотрении частных различий влияния доз подкормки мочевиной установлено увеличение урожайности на 4,4 т/га ($НСР_{05} = 2,1$ т/га) от внесения 15 кг д.в./га. При дальнейшем увеличении дозы азота отмечается лишь незначительная тенденция роста урожайности на 0,3 т/га. При введении в состав баковой смеси микроэлементов мочевины не увеличивала урожайность зеленой массы.

Таблица 1 – Влияние изучаемых факторов на урожайность зеленой массы однолетних трав, т/га

Фактор В – внесение смеси микроудобрений	Фактор А – доза азота в составе некорневой подкормки			Среднее по фактору В
	0	1	2	
0	9,4	13,8	14,1	12,4
1	13,3	13,8	13,6	13,5
2	15,4	13,4	13,0	13,9
Среднее по фактору А	12,7	13,7	13,5	13,3
НСР ₀₅ главных эффектов	фактора А			$F_{\phi} < F_{05}$
	фактора В и взаимодействия АВ			1,2
НСР ₀₅ частных различий				2,1

По главным эффектам фактора А от подкормки травостоя азотом отмечается прибавка зеленой массы зерно-бобовой смеси на 0,8–1,0 т/га, но статистически такие изменения не доказаны ($F_{\phi} < F_{05}$).

Мы полагаем, что такие закономерности связаны с введением в состав листовой подкормки комплекса микроэлементов, который улучшал азотный обмен в растениях, повышалась азотфиксирующая способность гороха и стимулировалась продуктивность. Это подтверждают частные различия увеличения дозы микроэлементов по безазотному фону. Максимальная урожайность по опыту – 15,4 т/га была получена в варианте с внесением среднерекомендуемой дозы комплекса микроэлементов без азота.

При рассмотрении главных эффектов фактора В установлено, что среднерекомендуемая доза микроэлементов в составе подкормки обеспечивала существенную прибавку урожайности зеленой массы смешанного посева на 1,5 т/га ($НСР_{05} = 1,2$ т/га). От внесения сниженной дозы продуктивность травостоя также увеличивалась на 1,1 т/га, но статистически разница не доказана.

В результате исследований установлено, что на агродерново-слабоподзолистой среднесуглинистой окультуренной почве на фоне недостаточной обеспеченности бором, молибденом и кобальтом без подкормок возможно получать не более 9,4 т/га зеленой массы однолетних трав. Некорневая подкормка мочевиной в дозе 15 кг д.в./га обеспечивает достоверную прибавку в 4,4 т/га, дальнейшее увеличение доз не целесообразно.

Существенно увеличить урожайность зеленой массы смешанного посева овса с ячменем и горохом возможно за счет введения в состав подкормки комплекса микроэлементов, что способствует увеличению урожайности на 3,9–6,0 т/га.

Список литературы

1. Пермский край в цифрах; Краткий статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. – Пермь, 2019. – 200 с.
2. Алтунин, Д. А. Интенсивные технологии производства кормов: справочник / Д. А. Алтунин. – Москва: Росагропромиздат, 1991. – 352 с.
3. Скрябин, А. А. Повышение экономической эффективности производства и использования кормов в Пермском крае / А. А. Скрябин, А. Н. Сергеева // Таврический научный обозреватель. – 2017. – № 5 (22). – С. 203-2017.
4. Кайгородов, А. Т. Современное состояние почвенного плодородия пахотных земель Пермского края / А. Т. Кайгородов, Н. И. Пискунова // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – № 4. – С. 22–26.

5. Листовые обработки в интенсивных технологиях растениеводства / Н. Ю. Гармаш, П. М. Политыко, Г. А. Гармаш [и др.] // Агрехимический вестник. – 2020. – № 5. – С. 38–40.

6. Fernández V., Sotiropoulos T., Brown P. **Foliar Fertilization: Scientific Principles and Field Practices** /First edition, Paris, IFA, 2013. – 140 pp.

7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 6-е изд., стереотип. – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.

УДК 631.42:631.423.3:631.416.7:631.445.24

А. А. Суханова¹, Н. М. Мудрых²

^{1,2}*ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ*

²E-mail: nata020880@hotmail.com

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ НА ПРОРОСТКИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО ОПЫТА

Приведены исследования по оценке влияния концентрации кальция и магния в растворе на проростки яровой пшеницы в условиях лабораторного опыта. Исследования показали, что изучаемые концентрации не оказали математически доказуемого влияния на энергию прорастания и всхожесть. Изменения длины ростка и главного корня под влиянием применяемых концентраций подтверждены математически.

Кальций и магний входят в группу элементов-биофилов, то есть они относятся к таким элементам, которые обязательно входят в состав веществ и без которых существование живых организмов невозможно. Магний входит в состав многих энзимов и является их активатором, контролирует потребление питательных элементов, улучшает усвоение железа. Поэтому кальций и магний активно участвуют в биологическом круговороте веществ [5, 7–9]. Многочисленными исследованиями доказано, что недостаток доступных кальция и магния в почве приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшению качества получаемой продукции [1, 3, 4, 6].

Цель исследований – оценить влияние кальция и магния в растворе на биометрические параметры проростков яровой пшеницы.

Оценку действия концентраций кальция и магния на проростки пшеницы проводили в модельном лабораторном опыте. Семена пшеницы проращивали на фильтровальной бумаге в чашках Петри. В качестве тест-культуры была яровая пшеница сорта Иргина. Се-

мена помещали в растворы CaCl_2 и $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ с разными концентрациями согласно схемам опыта.

Опыт 1. Изучение влияния кальция:

- 1) контроль;
- 2) $\text{Ca}_{3,2}$;
- 3) $\text{Ca}_{13,5}$;
- 4) $\text{Ca}_{18,6}$;
- 5) $\text{Ca}_{23,7}$;
- 6) $\text{Ca}_{33,8}$.

Опыт 2. Изучение влияния магния:

- 1) контроль;
- 2) $\text{Mg}_{1,5}$;
- 3) $\text{Mg}_{2,2}$;
- 4) $\text{Mg}_{2,8}$;
- 5) $\text{Mg}_{3,4}$;
- 6) $\text{Mg}_{4,0}$;
- 7) $\text{Mg}_{4,6}$;
- 8) $\text{Mg}_{5,10}$.

Повторность вариантов в опытах 4-кратная. Выборка семян яровой пшеницы в опыте № 1 составила 240 шт., в опыте № 2 – 320 шт. Концентрация кальция и магния в растворах была определена как середина интервала математически рассчитанной группировки по содержанию представленных элементов в различных почвах Пермского края и выражена в эквивалентной концентрации содержания элементов питания в почве – мг-экв./100 г почвы. Выращивание семян производили при температуре 20 °С в течение 7 дней [2]. Оценку действия концентраций растворов солей проводили по следующим биометрическим параметрам: длина главного корня и длина ростка. Кроме указанных показателей на третий день определена энергия прорастания, на седьмой – всхожесть.

Исследования показали, что концентрации кальция и магния в растворе не оказывают математически доказуемого влияния на энергию прорастания и всхожесть зерен пшеницы. Изменения в сторону увеличения изучаемых показателей относительно контрольного варианта находились в пределах ошибки опыта.

Детальное рассмотрение влияния кальция и магния на проростки пшеницы показало, что изучаемые концентрации оказали математически доказуемые изменения проростков на 3-й и 7-й дни.

К третьему дню эксперимента в варианте с максимальной концентрацией кальция (33,8 мг-экв./100 г почвы) корень пшеницы удлинился относительно контрольного варианта на 0,4 см. В других вариантах опыта математически доказанных изменений по длине корня не отмечено, и она была на уровне контроля 2,8–3,0 см ($\text{НСР}_{05} = 0,1$ см). Анализируя изменения длины ростка отмечено, что с увеличением применяемой концентрации кальция происходит рост надземной части. Так, при концентрации $\text{Ca}_{23,7}$ росток увеличился относительно контроля на 0,4 см, а при концентрации $\text{Ca}_{33,8}$ – на 0,8 см ($\text{НСР}_{05} = 0,1$ см). На седьмой день влия-

ние концентрации кальция на проростки пшеницы стало более наглядным. Длина главного корня на вариантах с кальцием составила 7,6–10,2 см, что больше контроля на 3,1–5,7 см ($НСР_{05} = 0,2$ см). Причем чем выше концентрация кальция в растворе, тем длиннее сформировался главный корень. Максимальная длина ростка пшеницы (13,9 см) наблюдалась в варианте с концентрацией кальция 18,6 мг-экв./100 г почвы. Дальнейшее увеличение концентрации кальция не привело к удлинению надземной части растения. Прибавка длины ростка относительно контроля по вариантам опыта изменялась от 0,6 до 2,0 см ($НСР_{05} = 0,7$ см).

На третий день эксперимента отмечено математически доказанное увеличение длины ростка и корня пшеницы. В контрольном варианте длина ростка составила 1,5 см, а в вариантах с магнием 1,8–2,2 см. Удлинение ростка происходило прямопропорционально повышению концентрации магния в растворе, прибавка составила 0,3–0,7 см ($НСР_{05} = 0,3$ см). Длина главного корня в варианте без магния составила 2,2 см, а в вариантах с магнием 2,3–3,0 см. Удлинение главного корня с увеличением концентрации магния в растворе наблюдалось только до 2,8 мг-экв./100 г почвы, где и отмечена максимальное значение (3,0 см). Дальнейший рост концентрации магния не приводил к математически доказуемому изменению длины корня. Прибавки по длине главного корня и ростка к седьмому дню исследований в вариантах с магнием относительно контрольного варианта составили соответственно 0,6–4,5 см ($НСР_{05} = 0,4$ см) и 0,5–1,6 см ($НСР_{05} = 0,5$ см). Концентрации магния повлияли на проростки пшеницы аналогично наблюдаемым изменениям третьего дня.

Список литературы

1. Витковская, С. Е. Продуктивность растений ячменя и взаимодействие цинка, кальция и магния в системе почва-растение при нейтрализации почвенной кислотности доломитовой мукой / С. Е. Витковская, К. Ф. Шаврина, О. Н. Яковлев // Агрохимия. – 2020. – № 1. – С. 50–57.
2. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Москва: Издательство стандартов, 1985. – 57 с.
3. Журова, В. Г. Изучение влияния ионов калия, кальция и магния на рост и развитие растений / В. Г. Журова, М. С. Светличная // Достижения науки и образования. – 2018. – № 14 (36). – С. 13–15.
4. Маляровская, В. И. Влияние кальция на физиолого-биохимические параметры гидрангеи крупнолистной (*Hydrangea macrophylla Ser.*) в медленнорастущей культуре *in vitro* / В. И. Маляровская, Л. С. Малюкова, Н. Г. Конинская // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – № 66 (6). – С. 270–283.

5. Семенова, В. В. Содержание калия и кальция в растениях среднегорного Дагестана / В. В. Семенова, Ш. К. Салихов, М. А. Яхияев, Т. А. Асварова // Химия растительного сырья. – 2022. – № 1. – С. 243–250.

6. Скрылёв, А. А. Эффективность применения минерального удобрения «Лебозол кальций» на плодовых и овощных культурах в условиях ЦЧР / А. А. Скрылёв, Т. Ю. Вознесенская // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2022. – № 3 (25). – С. 86–91.

7. Сокаев, К. Е. Кальций и магний в почвах РСО-Алания / К. Е. Сокаев, В. В. Бестаев // Агрехимический вестник. – 2014. – № 3. – С. 10–11.

8. Уварова, Д. Г. Кальций и магний в растениеводстве / Д. Г. Уварова, И. С. Полянская // Перспективы развития науки в современном мире: материалы Междунар. (заочной) науч.-практ. конф., 2020. – С. 38–41.

9. Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants / H. Marschner. – 3rd ed. – London, 2011. – 672 p.

УДК 633.358: [631.86+632.937]

В. И. Титова¹, Е. Г. Белоусова²

^{1,2}ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА

¹E-mail: titovavi@yandex.ru

²E-mail: tyurnikova.e@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА АЗОТОФИТ И БИОСРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ВИО-ГРЯДКА ПО ФОНУ РК-УДОБРЕНИЙ ИЛИ НАВОЗА КРС НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ГОРОХА ПОСЕВНОГО

Представлены результаты изучения эффективности биологических препаратов Азотофит и Вио-грядка в вегетационном опыте. Выявлено положительное действие препаратов на урожайность и качество зерна гороха при выращивании на легкосуглинистой светло-серой почве, однако влияние их зависело от фона применяемых удобрений.

Актуальность. Известно, что любая биологизированная система земледелия немыслима без деятельности микроорганизмов [1], вследствие чего одним из обязательных элементов биологизации земледелия стало применение бактериальных удобрений и средств защиты растений [2]. Возможности микроорганизмов практически безграничны: они помогают прогнозировать эффективность различных агроприемов [3], защищать растения от болезней [4], а почву – от истощения [5], оптимизировать развитие растений за счет ис-

пользования регуляторов роста [6]. Однако максимум действия таких удобрений и препаратов без использования макроудобрений достичь невозможно [7], хотя форма соединений питательных элементов – органическая или минеральная – имеет значение [8].

Цель работы – оценка эффективности применения биопрепарата и средства биозащиты по фону органических или минеральных РК-удобрений на горохе посевном.

Материалы и методы. Объекты исследования: горох посевной (*Pisum sativum* L.) сорта Сахарная подружка, микробиологический препарат Азотофит и биологическое средство защиты растений Био-грядка, используемые по фону минеральных фосфорных (фосфоритная мука) и калийных удобрений (сульфат калия) или по фону навоза крупного рогатого скота, подстилочного полуперепревшего.

Биологическое средство защиты растений (в таблицах – БЗР) Био-грядка. Действующее вещество – водный раствор геля хитозана на основе молочной кислоты 0,45 г/л. Хитозан – природный полимер (полисахарид), на основе которого в XXI веке производят многие препараты для сельского хозяйства [9]. Особенностью хитозана является его способность индуцировать устойчивость к вирусным заболеваниям у растений, ингибировать вирусные инфекции у животных и предотвращать развитие фаговых инфекций в зараженной культуре микроорганизмов. Класс опасности 4 (малоопасный продукт), т.е. продукт нетоксичен, непатогенен.

Микробиологический препарат (в таблицах – МБП) Азотофит – микробиоудобрение, обладает азотофиксирующими свойствами, подавляет фитопатогенную микрофлору, увеличивает в растениях синтез витаминно-минеральных веществ, способствует развитию вегетативной системы растений [10]. Действующим веществом являются живые клетки и споры бактерий *Azotobacter chroococcum*. В данной партии препарата жизнеспособных клеток *Azotobacter chroococcum* содержится не менее 5 млрд/куб.см. Класс опасности 4 (малоопасный продукт), он нетоксичен, непатогенен.

Навоз КРС с содержанием общего азота 0,45 %, общего фосфора – 0,27 % и общего калия – 0,55 % на естественную влажность.

Исследования проведены в 2019–2022 гг. в вегетационном опыте, 3-кратной повторности, в сосудах Митчерлиха на 5 кг почвы, на опытно-вегетационной площадке кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородской ГСХА по схеме, приведенной далее в таблицах. Опыты заложены на светло-серой лесной легкосуглинистой почве: рН солевой вытяжки 5,9, содержание гумуса 2,09 %, подвижных соединений фосфора и калия 88 мг/кг и 124 мг/кг соответствен-

но; гидролитическая кислотность 1,7 ммоль /100 г почвы при степени насыщенности основаниями 91 %.

Инокуляция семян Азотофитом проводилась при концентрации 30 мл препарата на 100 мл воды; замачивание семян в биопрепарате с водным раствором геля хитозана проведено в концентрации 0,03 %, в объеме 3 мл. Время замачивания – 24 часа. Образец контрольного варианта замачивали в воде. Фосфоритную муку вносили в почву в сухом виде в дозе по 0,2 г/кг почвы, а сульфат калия – в виде раствора из расчета 0,2 г калия на 1 кг почвы; навоз КРС внесен в дозе 20 г/кг. Уход за опытом проводили по общепринятым рекомендациям.

Аналитические работы выполнены в лабораториях кафедры агрохимии Нижегородской ГСХА с использованием методов, рекомендованных ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова [11].

Результаты исследований. Урожайность гороха в среднем за годы проведения опыта показана на рисунке 1.

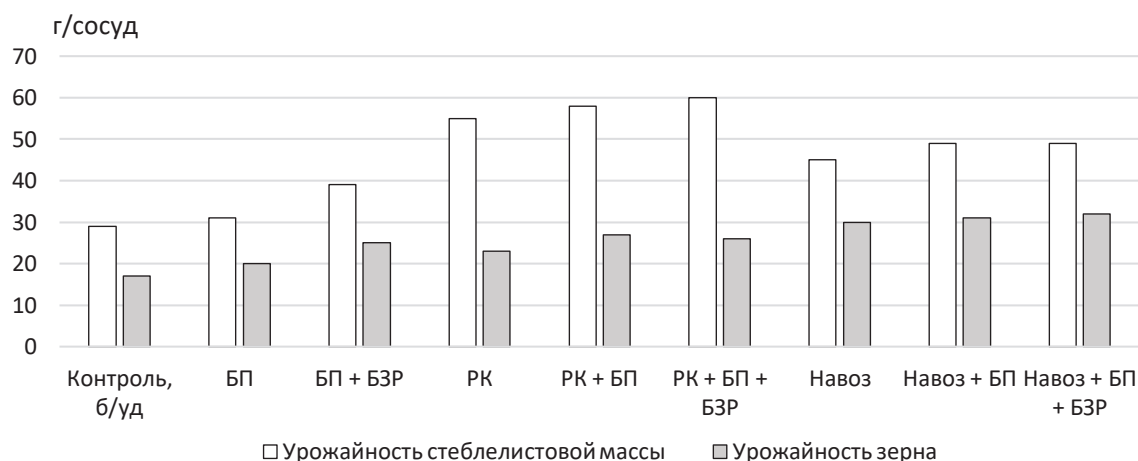


Рисунок 1 – Урожайность гороха при внесении удобрений и агрохимикатов, среднее за 2019–2022 гг.

Установлено, что минеральная (вар. 4) и органическая (вар. 7) системы удобрения гороха оказывают разное влияние на синтез биомассы растений. Так, фосфорно-калийные удобрения в основном способствуют приросту урожайности побочной продукции (стеблелистовой массы), а навоз – приросту урожайности зерна гороха. Биопрепарат Азотофит при использовании его на неудобренной почве дает 20 % прибавки зерна, а по фону РК-удобрений прибавка чуть меньше – 17 %. Биологическое средство защиты растений от вредителей и болезней на основе хитозана Био-грядка оказало положительное влияние на формирование зерна: 20 % прибавки урожайности зерна гороха при использовании его по неудобренной почве и 9 % прибавки – при использовании по фону навоза.

Одной из целей выращивания зернобобовых культур является получение качественного зерна, что обеспечивается оптимальным содержанием белка и крахмала (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние удобрений и агрохимикатов на основные показатели качества зерна гороха

Варианты опыта	Сырой белок				Крахмал			
	Содержание, %		Сбор, г/сосуд		Содержание, %		Сбор, г/сосуд	
	сред- нее	к вар.1	сред- нее	к вар.1	сред- нее	к вар.1	сред- нее	к вар.1
1. Контроль, б/уд.	18,8	-	3,75	-	46,4	-	9,26	-
2. БП	24,3	5,5	5,81	2,06	44,8	-1,6	10,71	1,45
3. БП + БЗР	23,7	4,9	6,82	3,07	45,6	-0,8	13,12	3,86
4. РК	23,3	4,5	6,19	2,44	45,3	-1,1	12,03	2,77
5. РК + БП	24,7	5,9	7,68	3,93	44,5	-1,9	13,84	4,58
6. РК+ БП+ БЗР	26,1	7,3	8,05	4,30	43,2	-3,2	13,33	4,07
7. Навоз	24,8	6,0	8,54	4,79	44,0	-2,4	15,15	5,89
8. Навоз + БП	24,2	5,4	8,67	4,92	44,1	-2,3	15,81	6,55
9. Навоз + БП + БЗР	24,6	5,8	9,27	5,52	44,4	-2,0	16,74	7,48
Справочное [7]	22–34				21–49			

Данные свидетельствуют, что содержание сырого белка в зерне находится в пределах нижней границы справочной величины. Био-препарат Азотофит положительно влияет на концентрацию протеина в зерне гороха, а совместное использование биоудобрения и биозащиты во время предпосевной обработки семян привело к получению зерна с максимальным в опыте содержанием сырого белка – 26,1 %. Применение под горох навоза КРС позволило получить зерно с большим содержанием белка, чем использование минеральных фосфорных и калийных удобрений. Однако дополнительная обработка семян Азотофитом и препаратом Био-грядка влияния на концентрацию белковых веществ в зерне гороха, выращиваемого по фону органических удобрений, не оказали.

Сбор белка с урожаем, как производное от содержания белка и урожайности зерна, был большим на вариантах с фоновым внесением органического удобрения. Азотофит способствовал последовательному повышению сбора белка от варианта 2 (био-препарат на не-удобренном фоне) к варианту 5 (био-препарат на фоне РК-удобрений) и к варианту 8 (био-препарат на фоне навоза). Влияние средства биологической защиты также было положительным, и прибавка в сборе белка с урожаем возрастала от варианта 3, к варианту 6 и варианту 9 (в сравнении с соответствующими им вариантами 2, 5 и 8).

Содержание крахмала в зерне гороха от применения удобрений снижалось: в сравнении с контрольным вариантом на 0,8–3,2 %,

при этом инокуляция семян биопрепаратом привела к снижению содержания крахмала в зерне на 1,6–2,3 %. Максимальное снижение содержания крахмала в зерне отмечено на варианте с внесением под горох навоза. Сбор крахмала урожаем ожидаемо был самым большим на варианте с совместным использованием Азотофита и препарата Био-грядка по фону внесения органического удобрения.

Сведения по содержанию в зерне гороха основных элементов питания и выносу их с урожаем приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание и вынос основных элементов питания зерном гороха, среднее за 2019–2021 гг.

Варианты опыта	N общий			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	сред- нее, %	вынос, г/сосуд		сред- нее, %	вынос, г/сосуд		сред- нее, %	вынос, г/сосуд	
		сред- нее	± к вар. 1		сред- нее	± к вар. 1		сред- нее	± к вар. 1
1. Контроль	3,01	0,65	-	0,39	0,08	-	1,58	0,32	-
2. БП	3,89	0,94	0,29	0,37	0,09	0,01	1,51	0,36	0,04
3. БП + БЗР	3,79	1,17	0,52	0,34	0,10	0,02	1,50	0,43	0,11
4. РК	3,73	1,20	0,55	0,32	0,08	0,00	1,62	0,43	0,11
5. РК + БП	3,95	1,34	0,69	0,29	0,09	0,01	1,54	0,48	0,16
6. РК + БП + БЗР	4,18	1,29	0,64	0,36	0,11	0,03	1,58	0,48	0,16
7. Навоз	3,97	1,36	0,71	0,31	0,11	0,03	1,54	0,53	0,21
8. Навоз + БП	3,87	1,51	0,86	0,33	0,12	0,04	1,62	0,58	0,26
9. Навоз+БП+БЗР	3,94	1,73	1,08	0,23	0,09	0,01	1,40	0,53	0,21
Справочное [7]	4,50			1,00			1,25		

Процентное содержание азота в зерне гороха, выращенного во всех удобренных вариантах, не достигло справочной величины в 4,50 %, а минимальное его содержание отмечено на контроле. Максимальное значение по содержанию общего азота отмечено в варианте 8, где использованы биопрепарат и биозащита по фону минеральных удобрений (4,18 %). В целом во всех вариантах, исключая контроль, показатели близки к 4 %. Внесение органических удобрений положительно влияет на накопление азота, однако дополнительная обработка семян Азотофитом и препаратом Био-грядка на фоне органических удобрений к повышению его концентрации в зерне не привело.

Содержание фосфора в зерне гороха ниже среднего справочного значения. При этом на всех удобренных вариантах, в том числе и с фоновым внесением фосфорно-калийных удобрений, оно ниже, чем на контроле. Однако вынос фосфора урожаем на удобренных вариантах превышает соответствующий показатель контроля.

Процентное содержание K₂O в зерне гороха на всех вариантах, включая контроль, превышает справочное значение. На варианте с фоновым внесением РК-удобрений содержание фосфора в зерне гороха

выше, чем на варианте с внесением навоза. Обработка семян биопрепаратом Азотофит способствовала некоторому повышению содержания калия в зерне гороха по фону минеральных, и особенно по фону органических удобрений. Дополнительная обработка семян гороха перед посевом средством биологической защиты значимого эффекта на обеспеченность зерна калием не оказала. Общий вынос калия урожаем зерна был наиболее высоким в вариантах с внесением навоза.

Выводы:

1. Микробиологический препарат Азотофит оказывает высокое положительное влияние на урожайность зерна гороха при использовании его по фону минерального фосфорно-калийного удобрения или при выращивании растений на светло-серой лесной легкосуглинистой почве без внесения удобрений. Средство биологической защиты растений по действию на урожайность зерна гороха эффективно при использовании его под горох, выращиваемый без внесения удобрений или по органическому фону в виде внесения подстилочного полуперепревшего навоза крупного рогатого скота.

2. Инокуляция семян гороха биоудобрением Азотофит при посеве гороха на неудобренной почве оказывает стимулирующее влияние на содержание в зерне гороха азота и белка, при некотором снижении содержания фосфора, калия и крахмала. При этом дополнительная предпосевная обработка семян гороха препаратом биологической защиты Био-грядка на показателях качества зерна не сказалась.

3. Использование биопрепаратов для предпосевной обработки семян положительное влияние на накопление в зерне гороха азота и белка оказало при посеве гороха по фону минерального фосфорно-калийного удобрения, а на фоне навоза влияния на накопление белковых веществ в зерне не отмечено. Обработка семян биопрепаратом Азотофит способствовала повышению содержания калия в зерне гороха по фону минеральных, и особенно по фону органических, удобрений.

Список литературы

1. Соколов М. С., Спиридонов Ю. Я., Глинушкин А. П., Торопова Е. Ю. Органическое удобрение – эффективный фактор оздоровления почвы и индуктор её супрессивности // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 1. – С. 4–12.
2. Ерёмин Д. И., Попова О. П. Бактериальная микрофлора и ее роль в почвообразовательном процессе // Вестник Государственного Аграрного Университета Северного Зауралья. – 2016. – № 2 (33). – С. 12–19.
3. Voets J., Bervoets L., Blust R. Cadmium bioavailability and accumulation in the presence of acid to Zebra mussel. Dreissena polymorpha // Environ. Sci. Technol. 2004. № 8. P. 1003–1008.

4. Basu A., Prasad P., Das S.N., Kalam S., Sayyed R.Z., Reddy M.S., Enshasy H. E. **Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) as green bioinoculants: Recent developments, constraints, and prospects** // Sustainability. 2021. Vol. 13. № 3. P. 1–20.
5. Ha-Tran D.M., Nguyen T. T. M., Hung S.H., Huang C.C., Huang E. Roles of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in stimulating salinity stress defense in plants: A review // International Journal of Molecular Sciences. 2021. Vol. 22. № 6. P. 1–38.
6. Монастырский, О. А. Органическое земледелие и получение экологичных пищевых продуктов в России / О. А. Монастырский, Е. В. Кузнецова, Л. П. Есипенко // *Агрохимия*. – 2019. – № 1. – С. 3–4.
7. Практикум по агрохимии / А. С. Радов, И. В. Пустовой, А. В. Корольков; под ред. И. В. Пустового. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 312 с.
8. Титова, В. И. Агрохимия-2021 / В. И. Титова. – Н. Новгород: Нижегородская ГСХА, 2021. – 208 с.
9. Титова, В. И. Влияние азота и микробиопрепарата Экстрасол на продуктивность люпина узколистного / В. И. Титова, Т. Е. Судакова // *Плодородие*. – 2021. – № 5 (122). – С. 76–80.
10. Баданова, Е. Г. Препараты на основе хитозана для сельского хозяйства / Е. Г. Баданова, И. М. Давлетбаев, А. С. Сироткин // *Вестник технологического университета*. – 2016. – Т. 19. – № 16. – С. 89–95.
11. Кириченко, Е. В. Использование *Azotobacter chroococcum* для создания комплексных биологических препаратов / Е. В. Кириченко, С. Я. Коць // *Biotechnol. acta*. – 2011. – № 3. – С. 74–81.
12. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения. – Москва: ВНИИА, 2003. – 195 с.

УДК 631.8.022.3

**О. С. Тихонова¹, А. А. Соловьев²,
О. А. Страдина³, О. М. Канунникова⁴**

^{1,3,4}*Удмуртский ГАУ*

²*ФГБОУ ВО ИГМА Минздрава России*

⁴E-mail: olam313597@gmail.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ НА ИЗОЛИРОВАННЫЕ ЖИВОТНЫЕ КЛЕТКИ И СЕМЕНА ПШЕНИЦЫ

Впервые исследование биологической активности растворов янтарной кислоты разной концентрации проведено методом микроэлектрофореза на живых изолированных животных клетках (эритроцитах и эпителиоцитах). Концентрационная зависимость биологической активности янтарной кислоты имеет два максимума: первый – в области концентраций 0,05 ÷ 0,5 вес.%, второй – в области концентраций 5 ÷ 7 вес.%.

Введение. Впервые биологическая активность янтарной кислоты была обнаружена во второй половине прошлого века [1, 2]. С тех пор интерес исследователей к этому биостимулятору не ослабевает.

В настоящее время надежно установлено, что янтарная кислота [3–9]:

- ускоряет выработку в клетках растения хлорофилла;
- способствует усвоению из почвы максимального количества питательных веществ;
- активизирует наращивание зеленой массы, укрепляет корневую систему;
- помогает молодой рассаде быстрее адаптироваться в новых условиях;
- влияет на повышение иммунитета у растений, а также их восстановление после заболеваний;
- избавляет ткани растительности от нитратов и токсических веществ;
- снижает накопление тяжелых металлов растениями из почв.

В ряде работ было показано пролонгированное последствие янтарной кислоты на процессы метаболизма в растениях [10–13].

Итак, эффективность использования растворов янтарной кислоты для активации роста растений разных культур однозначно доказано. Однако остается открытым вопрос о рабочих концентрациях янтарной кислоты.

Авторы [13] показали, что при концентрации менее 10 мг/л янтарная кислота стимулировала рост массы растения, а обработка более высокими концентрациями, наоборот, подавляла.

В работе [14] показали эффективность обработки растений янтарной кислотой раствором с концентрацией $10^{-5} \div 10^{-7}$ М. Понижение концентрации снижает эффективность.

Авторы [15–18] продемонстрировали высокую эффективность применения сверхмалых доз янтарной кислоты. Так, в [18] максимум биологической активности по урожайности и обменным процессам в выращенной продукции редиса и картофеля наблюдается при использовании раствора янтарной кислоты $10^{-7} \dots 10^{-15}$ М.

В [19] выявлено два максимума концентрационной активности растворов янтарной кислоты: в области сверхмалых доз и в области $10^{-5} \div 10^{-7}$ М.

Целью данной работы явилось исследование концентрационной зависимости активирующего действия растворов янтарной кислоты на изолированные животные клетки и растения пшеницы.

Результаты исследований. Нами была проведена сравнительная оценка влияния янтарной кислоты на живые изолированные эритроциты и на семена пшеницы. Этот подход основан на том, что клетки растений и животных имеют общие принципы строения и сходны по химическому составу и основным свойствам. Оба типа клеток имеют мембрану, при этом мембрана растительных клеток защищена дополнительно клеточной стенкой, что затрудняет доступ к ней биологически активных веществ. Можно предположить, что эффект от воздействия биологически активных веществ на животные эритроциты будет проявляться в большей степени по сравнению с растительными клетками.

Исследование влияния янтарной кислоты на эритроциты проводилось методом микроэлектрофореза на приборе «Цито-эксперт» [20]. В ходе эксперимента клетки помещаются в микроэлектрофоретическую ячейку, по сторонам которой размещены графитовые электроды. Ячейка заполняется раствором исследуемого вещества, в который помещаются живые исследуемые клетки. Исследуются безъядерные клетки-эритроциты и ядерные клетки – буккальные клетки, полученные с внутренней стороны щеки. Мембрана живых клеток заряжена, поэтому клетки в переменном электрическом поле совершают возвратно-поступательные движения. Эти движения тем активнее, чем больше биологическая реакция клеток на состав раствора. Прибор позволяет регистрировать число активированных электрическим полем клеток и выявлять изменения средней амплитуды колебаний тестовых клеток. Анализ числа активных клеток и амплитуды их колебаний позволяет количественно оценить активирующее действие раствора, в котором находятся клетки.

В таблице 1 приведены показатели микроэлектрофоретической подвижности эритроцитов и эпителицитов в растворах янтарной кислоты.

Концентрационная зависимость биологической активности янтарной кислоты имеет два максимума: первый – в области концентраций $0,05 \div 0,5$ вес.%, второй – в области концентраций $5 \div 7$ вес.%. Эти же растворы использовали для проращивания пшеницы из семян в чашках Петри. Семена помещали на фильтровальную бумагу и опрыскивали дистиллированной водой, растворами янтарной кислоты и растворами янтарной кислоты с добавлением сульфата калия вплоть до появления ростков ~ 5 см.

Наблюдалось некоторое увеличение длины растений пшеницы при обработке семян растворами янтарной кислоты в области концентраций $0,05 \div 0,5$ вес.% и $5 \div 7$ вес.%.

Таблица 1 – Зависимость биологической активности янтарной кислоты

Концентрация янтарной кислоты, мг/л Н ₂ О	Буккальные клетки				Клетки крови (эритроциты)	
	Доля активных клеток, %	Амплитуда колебаний, мкм			Доля (%) активных эритроцитов, %	Амплитуда колебаний эритроцитов, мкм
		клетки	ядра	плазма		
20	34	0	0	1,2	70	4,0
10	40	8	0	1,4	74	14,0
7	73	26	2,1	2,8	82	17,5
5	70	20	0,5	1,1	88	17,5
1	66	16	0	1,0	74	10,5
0,5	45	5	0	1,0	72	8,0
0,05	69	15	1,8	2,3	87	18,0
0,05 разбавлено в 30 раз	69	22	2,4	2,4	88	18,5

В таблице 2 приведены результаты анализа семян пшеницы, пророщенных в растворах янтарной кислоты и янтарной кислоты с добавлением сульфата калия.

Таблица 2 – Результаты анализа семян пшеницы

Состав раствора для проращивания мг/л		Содержание элементов в семенах		
		азот	фосфор	калий
Н ₂ О		1,4	1,21	2,39
Янтарная кислота	20	1,38	1,47	1,91
	10	2,28	1,39	1,53
	7	1,73	1,58	1,37
	5	1,37	1,33	1,28
	1	1,78	1,56	1,77
	0,5	1,67	1,49	1,66
	0,05	1,59	1,54	1,60
	0,005	1,19	1,58	1,35
K ₂ SO ₄		2,8	1,63	2,35
Янтарная кислота + K ₂ SO ₄	20 + 1	2,1	2,84	2,38
	10 + 1	1,56	1,59	1,33
	7 + 1	1,44	1,61	1,93
	5 + 1	2,01	1,61	1,58
	1 + 1	2,54	1,58	1,58
	0,5 + 1	1,66	2,1	1,3
	0,05 + 1	1,17	1,44	1,7
	0,005 + 1	1,86	1,69	1,7

Анализ таблицы 2 свидетельствует, что содержание азота, фосфора и калия в семенах, пророщенных в растворах янтарной кислоты в диапазоне концентраций, повышено по сравнению с семенами,

пророщенными в дистиллированной воде. Добавление сульфата калия в раствор ожидаемо повысило содержание калия в семенах.

Явно выраженных двух максимумов повышенной эффективности действия растворов янтарной кислоты не наблюдалось.

Выводы. Впервые исследование биологической активности растворов янтарной кислоты разной концентрации проведено методом микроэлектрофореза на живых изолированных животных клетках (эритроцитах и эпителиоцитах). Концентрационная зависимость биологической активности янтарной кислоты имеет два максимума: первый – в области концентраций $0,05 \div 0,5$ вес.%, второй – в области концентраций $5 \div 7$ вес.%.

Выявленные для живых животных клеток концентрационные области повышенной активности янтарной кислоты не проявились при анализе влияния янтарной кислоты на усвоение семенами азота, фосфора и калия. Можно предположить, что причиной этого является различный механизм питания растительных и животных клеток.

Список литературы

1. Благовещенский, А. В. Теоретические основы действия янтарной кислоты на растения / А. В. Благовещенский. – Москва: Наука, 1968. – 117 с.
2. Браунштейн, А. Е. Процессы и ферменты клеточного метаболизма / А. Е. Браунштейн. – Москва: Наука, 1987. – 548 с.
3. Васильев, В. П. Взаимодействие ионов кадмия и свинца с янтарной кислотой в водном растворе / В. П. Васильев, Г. А. Зайцева Н. А. Тукумова // Журн. неорг. химии. – 1997. – Т. 42. – № 2. – С. 229–232.
4. Применение янтарной кислоты в процессе фитоэкстракции свинца и кадмия из загрязненных почв / А. В. Линдиман, Л. В. Шведова, Н. В. Тукумова, А. В. Невский // Вестник МИТХТ. – 2010. – Т. 5. – № 5. – С. 102–105.
5. Бунцевич, Л. Л. Изучение препарата Л-1, янтарной кислоты и её солей в качестве стимуляторов роста эксплантов растений *in vitro* / Л. Л. Бунцевич, Е. Н. Беседина, М. А. Костюк // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания, 2015. – № 4. – С. 64–69.
6. Исследование влияния янтарной кислоты на рост и развитие ячменя / Ю. П. Фролова, Г. В. Песцов, М. Б. Никишина [и др.] // Университет XXI века: научное измерение: материалы науч. конф. проф.-преп. состава, аспирантов, магистрантов и соискателей ТГПУ им. Л. Н. Толстого. – Тула: Тульский ГПУ им. Л. Н. Толстого, 2011. – С. 328–331.
7. Изучение действия янтарной кислоты на ростовые и продукционные процессы пшеницы / Е. А. Ермакова, Г. В. Песцов, М. Б. Никишина [и др.] // Университет XXI века: научное измерение: материалы науч. конф. проф.-преп. состава, аспирантов, магистрантов и соискателей ТГПУ им. Л. Н. Толстого. – Тула: Тульский ГПУ им. Л. Н. Толстого, 2011. – С. 115–118.

8. Цыганова, Н. А. Эффективность применения органических кислот на яровой мягкой пшенице / Н. А. Цыганова, Н. А. Воронкова // *Агрехимический вестник*, 2020. – № 3. – С. 71–74.
9. Красинская, Т. А. Влияние янтарной и лимонной кислот на морфофизиологическое развитие растений винограда на этапе дорастивания после микроразмножения / Т. А. Красинская, И. Н. Остапчук // *Плодоводство и ягодоводство России*, 2019. – Т. 57. – № 1. – С. 74–82.
10. Ключкова, Н. М. Влияние различных ФАВ на некоторые физиологически-биохимические процессы и урожайность / Н. М. Ключкова, Н. Н. Третьяков // *Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: материалы конф.* – Москва: МСХА, 2001. – С. 246–247.
11. Коф, Э. М. Структурно-функциональные перестройки и фитогормоны у афильных геноформ гороха / Э. М. Коф, Е. С. Чувашева // *Регуляторы роста и развития растений.* – Москва, 1997. – С. 21.
12. Маевский, Е. И. Обоснование использования биологически активных добавок на основе янтарной кислоты / Е. И. Маевский, Б. В. Гришина А. С. Розенфельд // *Эффективность применения БАД в различных областях медицины.* – Москва, 2000. – С. 145–146.
13. Тарчевский, И. А. Катаболизм и стресс у растений. – Москва: Наука, 1993. – 80 с.
14. Чупахин, Г. Н. Возможный механизм стимулирования ростовых процессов янтарной кислотой / Г. Н. Чупахин, А. Ю. Романчук // *Теоретические и прикладные аспекты биологии.* – Калининград, 1999. – С. 49–51.
15. Верещагин, А. Л. Влияние сверхмалых доз интермедиатов цикла Кребса на рост и развитие ряда двудольных растений: моногр. / А. Л. Верещагин, В. В. Кропоткина. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 94 с.
16. Предпосевная обработка семян стимуляторами роста в сверхмалых дозах / Н. А. Цыганова, Н. А. Воронкова, В. Д. Дороненко, В. А. Волкова // *Применение химических веществ, ионизирующих и неионизирующих излучений в агробiotехнологиях: сб. докладов круглого стола в рамках XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии*, 2016. – С. 37–40.
17. Влияние ряда дикарбоновых кислот в сверхмалых концентрациях на барьерную функцию мембраны изолированной вакуоли / А. Л. Верещагин, В. Н. Нурминский, В. В. Еремина [и др.] // *Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология*, 2013. – Т. 6. – № 2. – С. 3–7.
18. Кропоткина, В. В. Влияние сверх малых доз органических кислот на рост и развитие ряда двудольных растений: дис. ... канд. биол. наук. – Барнаул, 2009.
19. Верещагин, А. Л. Способ стимулирования роста растений / А. Л. Верещагин и др. Патент RU 2267924С1 Опубликовано 20.01.2006. – Бюл. № 2.
20. Способ микроэлектрофореза клеток крови и эпителиоцитов и устройство для его осуществления / Е. Н. Никитин, А. А. Соловьев, С. В. Кутявина, А. Н. Голендухин // Патент РФ № 2168176, 2001.

М. В. Царёва

УО БГСХА, г. Горки, Могилёвская обл., Республика Беларусь

E-mail: tsarevamariya@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КУРИНОГО ПОМЁТА НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВНИЗ ПО ПРОФИЛЮ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И ОКУЛЬТУРЕННОСТИ

В зависимости от агрофизических свойств дерново-подзолистой почвы, её гранулометрического состава и окультуренности установлена возможность растворения и миграции элементов питания при внесении куриного помёта вниз по почвенному профилю. Среднеокультуренная связно-супесчаная почва способна удерживать миграцию элементов питания, предотвращая их попадание в грунтовые воды, так как вниз по профилю увеличивается плотность сложения до $1,45 \text{ г/см}^3$, плотность твердой фазы до $2,70 \text{ г/см}^3$, масса горизонта В₃Д 6000 т/га. Элементы питания аккумулируются в основном в пахотном и подзолистом горизонтах, но в подстиляющей породе увеличивается содержание меди и цинка. Иллювиальный горизонт (В₁) хорошо окультуренной рыхло-супесчаной почвы с массой его слоя 6258 т/га, степенью насыщенности основаниями 97,50 %, плотностью сложения – $1,49 \text{ г/см}^3$ является хорошим буфером от миграции вниз по профилю элементов питания.

Актуальность. Куриный помёт по содержанию питательных веществ превосходит любое органическое удобрение, а по доступности не уступает минеральным удобрениям. Доля содержания органического вещества в нем составляет 70 % [1]. Нормативная окупаемость 1 т подстильного помёта 1,6 ц з.е., бесподстильного полужидкого – 0,8 з.е., жидкого – 0,3 ц з.е. [2]. Рациональное использование помёта кроме экономического эффекта обеспечит надежное экологическое благополучие окружающей среды, повышение плодородия почвы. Применение помёта в сухом виде и с естественной влажностью в дозах 6–16 т/га способствовало увеличению содержания гумуса в почве на 0,04–0,05 % [3], повышает содержание в пахотном слое почвы аммиачного и нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия [4], усиливает активность микроорганизмов во всем пахотном слое [5]. Нарращивание мощностей в птицеводстве и увеличение объемов производства неизбежно влекут за собой и увеличение объемов образования многотоннажных производственных отходов, в частности птичьего помёта. Несанкционированные свалки и места хранения таких отходов – реальные источники образования зон эко-

логического неблагополучия для ближайших населенных пунктов, почвенного покрова и водных объектов. Изучение влияния куриного помета на физические и водные свойства почвы в зависимости от её гранулометрического состава является весьма актуальным.

Материалы и методы. Исследования по изучению влияния куриного помёта на изменение агрофизических и агрохимических свойств дерново-подзолистой среднеокультуренной связно-супесчаной почвы, развивающаяся на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемая моренным суглинком с глубины менее 1-го метра, и дерново-подзолистой, хорошо окультуренной рыхло-супесчаной почве, сменяемая с глубины 0,3 метра водно-ледниковым связным песком, подстилаемая с глубины более 1 метра моренной супесью, проводились на кафедре почвоведения УО БГСХА и в ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика». Выход птичьего помета в год на птицефабрике составляет более 120 000 т. Птицефабрика находится в северо-восточной части Белоруссии. Для данного региона характерен умеренно-континентальный климат. Среднегодовая температура воздуха в данном регионе находится на отметке +5,3 °С. Самый жаркий месяц – июль. Среднегодовые показатели влажности – 78 %. Для летнего периода характерна дождливая погода. В среднем выпадает 724 мм атмосферных осадков. В хозяйстве при органо-минеральной системе удобрения куриный помёт под зерновые и кукурузу вносят в дозах 40 и 80 т/га.

При проведении исследований агрофизические свойства и агрохимические показатели почвы определяли по общепринятым методикам [6]. Для более полной характеристики глубины изменения физических, физико-химических, водных свойств и агрохимических показателей в почве при длительном применении куриного помёта необходимо рассмотреть их распределение по профилю почвы. С этой целью были заложены почвенные разрезы на дерново-подзолистой, средне-окультуренной связно-супесчаной и хорошо окультуренной рыхло-супесчаной почве.

К физическим свойствам почвы относятся плотность твёрдой фазы почвы (d), плотность сложения (d_v), пористость. Плотность твердой фазы почвы (d) зависит от природы входящих в состав почвы минералов, количества органического вещества. Чем больше в почве тяжелых минералов, тем выше плотность ее твердой фазы. Что касается органического вещества, то его удельная масса в 1,5 раза меньше, чем у минеральной части почвы. Поэтому почвы с большим содержанием органического вещества всегда отличаются меньшей плотностью твердой фазы. В среднем плотность твердой фазы у большинства минеральных почв равна 2,50–2,65 г/см³ [6].

Результаты исследований. Установлено, что вниз по профилю дерново-подзолистой среднеокультуренной связно-супесчаной почвы уменьшается степень насыщенности основаниями с 98,87 до 92,58 %, увеличивается плотность сложения с 1,32 до 1,45 г/см³, плотность твердой фазы с 2,55 до 2,70 г/см³, гидролитическая кислотность с 0,29 до 1,31, масса горизонта (A_n) почвы с 2376 до 6000 т/га (B₃Д) (табл. 1).

Таблица 1 – Физико-химические и физические свойства по профилю дерново-подзолистой среднеокультуренной связно-супесчаной почвы

№ п/п	Горизонты	Масса слоя почвы, т/га	Мг-экв./100 г почвы			V, %	г/см ³		Р общ., %	Р аэр., %
			Hг	S	ЕКО		dv	d		
1	A _n	2376	0,29	25,40	25,69	98,87	1,32	2,55	50,24	21,36
2	A ₂	2244	0,57	18,58	19,15	97,02	1,32	2,62	49,64	20,60
3	A ₂ B ₁	1905	0,72	11,83	12,55	94,26	1,27	2,54	49,91	19,91
4	B ₂	2970	1,02	15,14	16,16	93,69	1,35	2,67	49,46	18,95
5	B ₃ Д	6000	1,31	16,35	17,66	92,58	1,45	2,70	46,15	17,39

Вниз по профилю дерново-подзолистой хорошо окультуренной рыхло-супесчаной почвы снижается гидролитическая кислотность с 1 до 0,14, степень насыщенности основаниями с 93,5 до 99,6 %, увеличивается плотность твердой фазы с 2,59 до 2,72 г/см³. Особенно выделяется иллювиальный горизонт (B₁), где отмечается масса слоя 6258 т/га, степень насыщенности основаниями 97,50 %, плотность сложения – 1,49 г/см³, общая аэрация 43,28 % (табл. 2). Данный горизонт при таких физических и физико-химических свойствах для рыхло-супесчаной почвы является хорошим буфером от миграции вниз по профилю элементов питания.

Таблица 2 – Физико-химические и физические свойства по профилю дерново-подзолистой хорошо окультуренной рыхло-супесчаной почвы

№ п/п	Горизонты	Масса слоя почвы, т/га	Мг-экв./100 г почвы			V, %	г/см ³		Р общ., %	Р аэр., %
			Hг	S	ЕКО		dv	d		
1	A _n	3640	1,00	14,32	15,32	93,47	1,30	2,59	49,87	19,22
2	B ₁	6258	0,28	10,92	11,20	97,50	1,49	2,63	43,28	16,09
3	B ₂	3600	0,14	13,55	13,69	98,98	1,44	2,69	46,57	22,42
4	B ₃	2808	0,14	49,72	49,86	99,72	1,56	2,85	45,34	20,85
5	Д	5476	0,14	31,24	31,38	99,55	1,48	2,72	45,53	20,95

Полевая влажность (W%) в дерново-подзолистой среднеокультуренной, связно-супесчаной почве в пахотном горизонте 23,15 %, запас труднодоступной влаги, полезной влаги выше в горизонте B₃Д

и составляет 402,81 и 1011,30 т/га соответственно (табл. 3). Учитывая, что плотность твердой фазы составляет 2,70 г/см³ (табл. 1), среднеоккультуренная почва способна удерживать миграцию элементов питания вниз по профилю, предотвращая их попадание в грунтовые воды.

Общий запас влаги 1141,88 т/га, запас труднодоступной 106 т/га, полезный запас влаги 1035,88 т/га в иллювиальном горизонте (В₁) хорошо окультуренной, рыхло-супесчаной почвы свидетельствует о возможности рыхло-супесчаной почвы подпитывать горизонт А_n, но и в растворе и миграции элементов вниз по профилю (табл. 4).

Таблица 3 – Общий запас влаги по горизонтам профиля средне окультуренной связно-супесчаной почвы

Горизонт, см.	Полевая влажность, %	Полная влагоемкость, %	Влажность завядания, %	Масса слоя почвы, т/га	Общий запас влаги		Запас труднодоступной влаги		Полезный запас влаги	
					ОЗВ		ЗТВ		ПЗВ	
	W	ПВ	ВЗ	М	мм	т/га	мм	т/га	мм	т/га
А _n	23,15	38,59	3,42	2376	55,01	550,09	8,13	81,31	46,88	468,79
А ₂	17,45	29,09	3,04	2244	39,16	391,64	6,83	68,26	32,34	323,39
А ₂ В ₁	23,62	39,36	3,41	1905	44,99	449,90	6,51	65,11	38,48	384,79
В ₂	22,60	37,67	7,50	2970	67,14	671,36	22,28	222,75	44,86	448,61
В ₃ Д	23,57	39,28	6,71	6000	141,41	1414,11	40,28	402,81	101,13	1011,30

Таблица 4 – Общий запас влаги по горизонтам профиля хорошо окультуренной рыхло-супесчаной почвы

Горизонт, см	Полевая влажность, %	Полная влагоемкость, %	Влажность завядания, %	Масса слоя почвы, т/га	Общий запас влаги		Запас труднодоступной влаги		Полезный запас влаги	
					ОЗВ		ЗТВ		ПЗВ	
	W	ПВ	ВЗ	М	мм	т/га	мм	т/га	мм	т/га
А _n	23,58	39,29	2,08	3640	85,81	858,14	7,57	75,74	78,24	782,40
В ₁	18,25	30,41	1,69	6258	114,19	1141,88	10,60	106,00	103,59	1035,88
В ₂	16,77	27,95	1,13	3600	60,38	603,77	4,08	40,75	56,30	563,02
В ₃	15,70	26,16	0,18	2808	44,08	440,79	0,53	5,28	43,55	435,52
Д	16,61	27,68	1,32	5476	90,93	909,34	7,23	72,32	83,70	837,01

Пахотный горизонт дерново-подзолистой среднеоккультуренной связно-супесчаной почвы имеет нейтральную реакцию почвенного раствора, подстилаяющая порода (В₃Д) – среднекислую, подзолистый горизонт (А₂) – близкую к нейтральной. Содержание общего азота уменьшается по профилю почвы с 0,15 до 0,11 %, содержание подвижного фосфора повышенное в А_n и А₂, среднее в А₂В₁, в иллювиальном (В₂), В₃Д, содержание калия среднее. Отмечается среднее содержание меди

и цинка в A_n , низкое меди в элювиально-иллювиальном (A_2B_1), среднее и высокое вниз по профилю (B_2 и B_3D). Содержание марганца высокое в A_n , избыточное в A_2 , высокое в A_2B_1 и среднее вниз по профилю. Содержание кадмия и свинца фоновое вниз по профилю. Содержание гумуса высокое в пахотном (4,5 %) и элювиально-иллювиальном горизонтах (4,89 %) (табл. 5).

Таким образом, в среднеокультуренной связно-супесчаной почве элементы питания аккумулируются в основном в пахотном и подзолистом горизонтах, но в подстилающей породе увеличивается содержание меди, цинка.

Пахотный (A_n), иллювиальный горизонты (B_2) и подстилающая порода (Д) дерново-подзолистой хорошо окультуренной рыхло-супесчаной почвы имеют близкую к нейтральной и нейтральную реакцию почвенного раствора, высокое (288,6 мг/кг) содержание подвижного фосфора. Отмечается высокое содержание калия, гумуса, цинка, меди, марганца, кадмия и свинца в пахотном горизонте. Вниз по профилю содержание общего азота, подвижного калия, меди, цинка, свинца и кадмия снижается, содержание гумуса повышенное (табл. 6).

Таблица 5 – Агрохимические показатели вниз по профилю среднеокультуренной связно-супесчаной почвы

Горизонты профиля	pH	N, %	мг/кг почвы						Содержание гумуса, %	Запасы гумуса, т/га	
			P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn	Pb	Cd			Mn
A_n	6,70	0,15	172,3	145,5	1,95	5,31	4,020	0,119	277,06	4,50	106,91
A_2	6,25	0,14	184,6	107,5	1,58	3,73	4,602	0,054	329,30	3,46	77,67
A_2B_1	5,42	0,10	128,3	102,0	0,99	1,68	1,891	0,100	131,51	4,84	92,19
B_2	4,88	0,10	110,7	109,0	2,66	3,69	3,116	0,082	62,48	2,59	76,95
B_3D	4,63	0,11	159,8	106,5	3,13	5,54	3,201	0,262	65,87	3,28	196,95

Таблица 6 – Агрохимические показатели вниз по профилю хорошо окультуренной рыхло-супесчаной почвы

Горизонты профиля	pH	N, %	мг/кг почвы						содержание гумуса, %	Запасы гумуса, т/га	
			P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn	Pb	Cd			Mn
A_n	6,18	0,17	288,6	347,5	3,06	5,12	3,228	0,097	258,22	5,65	205,57
B_1	6,09	0,10	153,0	190,0	0,72	1,14	1,369	0,118	63,18	3,36	210,13
B_2	6,52	0,09	264,2	109,0	0,78	1,67	1,437	0,063	62,33	2,82	101,40
B_3	7,71	0,06	116,4	130,0	1,21	1,47	0,874	0,092	96,90	1,37	38,44
Д	7,05	0,07	247,1	126,5	1,31	1,83	1,098	0,052	75,92	4,40	240,77

Заключение. В зависимости от агрофизических свойств дерново-подзолистой почвы, её гранулометрического состава

и окультуренности установлена возможность растворения и миграции элементов питания при внесении куриного помёта вниз по почвенному профилю.

Среднеокультуренная связно-супесчаная почва способна удерживать миграцию элементов питания, предотвращая их попадание в грунтовые воды, так как вниз по профилю увеличивается плотность сложения до 1,45 г/см³, плотность твердой фазы до 2,70 г/см³, масса горизонта В₃Д 6000 т/га. Элементы питания аккумулируются в основном в пахотном и подзолистом горизонтах, но в подстилающей породе увеличивается содержание меди и цинка. Иллювиальный горизонт (В1) хорошо окультуренной рыхло-супесчаной почвы с массой его слоя 6258 т/га, степенью насыщенности основаниями 97,50 %, плотностью сложения – 1,49 г/см³, является хорошим буфером от миграции вниз по профилю элементов питания.

Список литературы

1. Лысенко, В. П. Птичий помет – отход или побочная продукция / В. П. Лысенко // Птицеводство. – 2015. – № 6. – С. 55.
2. Лукин, С. М. Перспективные технологии использования помётных удобрений / С. М. Лукин // Птицеводство. – 2008. – № 7. – С. 55–57.
3. Бачило, Н. Г. Научные принципы использования пометных удобрений в условиях интенсивного земледелия: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Жодино, 1990. – 452 с.
4. Персикова, Т. Ф. Изменение плодородия дерново-подзолистой почвы при применении куриного помёта / Т. Ф. Персикова, М. В. Царёва // Актуальные проблемы агрохимии и почвоведения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 18–19 февраля 2016 г. – Львов, 2016. – С. 56–59.
5. Персикова, Т. Ф. Микробиологическая активность дерново-подзолистой почвы в зависимости от её гранулометрического состава возделываемых культур и органических удобрений / Т. Ф. Персикова, М. В. Царёва // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения: материалы Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. ред. В. И. Титовой. – Н. Новгород: Нижегородская ГСХА, 2017. – С. 206–209.
6. Почвоведение. Водно-физические и физико-механические свойства почвы: методические указания по выполнению лабораторных работ / С. Д. Курганская [и др.]. – Горки: БГСХА. – 2015. – 40 с.

УДК 581.543.087.1:528.8

А. Дж. Алиева

Национальное аэрокосмическое агентство, Азербайджан

E-mail: amidec.b@gmail.com

МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ФЕНОЛОГИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Проанализированы количественные характеристики фенологии растений в плане изменения цветности растений в течение полного цикла развития. Наподобие известному индексу коричневости растения (TNBI) предложен индекс зелености (TNGI). На основе введенного индекса TNGI предложены два показателя фенологии растений: мультипликативный и сравнительный. На основе известной экспоненциальной зависимости суммарной оптической радиации зеленого цвета на уровне измерителя от числа поступающих **digital numbers (DN)** составлены и решены оптимизационные задачи вычисления таких адаптивных режимов поступления DN во времени, при которых интеграл во времени обоих показателей достигает минимума.

Введение. Фенология растений на поверхности земли определяется в качестве сезонной динамики поверхности заросшей земли, наблюдаемой методами дистанционного зондирования [1, 2]. Согласно [3], этот показатель является наиболее чувствительным и устойчивым индикатором, отображающим климатические изменения, изменения в землепользовании и взаимосвязь биосферы и атмосферы. Значимость фенологии растений весной и осенью была исследована во многочисленных работах (см. например, [4–8]). Пространственно-временные изменения цветности растений осенью в глобальном масштабе представляют значительный интерес для исследователей изменений климата, глобального карбонного цикла, а также для сферы туризма.

Для фенологических исследований важнейшим вопросом является временная динамика изменения цветности растений за полный цикл его развития. Количественная оценка таких изменений приведена в [2], где исследовался нормализованный во времени индекс коричневости (TNBI), характеризующий изменение цвета растения по стадиям развития:

$$TNBI(t) = \frac{F(t) - F_{min}}{F_{max} - F_{min}} \approx 1 - \frac{1}{1 + \exp(a + bt)}, \quad (1)$$

где $F(t)$ – часть вегетации, содержащей соответствующую цветность растения на момент t ;

F_{max} и F_{min} – соответственно, максимальная и минимальная оценка $F(t)$ цветности растения;

a и b – показатели, характеризующие увядание растения.

Взаимосвязь между значениями индекса TNBI и стадиями изменения цветности растительности показана на рисунке 1.

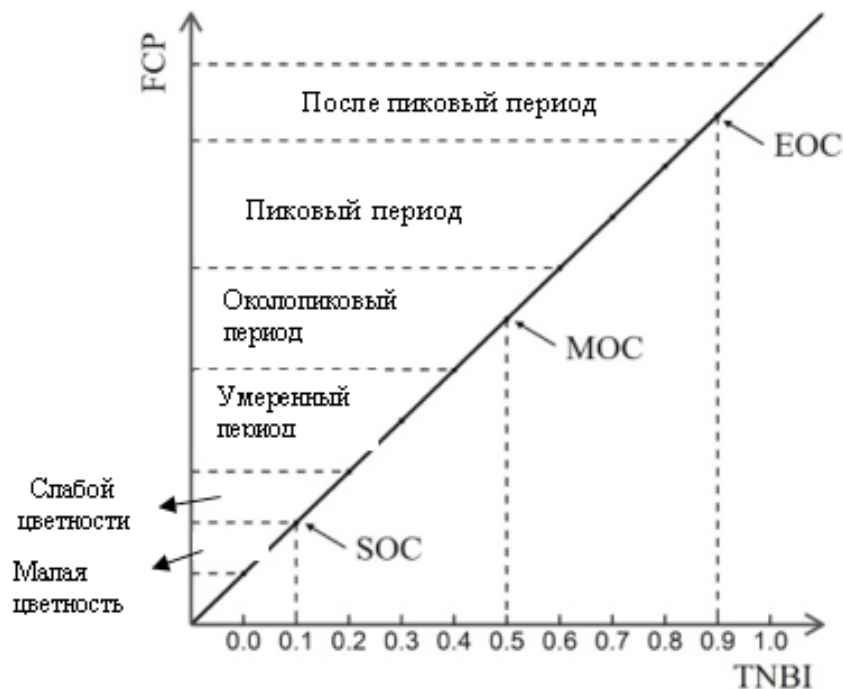


Рисунок 1 – Взаимосвязь индекса TNBI со стадиями изменения цветности

Между тем вышеизложенные характеристики, такие, как TNBI и взаимосвязь TNBI со стадиями изменения цветности, являются условными, а также неинтегральными характеристиками цветности растительности, поскольку реальный отраженный сигнал цветности растений имеет свойства экспоненциального роста в зависимости от количества DN показателя спектральных изображении. С учетом вышеизложенного предлагается метод, позволяющий учесть вышеотмеченные недостатки существующей методики.

Предлагаемый метод. Как видно из модели (2), динамику в ней задает член $F(t)$, величина которого соответствует количеству поступающих DN, охватывающих пикселей соответствующей цветности. Между тем существует значительное количество работ, согласно которым, между реальным цветовым оптическим сигналом отражения на входе измерителя и соответствующей величи-

ной DN существует определенная функциональная связь. Например, как указывается в [9], в красной зоне электромагнитного спектра наблюдается экспоненциальная связь между показателем DN изображения и оптическим сигналом отражения на входе измерителя БПЛА (рис. 2) в красном диапазоне.

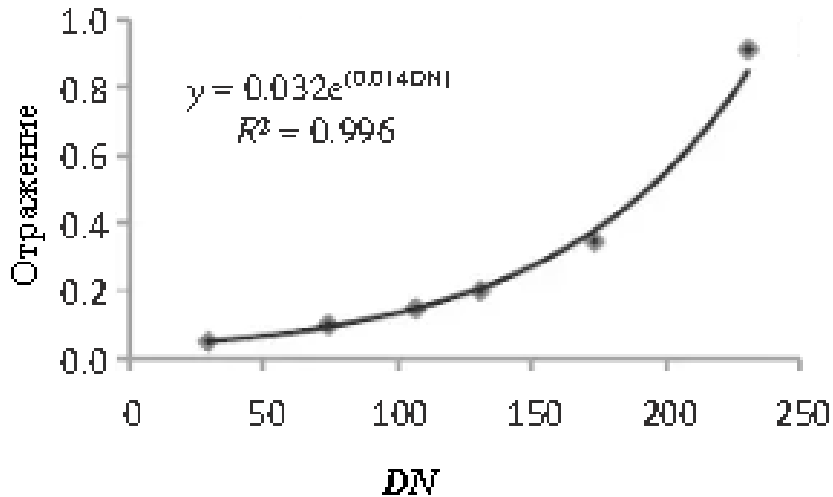


Рисунок 2 – Регрессионная зависимость между показателем DN и отраженным сигналом в красной зоне на входе измерителя, установленного на БПЛА

$$F(\text{Red}) = 0,032 \exp(0,014DN), \quad (2)$$

где $F(\text{Red})$ – оптический сигнал красной зоны на входе измерителя.

В работе [10] также приведены экспоненциальные зависимости RGB-сигналов в составе отраженного сигнала дистанционного зондирования в зависимости от DN изображений.

Как нам представляется, для отображения фенологии растений стоило бы использовать не индекс коричневости, а индекс зелености во избежание фонового вклада ветвей растений. В этом случае можно ожидать упрощения формулы (2), так как F_{min} фактически будет равен нулю по причине того, что в конце фенологического цикла растение не будет содержать ничего зеленого. Таким образом, предлагаемый нормализованный во времени индекс зелености (TNGI) по аналогии с (2) определим как

$$TNGI(t) = \frac{F_{gr}(t)}{F_{gr.max}} \approx \frac{1}{1 + \exp(a + bt)}, \quad (3)$$

В то же время, с учетом (2) и (3), напишем:

$$TNGI(t) = \frac{a \times \exp[b \times DN(t)]}{a \times \exp(b \times DN_{max})} = \exp[b(DN(t) - DN_{max})]. \quad (4)$$

Введем на рассмотрение мультипликативный показатель фенологии в виде:

$$\eta = t \times TNGI(t). \quad (5)$$

Показатель η позволяет нам сформулировать следующую оптимизационную задачу. С учетом (4) и (5) сформируем целевой функционал в виде:

$$F_{11} = \int_{t_0}^{t_{max}} t \times \exp[b(DN(t) - DN_{max})] dt. \quad (6)$$

Следует определить оптимальную функцию $DN(t)_{opt}$, при которой F_{11} достигает экстремального значения. Для решения данной задачи сформируем ограничительное условие:

$$F_{21} = \int_{t_0}^{t_{max}} DN(t) dt = C; C = const. \quad (7)$$

Физически условие (7) означает ограниченность общего количества $\int_{t_0}^{t_{max}}$, поступающих на обработку за период $t_0 \div t_{max}$, в течение которого листья желтеют и падают, и, как результат, зеленый цвет исчезает с изображений за исключением вечнозеленых растений.

С учетом (6) и (7) сформируем целевой функционал F_0 в виде $F_{01} = F_{11} + \lambda F_{21}$, где λ – множитель Лагранжа. Имеем:

$$F_{01} = \int_{t_0}^{t_{max}} t \times \exp[b(DN(t) - DN_{max})] dt - \lambda_1 [\int_{t_0}^{t_{max}} DN(t) dt - C]. \quad (8)$$

Решение (8) должно удовлетворить условию [11]:

$$\frac{d\{t \times \exp[b(DN(t) - DN_{max})] - \lambda N(t)\}}{dN(t)} = 0. \quad (9)$$

Из (9) получим

$$t \times \exp[b(DN(t) - DN_{max})]b - \lambda = 0. \quad (10)$$

Из (10) находим

$$DN(t) = \frac{1}{b} \ln\left(\frac{\lambda}{tb}\right) + DN_{max}. \quad (11)$$

При решении (11) функционал F_{01} достигает минимума, так как повторная производная (10) по $DN(t)$ является положитель-

ной величиной. Для вычисления значения λ_1 необходимо вставить (11) в интеграл (8), осуществить интегрирование и получить выражение.

Теперь введем на рассмотрение второй показатель динамики фенологии растений в виде показателя отношения κ , где

$$\kappa = \frac{TNGI(t)}{t}. \quad (12)$$

С учетом (4) и (12) получим

$$\kappa = \frac{\exp[b(DN(t) - DN_{max})]}{t}. \quad (13)$$

На основе показателя κ сформулируем следующую оптимизационную задачу. С учетом (13) целевой функционал оптимизации приобретает следующий вид:

$$F_{12} = \int_{t_0}^{t_{max}} \frac{\exp[b(DN(t) - DN_{max})]}{t} dt. \quad (14)$$

С учетом (14) и ограничительного условия (7) сформируем второй функционал безусловной вариационной оптимизации:

$$F_{01} = \int_{t_0}^{t_{max}} \frac{\exp}{t} [b(DN(t) - DN_{max})] dt - \lambda_2 [\int_{t_0}^{t_{max}} DN(t) dt - C]. \quad (15)$$

Решение (15) должна удовлетворить условию

$$d \left\{ \frac{\frac{\exp}{t} [b(DN(t) - DN_{max})] - \lambda_2 \times N(t)}{dDN(t)} \right\} = 0. \quad (16)$$

Из (16) находим

$$\frac{b \exp[b(DN(t) - DN_{max})]}{t} - \lambda_2 = 0. \quad (17)$$

Из (17) получим

$$b(DN(t) - DN_{max}) = \ln \left(\frac{\lambda_2 \times t}{b} \right). \quad (18)$$

Или

$$DN(t) = \frac{1}{b} \ln\left(\frac{\lambda_2 \times t}{b}\right) + DN_{max}. \quad (19)$$

При решении (19) функционал (15) также достигает минимума, так как повторная производная (17) также оказывается положительной величиной. При этом величина λ_2 может быть вычислена аналогично вышеописанному.

Заключение. Проанализированы известные количественные характеристики фенологии растений в плане изменения цветности растений в течение полного цикла развития. Наподобие известному индексу коричневости растения (TNBI) предложен индекс зелености (TNGI).

На основе вновь введенного индекса TNGI предложены два показателя фенологии растений:

- мультипликативный показатель.
- сравнительный показатель.

С учетом известной экспоненциальной зависимости суммарной оптической радиации зеленого цвета на уровне измерителя от числа поступающих DN составлены и решены оптимизационные задачи вычисления таких адаптивных режимов поступления DN во времени, при которых интеграл во времени обоих показателей достигает минимума.

Список литературы

1. Pla M., Bota G., Duane A., Balague J., Curco A., Gutierrez R., Brotons L. Calibrating sentinel-2 imagery with multispectral UAV derived information to quantify damages in mediterranean rice crops caused by western swamphen (porphyrio porphyrio). *Drones* 2019, 3 (2), 45; <https://doi.org/10.3390/drones3020045>.
2. Ye Y., Zhang X. Exploration of global spatiotemporal changes of fall foliage coloration in deciduous forests and shrubs using the VIIRS land surface phenology product. *Science of Remote Sensing*. Volume 4, December 2021, 100030. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.srs.2021.100030>.
3. Zhang X. Land surface phenology: climate data record and real-time monitoring// *Comprehensive Remote Sensing*. Elsevier. 2018. Pp. 35–52. – URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.10351-3>.
4. Melaas E. K., Sulla-Menashe D., Friedl M. A. Multidecadal changes and interannual variation in springtime phenology of north American temperate and boreal deciduous forests// *Geophys. Res. Lett.* 2018. 45, 2679–2687. – URL: <https://doi.org/10.1002/2017g1076933>.
5. Jeong S. J., Ho C. H., Gim H. J., Brown M. E. Phenology shifts at start vs end of growing season in temperate vegetation over the Northern Hemisphere for the period 1982–2008// *Global Change Biol.* 17. 2385–2399. 2011. – URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02397.x>.

6. Garonna I., De Jong R., de Wit A. J. W., Mucher C. A., Schmid B., Schaepman M. E. Strong contribution of autumn phenology to changes in satellite-derived growing season length estimates across Europe (1982–2011)// *Global Change Biol.* 20. 3457–3470. 2014. – URL: <https://doi.org/10.1111/gcb.12625>.
7. Wu C. Y., Wang X. Y., Wang H. J., Ciais P., Penuelas J., Myneni R. B., Desai A. R., Gough C. M., Gonsamo A., Black A. T., Jassal R. S., Ju W. M., Yuan W. P., Fu Y. S., Shen M. G., Li S. H., Liu R. G., Chen J. M., Ge Q. S. Contrasting responses of autumn-leaf senescence to daytime and night-time warming// *Nat. Clim. Change.* 8. 1092–1096. 2018. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0346-z>.
8. Estiarte M., Penuelas J. Alteration of the phenology of leaf senescence and fall in winter deciduous species by climate change: effects on nutrient proficiency// *Global Change Biol.* 2015. 21. 1005–1017. – URL: <https://doi.org/10.1111/gcb.12804>.
9. Mafanya M., Tsele P., Botai J. O., Manyama P., Chirima G. J., Monate T. Radiometric calibration framework for ultra-high-resolution UAV-derived orthomosaics for large-scale mapping of invasive alien plants in semi-arid woodlands: *Harrisia pomaniensis* as a case study. *International Journal of Remote Sensing.* 2018. Vol. 39. P. 5119–5140. – URL: <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1490503>.
10. Zarzar C. M., Dash P., Dyer J. L., Moorhead R., Hathcock L. Development of a simplified radiometric calibration framework for water-based and rapid deployment unmanned aerial system (UAS) operations. *Drones.* 2020. 4 (2), 17. <https://doi.org/10.3390/drones4020017>.
11. Эльсгольц, Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление / Л. Э. Эльсгольц. – Москва: Наука, 1974. – 432 с.

УДК 631.445.24

Е. Ф. Валейша

УО Белорусская ГСХА

E-mail: pochva_bgsha@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

В длительном стационарном опыте установлено, что безотвальная обработка почвы способствует улучшению показателей агрофизических свойств почвы. На фоне безотвальной обработки почвы продуктивность звена зернопропашного севооборота в вариантах опыта была на 16 % больше, чем на фоне отвальной вспашки. Для улучшения структурного состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в зернопропашном севообороте рекомендуется применять безотвальную обработку почвы (мелкую безотвальную и нулевую).

Современная технология выращивания культуры должна основываться на постоянном управлении формирования элементов продуктивности. Необходимо использовать природный потенциал культуры. Высокие урожаи могут быть получены только в том случае, когда соблюдаются все элементы технологии возделывания культуры, совершенствуются приемы и способы выращивания [3]. Одним из важнейших показателей физического состояния плодородия почвы является ее структура. От нее зависит благоприятное сложение пахотного слоя; водные, воздушные, физические, физико-механические свойства и целый ряд других показателей.

Обработка почвы является одним из основных элементов системы земледелия. Наиболее важными её задачами всегда были: создание оптимального сложения почвы, благоприятного водного, воздушного и пищевого режимов, борьба с засоренностью полей.

Минимизация обработки почвы направлена на сокращение глубины и числа обработок, совмещение технологических операций путем применения комбинированных агрегатов. В условиях Республики Беларусь роль безотвальной обработки в формировании показателей, характеризующих почвенное плодородие, изучена недостаточно.

К агрофизическим показателям плодородия почвы относятся: структура почвы; строение пахотного слоя; мощность пахотного слоя; гранулометрический состав.

Формирование структуры почвы является сложным процессом, протекающим под воздействием физических, химических и физико-химических факторов. Одним из наиболее важных свойств является агрономически ценная структура почвы и ее водопрочность, которая в свою очередь зависит от факторов, принимающих участие в образовании почвенной структуры.

Почва может находиться в отдельно частичном или бесструктурном состоянии. Под структурой почвы понимают различные по величине и форме почвенные агрегаты, в которые склеены почвенные частички. Способность почвы распадаться на агрегаты структурностью. С агрономической точки зрения роль структуры в формировании агрофизических свойств почвы зависит от размера, формы, прочности и особенностей сложения структурных отдельных частей. При этом почва считается хорошо оструктуренной, если содержание в ней мезоагрегатов превышает 55 %, а сами мезоагрегаты являются устойчивыми к механическому разрушению. От последнего во многом зависит способность почвы сохранять агрофизические свойства в благоприятном для растений состоянии при ее увлажнении и многократных обработках.

Агрономическое значение структуры заключается в следующем: улучшается водный режим и водно-физические свойства почвы; снижается водоиспаряющая способность, улучшается воздушный режим, повышается микробиологическая активность почвы, а следовательно, улучшается пищевой режим; структурные почвы в меньшей степени подвергаются эрозии, уменьшается связность почв, а следовательно, уменьшается и тяговое сопротивление при обработке – тем самым улучшается качество обработки. Структура должна быть пористой и водопроходной.

Одним из приемов создания водопроходной структуры является внесение органических удобрений. Под строением пахотного слоя почвы понимают соотношение объемов занимаемых твердой фазой почвы и различного вида пор. Строение пахотного слоя зависит от гранулометрического состава, структуры почвы, сложения почвы (взаимного расположения почвенных частиц).

Сложение почвы характеризуется объемной массой. Объемная масса – это масса 1 см^3 абсолютно сухой почвы в ее естественном сложении. Различают: рыхлое сложение – если объемная масса составляет $< 1,15 \text{ г/см}^3$; плотное сложение – $1,15–1,35 \text{ г/см}^3$, очень плотное сложение – $> 1,35 \text{ г/см}^3$. Чем выше плотность, тем хуже строение почвы и ее пористость. Оптимальная плотность дерново-подзолистых суглинистых почв для возделывания зерновых культур находится в следующих пределах: в слое 0–6 см – $1,05–1,15 \text{ г/см}^3$, 6–12 см – $1,1–1,25$, 12–18 см – $1,15–1,3$, в слое 18–24 см – $1,2–1,3 \text{ г/см}^3$.

Традиционная система земледелия с использованием плуга, который полностью переворачивает почву и сильно её рыхлит, вызывает разрушение структуры почвы. Научные исследования и практический опыт привели взамен отвальных обработок почвы к разработке и внедрению различных ресурсосберегающих технологий и созданию системы сберегающего земледелия [7]. В современной отечественной и мировой практике к наиболее перспективным экономичным энергосберегающим и одновременно почвозащитным приемам относятся минимальная и нулевая обработки почвы, существенно сокращающие агротехнические операции.

Как показали исследования многих научных учреждений стран СНГ и дальнего зарубежья, в севообороте отвальную вспашку с успехом можно заменить безотвальной обработкой почвы [1–8]. Значительный эффект экономии энергоресурсов в земледелии дает переход на нетрадиционные системы обработки почв: бесплужные почвозащитные, консервирующие, минимальные, нулевые [4]. Минимальная обработка почвы включает одну или ряд мелких обрабо-

ток почвы культиваторами и/или боронами, при этом солома и стерня находятся в виде мульчи в верхнем слое почвы (мульчирующий слой). По мелкообработанной почве в мульчирующий слой осуществляется посев полевых культур. Мульчирующий слой уменьшает испарение влаги, устраняет опасность водной и ветровой эрозии. Расход топлива сокращается более чем на 60 %. Плодородие почвы повышается, структура улучшается, создаются благоприятные условия для развития почвенной фауны [2].

Нулевая обработка почвы предусматривает прямой посев, который производится по необработанному полю с отказом от всех видов механической обработки почвы. Растительные остатки (стерня и измельченная солома), которые сохраняются на поверхности поля, способствуют задержанию снега, сокращению эрозионных процессов, улучшению структуры почвы, защите озимых культур от низких температур, накоплению питательных веществ. Значительно увеличивается популяция дождевых червей и почвенных микроорганизмов. Существенно снижаются производственные затраты, в том числе на топливо. Сохраняется окружающая среда [5]. При применении прямого посева почва обеспечивает накопление большего объема влаги, что при ее дефиците способствует увеличению урожайности за счет потребления питательных веществ, находящегося глубоко в почве.

Минимизация обработки почвы на современном этапе обеспечивает экономию времени, накопление и сохранение влаги, повышение производительности труда и сокращение сроков выполнения полевых работ при высоком их качестве как одного из факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Исследования проводились в длительном полевом стационарном опыте УНЦ «Опытные поля БГСХА», который был заложен в 1997 г. с целью изучения влияния различных систем удобрений в сочетании со способами обработки на структурное состояние дерново-палево-подзолистой обычной легкосуглинистой, развивающейся на лессовидном суглинке, подстилаемом мореной с глубины около 1 м почвы на двух полях в звене пятипольного зернопропашного севооборота. Часть площади опытного участка для способов обработки почвы – 2400 м², для удобрений – 600 м², расположение расщеплённых делянок 4-кратное рендомизированное.

В опыте изучалось влияние традиционной отвальной и мелкой безотвальной обработок почвы (минимальная, нулевая), применяемых на фоне минеральной, органоминеральных с внесением навоза и соломы систем удобрения, на эффективность возделывания ячменя, кукурузы, яровой пшеницы. Дозы удобрений были расчи-

таны на получение 5,0 т зерновых единиц с 1 га. При этом органические удобрения (60 т/га) и солома (6 т/га) были внесены под кукурузу. Из минеральных удобрений в основную заправку (перед предпосевной обработкой) вносились сульфат аммония, суперфосфат, хлористый калий, при подкормке использовалась аммиачная селитра. Контролем служил вариант без применения удобрений (табл. 1).

Таблица 1 – Чередование культур и системы удобрения в звене севооборота

Культуры	Система удобрения			
	контроль	НPK	НPK + навоз	НPK + солома
Ячмень	б/у	N ₇₀₊₃₅ P ₇₀ K ₁₂₀	N ₇₀₊₃₅ P ₇₀ K ₁₂₀	N ₇₀₊₃₅ P ₇₀ K ₁₂₀
Кукуруза	б/у	N ₉₀₊₃₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₅₀	Навоз 60 т + N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	Солома 6 т + N ₁₇₀ P ₆₀ K ₁₅₀
Яровая пшеница	б/у	N ₇₀₊₃₀ P ₈₀ K ₁₂₀	N ₇₀ P ₇₀ K ₁₀₀	N ₇₀₊₃₀ P ₈₀ K ₁₂₀

Отвальная обработка осуществлялась путем лущения стерни (КЧ-5,1), проведением зяблевой вспашки (ПКГ-5-40-В), закрытием влаги весной (КЧ-5,1) и предпосевной культивацией с боронованием (АКШ-7,2).

Безотвальная минимальная обработка состояла из мелкой безотвальной обработки (АКП-4,0), закрытия влаги (КЧ-5,1) и предпосевной обработки почвы (АКП-4,0).

При нулевой обработке прямой посев осуществлялся сеялкой “Mega Seed”6002-К-2 по оставленной с осени стерне озимой пшеницы.

В статье приведены 3-летние данные за звено зернопропашного севооборота: ячмень–кукуруза–яровая пшеница. В 2008 г. на поле 1 и в 2009 г. на поле 2 – в опыте возделывали ячмень сорта Гонар, в 2009 г. на поле 1 и в 2010 г. на поле 2 – кукурузу сорта Бемо 180, в 2010 г. – на поле 1 – яровую пшеницу сорта Банти.

Образцы почвы отбирались с глубины 0–10 см и 10–20 см после уборки урожая для определения агрофизических свойств.

Все полевые работы по обработке почвы, посеву и уходу за растениями выполнялись в оптимальные сроки и в соответствии с агротехническими требованиями для условий Могилевской области. Учёты, наблюдения и анализы в опытах проводились по общепринятым методикам в полевых и лабораторных условиях. Учёт урожайности осуществлялся сплошным обмолотом каждой учётной делянки. Урожай зерна пересчитан на стандартную влажность (14 %) и на 100 % чистоту.

Для изучения влияния способов основной обработки почвы на фоне минеральной, органоминеральных с внесением навоза и соломы систем удобрения на структурное состояние почвы нами были

проанализированы следующие показатели: содержание мезоагрегатов в почве, коэффициент структурности, критерий водопрочности.

В результате исследований установлено структурное состояние пахотного слоя (0–20 см) почвы, содержание в ней мезоагрегатов при различных способах обработки в сочетании с минеральной, органо-минеральными системами удобрения с внесением навоза и соломы (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние способов обработки почвы, систем удобрения на структурно-агрегатный состав почвы

Обра- ботка почвы	Система удобрения	Содержания в почве мезоагрегатов, %						в сред- нем	±, % к кон- тролю
		поле № 1			поле № 2				
		2008	2009	2010	2009	2010			
Отваль- ная	Без удобрения	70	66	63	60	58	63	-	
	НПК	68	71	66	72	61	67	6	
	Навоз + НПК	75	77	74	75	64	73	16	
	Солома + НПК	70	71	65	68	60	67	6	
Безот- вальная	Без удобрения	71	67	61	67	63	66	-	
	НПК	76	69	66	68	68	69	5	
	Навоз + НПК	78	77	71	73	67	73	11	
	Солома + НПК	76	74	71	72	65	71	8	

Содержание в почве мезоагрегатов, то есть агрегатов размером от 0,25 до 10 мм в среднем за период исследований колебалось от 63 % на фоне отвальной вспашки и 66,0 на фоне безотвальной обработки почвы на контрольных делянках до 73 % на делянках с органоминеральной системой удобрения с внесением навоза соответственно на двух фонах обработки почвы.

Из данных, приведенных в таблице 2, следует, что применение минеральной системы удобрения увеличило содержание мезоагрегатов на 5, 6 %, органоминеральных систем с внесением навоза – на 16, 11 %, с внесением соломы – на 6, 8 % по сравнению с контрольными вариантами соответственно на фоне отвальной и безотвальной обработок почвы. Следует отметить, что существенного влияния способов обработки почвы на данный показатель не выявлено.

Важной характеристикой структурного состояния почвы является коэффициент структурности (К) – это отношение содержания в почве мезоагрегатов, то есть агрегатов размером от 0,25 до 10 мм (А) к суммарному содержанию структурных отдельностей менее 0,25 мм и более 10 мм (Б): $K = A/B$. Чем больше коэффициент структурности, тем лучше структура почвы.

Коэффициент структурности зависел в первую очередь от содержания мезоагрегатов в почве и колебался в среднем от 1,8 до 2,8 (табл. 3). Наименьшая масса растительных остатков

пшеницы – 5,88 т/га, ячменя – 4,12 и клевера – 8,90 т/га была получена на делянках контрольного варианта на фоне отвальной обработки почвы (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние систем удобрения и способов обработки на коэффициент структурности

Обра- ботка почвы	Система удобрения	Коэффициент структурности						±, % к кон- тролю
		поле № 1			поле № 2		в сред- нем	
		2008	2009	2010	2009	2010		
Отваль- ная	Без удобрения	2,4	2	1,7	1,5	1,4	1,8	-
	НПК	2,1	2,5	1,9	2,6	1,5	2,1	17
	Навоз + НПК	3,0	3,3	2,9	3,1	1,8	2,8	56
	Солома + НПК	2,3	2,4	1,9	2,1	1,5	2,0	11
Безот- вальная	Без удобрения	2,5	2	1,5	2,1	1,7	2,0	-
	НПК	3,2	2,2	1,9	2,1	2,1	2,3	15
	Навоз + НПК	3,5	3,4	2,5	2,7	2,1	2,8	40
	Солома + НПК	3,2	2,8	2,4	2,5	1,8	2,5	25

Применение минеральной системы удобрения на фоне отвальной обработки увеличило коэффициент структурности на 17, органоминеральных систем удобрения с внесением навоза – на 56, с внесением соломы – на 11 %, на фоне безотвальной соответственно на 15, 40, 25 %.

Агрономически ценной является только водопрочная структура. Почвенные агрегаты обладают истинной водопрочностью, если они в воздушно-сухом состоянии при быстром погружении в воду не теряют форму и не разрушаются до размеров меньше 0,25 мм. Агрегаты, не обладающие истинной водопрочностью, могут обладать условной, если они не разрушаются. В силу этого представленные результаты мокрого просеивания почвы отражают истинную водопрочность.

Для оценки водопрочной структуры, определенной с помощью прибора Бакшеева, использовался критерий водопрочности К1, который находится делением водопрочной части структуры (более 0,25 мм) на распыленную часть почвы (менее 0,25 мм) (табл. 4). Применение минеральной системы удобрения на фоне отвальной обработки увеличило критерий водопрочности на 11, органоминеральных систем удобрения с внесением навоза – на 33, с внесением соломы – на 11 %, на фоне безотвальной соответственно на 25, 63, 38 %. Можно отметить, что критерий водопрочности в вариантах при применении органоминеральных систем удобрения с внесением навоза и соломы на фоне безотвальной обработки почвы был выше в среднем на 9 % по сравнению с отвальной вспашкой.

Чем больше коэффициент структурности почвы, тем лучше водопрочность почвенных агрегатов. Для подтверждения и выяв-

ления влияния коэффициента структурности (K) на критерий водопрочности (K_1) за годы исследований был проведен корреляционно-регрессивный анализ данных по Б. А. Доспехову (табл. 5). На основании анализа полученных результатов корреляционно-регрессивного анализа установлена прямая линейная функциональная корреляционная связь (так как во всех случаях $r > 0$), которая возрастает от средней до сильной.

Также установлена линейная сильная корреляционная зависимость между структурным состоянием пахотного слоя почвы и водопрочностью его агрегатов. Причем это корреляционная зависимость является не только сильной ($r = 0,87$), но и существенной, так как $t = 8,10 > t_{0,05}$.

Таблица 4 – Влияние систем удобрения и способов обработки на критерий водопрочности

Обработка почвы	Система удобрения	Критерий водопрочности						±, % к контролю
		поле № 1			поле № 2		в среднем	
		2008	2009	2010	2009	2010		
Отвальная	Без удобрения	0,7	0,8	1,2	0,8	0,9	0,9	-
	NPK	1,1	1,1	1,1	1,1	0,8	1,0	11
	Навоз + NPK	1,4	1,1	1,1	1,1	1,0	1,2	33
	Солома + NPK	1,3	1,1	0,9	1,1	0,9	1,0	11
Безотвальная	Без удобрения	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	0,8	-
	NPK	1,1	0,9	0,9	1,1	1,1	1,0	25
	Навоз + NPK	1,5	1,1	1,4	1,2	1,3	1,3	63
	Солома + NPK	1,2	0,9	1,4	0,9	1,1	1,1	38

Таблица 5 – Взаимосвязь между коэффициентом структурности и коэффициентом водопрочности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы

Год	Возделываемая культура	Коэффициент корреляции, r	Коэффициент детерминации, d , %	Уравнение регрессии, $Y = a + b_{xy} X$	Критерий существенности, t
2008	Ячмень	$0,48 \pm 0,39$	23	$0,29 + 0,29X$	2,58
2009	Ячмень	$0,63 \pm 0,34$	40	$0,62 + 0,18X$	3,85
2009	Кукуруза	$0,77 \pm 0,28$	59	$0,47 + 0,19X$	5,67
2010	Кукуруза	$0,87 \pm 0,22$	75	$0,18 + 0,47X$	8,10
2010	Яровая пшеница	$0,74 \pm 0,30$	54	$0,48 + 0,31X$	5,11
					При $t_{0,05} = 2,07$

В среднем на 59–75 % водопрочное состояние почвенной структуры пахотного слоя почвы обусловлено ее агрегатным составом.

Таким образом, данные корреляционно-регрессивного анализа свидетельствуют о том, что структурное состояние почвы непосредственно влияет на количество водопрочных агрегатов в почве.

Изменение плотности сложения хорошо согласуется с изменением структурно-агрегатного состояния почвы: чем выше коэффициент структурности и водопрочности, тем меньше плотность. Чем выше плотность, начиная с оптимальной для данной почвы, тем хуже условия для роста и развития растений.

Таблица 6 – Влияние систем удобрения и способов обработки на плотность сложения дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы

Обработка почвы	Система удобрения	Плотность сложения г/см ³						
		поле № 1			поле № 2		в среднем	±, % к контролю
		2008	2009	2010	2009	2010		
Отвальная	Без удобрения	1,44	1,29	1,40	1,24	1,38	1,35	-
	NPK	1,42	1,33	1,38	1,41	1,39	1,39	3
	Навоз + NPK	1,38	1,29	1,31	1,38	1,38	1,35	0
	Солома + NPK	1,38	1,28	1,32	1,38	1,38	1,35	0
Безотвальная	Без удобрения	1,39	1,24	1,41	1,42	1,40	1,37	-
	NPK	1,39	1,22	1,39	1,42	1,39	1,36	-1
	Навоз + NPK	1,34	1,21	1,31	1,40	1,40	1,33	-3
	Солома + NPK	1,34	1,19	1,31	1,40	1,39	1,33	-3

Из данных, приведенных в таблице 6, следует, что на фоне отвальной обработки почвы плотность сложения на контрольных делянках и в вариантах с применением органо-минеральных систем удобрения в среднем составила 1,35 г/см³. Максимальная плотность сложения отмечена при применении минеральной системы удобрения 1,39 г/см³.

На фоне безотвальной обработки почвы плотность сложения в среднем колебалась от 1,33 г/см³ в вариантах с применением органо-минеральных систем удобрения до 1,37 г/см³ на контрольных делянках. Наиболее близкие показатели к оптимальной плотности дерново-подзолистых суглинистых почв для возделывания зерновых культур отмечены в вариантах с применением органо-минеральных систем удобрения, применяемых на фоне безотвальной обработки. Плотность сложения в вариантах при применении систем удобрений на 1 % ниже, чем на фоне отвальной вспашки.

В длительном стационарном опыте установлено, что безотвальная обработка почвы способствует улучшению показателей агрофизических свойств почвы.

На фоне безотвальной обработки почвы продуктивность звена севооборота в вариантах опыта была на 16 % больше, чем на фоне отвальной вспашки.

Для улучшения структурного состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в зернопропашном севообороте

рекомендуется применять безотвальную обработку почвы (мелкую безотвальную и нулевую).

Список литературы

1. Гвоздов, А. П. Элементы энергосберегающей основной и предпосевной обработки почвы под яровые культуры / А. П. Гвоздов, Н. Е. Мурашко, Д. Г. Симченков // Земляробства і ахова раслін. – 2006. – № 2. – С. 11–12.
2. Двуреченский, В. И. Нулевые технологии: повышение эффективности производства зерна и почвенного плодородия / В. И. Двуреченский // АгроXXI. – 2007. – № 1-3. – С. 19–22.
3. Зеленский, Н. А. выращивание озимой пшеницы по технологии прямого посева в условиях Ростовской области / Н. А. Зеленский, Г. М. Зеленская, Г. В. Мокриков, Ю. В. Река // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.
4. Зеленский, В. А. Обработка почвы и плодородие / В. А. Зеленский, Я. У. Яроцкий. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Беларусь, 2004. – 542 с.
5. Разумовский, А. Нулевая технология – шанс, который нужно использовать / А. Разумовский // Главный агроном. – 2010. – С. 5–7.
6. Ресурсосберегающие системы обработки почвы / Под ред. акад. ВАСХНИЛ И. П. Макарова. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 242 с.
7. Трофимова, Т. А. Обработка почвы в биологизированных севооборотах / Т. А. Трофимова, С. И. Коржов // Агро XXI. – Агрорус. – 2013. – № 7–9. – С. 24–26.
8. Яковчик, Н. С. Энергосбережение в сельском хозяйстве / Н. С. Яковчик, А. М. Лапотко. – Барановичи: Укруп. тип., 1999. – 380 с.

УДК 631.445.24

А. В. Дмитриев

Удмуртский ГАУ

E-mail: agro@izhgsha.ru

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ТРАНЗИТНЫХ И АККУМУЛЯТИВНЫХ ЧАСТЕЙ КАТЕНА

Показано влияние процессов почвообразования зарастающих агродерново-подзолистых реградированных почв в таёжно-лесной зоне на дифференциацию в профиле физико-химических показателей в зависимости от периода зарастания. Определены отличия изменения показателей кислотности, суммы обменных катионов оснований почв ключевых площадок транзитных и аккумулятивных частей катены. Выделены этапы изменения данных показателей.

Актуальность. Для решения вопроса эффективного использования земельных ресурсов, в частности, возврата залежных земель и эффективной реализации технологии ввода, в соответствии со стратегией научно-технологического развития Российской Федерации необходимо провести мониторинг агроэкологических показателей и оценить их плодородия [1, 5]. Именно агрохимическая оценка должна быть одной из основ решения вовлечения залежей в оборот. При этом на начальных этапах следует вовлекать земли, не требующие больших затрат на проведение работ, связанных с освоением. Конечно, изменение комплекса свойств наиболее распространенных почв Удмуртской Республики, подверженных зарастанию, в настоящее время изучены и описаны довольно подробно. Однако не дана комплексная оценка показателей, в рамках которых возможно с минимальными затратами возвращать данные земли в активное сельскохозяйственное пользование, ввиду течения разнонаправленных изменений показателей в процессе зарастания. Нами была проведена оценка изменения физико-химических свойств при зарастании.

Материал и методы. Исследования проведены методом почвенно-экологического обследования территории районов Удмуртской Республики с заложением ключевых площадок на дерново-подзолистых почвах (*Albic Glossic Retisols (Cutanic, Ochric)*) [3]. Для выявления стадийности процесса зарастания пашни ключевые площадки располагались на разновозрастных залежах.

На каждой ключевой площадке было заложено по 3 почвенных полуразреза на глубину 100 см (на пашне, залежи и в лесу) с подробным описанием их морфологических признаков. Из генетических горизонтов были отобраны почвенные образцы. Почвенные образцы проанализированы в биохимических лабораториях Удмуртского НИИСХ и Удмуртского ГАУ по стандартным методикам.

Почвы ключевых площадок значительно отличались между собой уровнем плодородия, поэтому для выявления закономерностей влияния процесса зарастания на отдельные показатели физико-химических свойств, все они сравнивались с аналогичными показателями почв пашни, которые принимали за контроль и оценивались по отклонению.

Результаты исследований. Установлено, что в процессе зарастания постепенное смещение кислотно-щелочного баланса в кислую сторону происходило на транзитных частях катены (ТР). Это связано с неблагоприятными условиями разложения органического вещества опада в поверхностном слое почвы (в связи с его регулярным пересыханием), которое способствовало накоплению в нем кислых промежуточных продуктов разложения, таких, как низкомо-

лекулярные органические кислоты. При этом в составе гумуса начинают преобладать фульвокислоты, с более выраженным кислотным характером [2]. Повышение почвенной кислотности в процессе зарастания в таежно-лесной зоне в отличие от степных отмечено ранее [4, 6].

Пятилетнее зарастание привело к дифференциации однородного пахотного слоя на два подслоя. В нижней части бывшего пахотного слоя (слой 10–20 см) подкисление протекало интенсивнее, что связано с более активным кислотным гидролизом из-за лучших условий увлажнения. Начиная с 30-летнего периода зарастания, почвенная кислотность бывшего пахотного слоя по своим параметрам приблизилась к целинной лесной почве. Уравнение тренда выявило среднюю отрицательную корреляционную связь между величиной pH_{KCl} и периодом зарастания в слое почвы 0–10 см (коэффициент корреляции -0,60) и тесную корреляционную связь в слое 10–20 см (коэффициент корреляции -0,87, при P_{95}).

В почвах аккумулятивных частей катены смещение кислотно-щелочного баланса в кислую сторону в пахотном слое в процессе зарастания протекало менее интенсивно, особенно в слое 10–20 см. Это связано в первую очередь с более благоприятными по увлажнению условиями развития травянистой растительности, что способствовало лучшему развитию в бывшем пахотном слое процесса гумусообразования. Кроме того, на эти части катены с поверхностными и внутрипочвенными водами поступали катионы оснований с транзитных элементов рельефа. Дифференциация пахотного слоя по величине pH_{KCl} проявлялась в аккумулятивных частях катены не так четко или вообще отсутствовала.

Влияние периода зарастания и ландшафтных условий на показатель суммы обменных оснований показано на рисунке 1.

Именно этот показатель определяет в почвах буферные свойства, параметры поглощения различных элементов, в том числе и элементов минерального питания (K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и др.). Представленные данные свидетельствуют, что процесс зарастания оказал наибольшее влияние на изменение суммы обменных оснований в верхнем (0–10 см) подслое бывшего пахотного горизонта. В почвах транзитных частей катены установлено наличие определенной стадийности в изменении этого показателя, повторяющей изменение продуктивности в результате смены видового состава растений. Выделяются 4 основных периода: продолжительность первого периода – первые 5 лет зарастания. Сумма обменных оснований в слое 0–10 см практически не отличается от такового показателя пахотной почвы. Продолжительность второго периода – от 5 до 20 лет за-

растания. В этот период сумма обменных оснований в слое 0–10 см постепенно увеличивается по сравнению с аналогичным слоем контрольной пахотной почвы, что подтверждается накоплением гумуса под действием хорошо развитой травяной растительности, которая достигает максимума своей биологической продуктивности, и достигает максимума на 18-й год (превышение с контрольной почвой – 3,8 смоль (экв)/кг или 35 %).

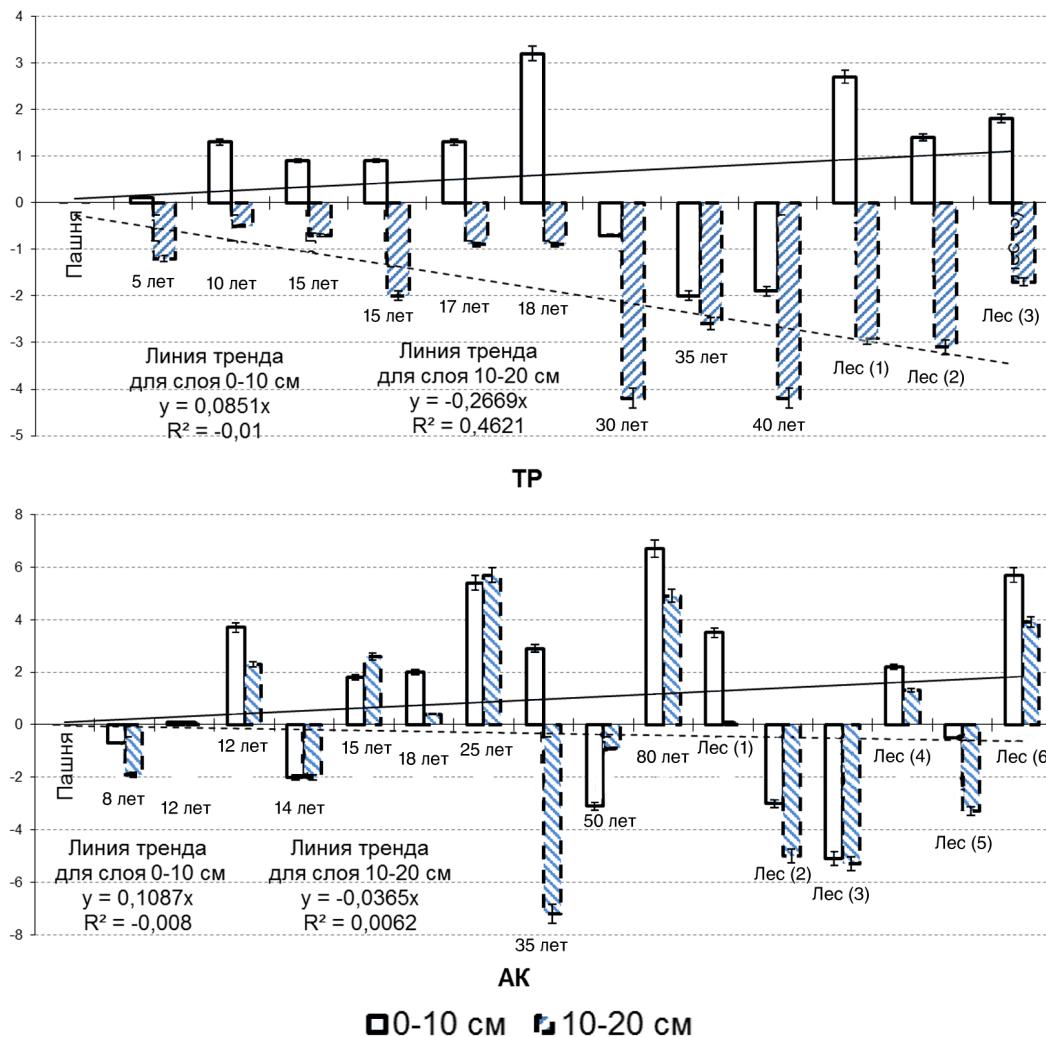


Рисунок 1 – Отклонения от контроля (пахни) показателя суммы обменных оснований дерново-подзолистых суглинистых почв в транзитных (ТР) и аккумулятивных (АК) звеньях catena в зависимости от периода зарастания, смоль/кг почвы

Продолжительность третьего периода – от 20 до 40 лет. Наблюдается уменьшение суммы обменных оснований в слое 0–10 см; ее величина постепенно становится меньше, чем в пахотных аналогах. Это явление объясняется тем, что происходит интенсивное зарастание залежи лесной растительностью и постепенно формируются типичные лесные биоценозы). В четвертый период наблюдается на залежных участках с периодом зарастания более 40 лет и на целинных лесных

участках (на ненарушенных агрогенным воздействием почвах). Сумма обменных оснований в слое 0–10 см почв на 1,5–2,5 смоль (экв)/кг (или на 14–26 %) больше, чем в таком же слое их пахотных аналогов. Это объясняется тем, что на таких участках расположены давно сформировавшиеся лесные биоценозы, у которых ежегодный приход элементов (в том числе и катионов оснований) с опадом не уступает их выносу из почвы в процессе минерализации.

В слое 10–20 см залежных почв хорошо просматривается другая закономерность – в процессе зарастания происходит постепенное уменьшение суммы обменных оснований по сравнению с таким же слоем пахотных аналогов. Постепенно увеличивается дифференциация по этому показателю бывшего пахотного слоя на два подслоя: 0–10 см и 10–20 см. Эта закономерность объясняется двумя причинами: во-первых, активизацией в слое 10–20 см залежных почв процессов кислотного гидролиза; во-вторых, относительным обеднением основаниями за счет биогенного накопления их в слое 0–10 см. Коэффициент корреляции, равный 0,68, подтвердил тесную корреляционную связь между показателем суммы обменных оснований и периодом зарастания для слоя почвы 10–20 см. Максимальная дифференциация по этому показателю наблюдается в целинных почвах и связана с наличием в них горизонтов АУ и ЕL.

В почвах аккумулятивных (АК) частей катены стадийность в изменении суммы обменных оснований в процессе зарастания отсутствовала. Линия тренда свидетельствовала о небольшом постепенном увеличении этого показателя в слое 0–10 см залежных почв и сохранении его на уровне действующей пашни в слое 10–20 см. Дифференциация по этому показателю бывшего пахотного слоя на два подслоя в большинстве случаев не выражена. Все это подтверждает более интенсивное гумусонакопление в почвах АК звеньев катены по сравнению с ТР.

Таким образом, интенсивность и направленность протекания современных процессов почвообразования определяется не только периодом зарастания, но и расположением залежи на звеньях почвенной катены. На постагрогенных дерново-подзолистых почвах в АК частях катены дифференциация бывшего пахотного слоя на подслои выражена значительно слабее, в результате достоверных изменений физико-химических свойств не наблюдается. В почвах ТР частей катены в нижней части пахотного слоя почвы (10–20 см) повышается кислотность и снижается показатель суммы обменных оснований. Изменения физико-химических свойств почв коррелировало с изменением видового состава и продуктивностью, но с запаздыванием на 8–10 лет.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 01.12.2016 N 642 (ред. от 15.03.2021) "О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации".
2. Дмитриев, А. В. Оценка гумусового состояния агродерново-подзолистых суглинистых почв, исключенных из активного сельскохозяйственного использования / А. В. Дмитриев, Д. С. Кустиков // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения, 2016. – С. 7–10.
3. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 341 с.
4. Леднев, А. В. Изменение агрохимических показателей залежных дерново-подзолистых почв при их освоении в пашню / А. В. Леднев, А. В. Дмитриев, Д. А. Попов // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 5. – С. 42–45.
5. Передовые практики введения залежных земель в оборот: аналит. обзор / И. Г. Голубев, Н. П. Мишуриной, А. С. Васильев [и др.]. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех». – 80 с.
6. Lednev, A. V. Recent soil-forming processes in postagrogenic soddy-podzolic soils of the Udmurt Republic / A. V. Lednev, A. V. Dmitriev // Eurasian Soil Science. – 2021. – Т. 54. – № 7. – С. 1119–1129.

УДК 631.445.24:631.412

В. Г. Колесникова

Удмуртский ГАУ

E-mail: kvg789@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Представлено влияние предшественника на плотность и влажность пахотного слоя дерново-подзолистой почвы. Выявлено, что после гороха посевной почва имеет оптимальные агрофизические показатели.

Актуальность. Овес – культура разностороннего использования (кормовое, продовольственное, техническое, лекарственное). В большинстве хозяйств Удмуртской Республики овес в севообороте является замыкающей культурой, что не всегда дает получать высокие урожаи. Современная тенденция развития земледелия такова, что увеличение производства зерна определяется не расширением посевных площадей, а ростом урожайности [5–7]. Для жизнедеятельности всех выращиваемых сельскохозяйственных расте-

ний весьма значимыми являются агрофизические свойства почвы. Научно обоснованный подбор предшественников необходим для улучшения плодородия почвы, увеличения урожайности, повышения качества зерна овса. Агрофизические свойства почвы оказывают влияние на водный, воздушный режимы, также воздействуют на обменные процессы, которые, в свою очередь, характеризуют биологическую активность почвы, её агрохимические свойства и состояние гумусное. Проблему оптимизации агрофизических свойств почвы можно решить при создании для растений благоприятного структурного состава и плотности почвы [1, 2, 4].

Выявление оптимальных предшественников для возделывания определенных сортов ярового овса в конкретных условиях природно-климатических зон являются актуальными при производстве сельскохозяйственных культур. В связи с этим перед нами была поставлена **цель исследований** – выявить лучших предшественников, обеспечивающих оптимальные агрофизические показатели дерново-подзолистой почвы для возделывания овса.

Материал и методы. Объект исследования – дерново-среднеподзолистая слабосмытая среднесуглинистая почва после различных сельскохозяйственных культур. Схема опыта включала 5 культур, выращиваемых в качестве предшественника овса: яровая пшеница, озимая тритикале, горох посевной, рапс яровой, картофель. Образцы почв отбирали с горизонтов 0–30 см. Плотность почвы определяли методом режущего кольца, ГОСТ 1515069. Влажность почвы определяли перед посевом овса, образцы отбирали специальным буром, взвешивали на электронных весах, затем крышки с бюксов снимали и ставили в сушильный шкаф, высушивали до постоянной массы при температуре 105 °С. После того, как высушилась почва в бюксах, их взвешивали и с помощью математических расчетов вычисляли влажность почвы [3].

Результаты исследований. Вода в почве является основным фактором почвообразования и важнейшим условием плодородия почвы. Для формирования урожайности сельскохозяйственных растений учеными доказано, что определяющее значение имеет влага в почве, её накопление и распределение по фазам вегетации. Различия содержания влаги в почве в период вегетации обусловлены различиями, связанными с агротехническими приёмами [3, 4].

Культура-предшественник оказывает значительное влияние на общее содержание влаги в почве следующей весной. Сохранение влаги зависит от количества и глубины, на которой влага использовалась культурой-предшественником, а также от накопления влаги в период до следующей весны.

Исследования влажности почвы перед посевом овса показало, что независимо от предшественника больше всего влаги было в слое 10–20 см. В слое почвы 0–10 см выше всего влаги 12,8 % содержится после гороха, а наименьшее количество влаги 10,6 % было после озимого тритикале (табл. 1).

Таблица 1 – Влажность почвы в день посева овса в зависимости от предшественника, % (2021 г.)

Предшественник	Слой почвы		
	0–10 см	10–20 см	20–30 см
Озимое тритикале	10,6	14,6	13,3
Яровая пшеница	11,4	12,8	10,5
Горох посевной	12,8	16,6	13,1
Рапс яровой	11,3	11,0	11,3
Картофель	11,5	13,4	13,0

Относительно увлажненным оказался слой почвы 10–20 см после предшественника горох, влаги накопилось 16,6 %, что больше, чем после озимой тритикале, яровой пшеницы, рапса ярового и картофеля. Содержание влаги в слое почвы 20–30 см было наибольшим после озимого тритикале, гороха посевного и картофеля (13,3–13,0 %), а после рапса ярового и яровой пшеницы было наименьшим (11,3 и 10,5 % соответственно).

Плотность почвы – это один из основных агрофизических показателей почвы. Он показывает соотношение между разными фазами – твёрдой, жидкой и газообразной. От плотности почвы в значительной степени зависит водный, тепловой, воздушный режим почвы. Данный показатель может повлиять на мобилизацию питательных веществ, что, в свою очередь, будет способствовать формированию более мощной корневой системы [8].

Понятие плотности почвы по Г. И. Баздыреву и др. (2008): «Плотность почвы, при которой складываются благоприятные условия для роста и развития растений и деятельности почвенных микроорганизмов, называют оптимальной».

Анализируя полученные данные, можно отметить, что в фазе всходов плотность почвы была наименьшая и колебалась по вариантам опыта от 1,04 до 1,09 г/см³. Это может быть связано с предпосевной обработкой почвы (разрыхлило почву). В последующие фазы развития почва незначительно уплотнялась, но не была выше оптимальных значений для дерново-подзолистых почв среднесуглинистых (1,00–1,3 г/см³). В конце вегетации овса Яков почва имела объемную массу наибольшую 1,30 г/см³ после предшественника –

рапс, это, скорее, связано с тем, что корневая система данной культуры плохо развивается и тем самым не разрыхляет почву (табл. 2).

Таблица 2 – Плотность почвы в посевах овса в зависимости от предшественника, г/см³ (2021 г.)

Предшественник	Фаза всходов	Фаза кущения	Фаза вымётывания	Фаза полной спелости
Озимое тритикале	1,04	1,10	1,19	1,23
Яровая пшеница	1,05	1,12	1,20	1,25
Горох посевной	1,04	1,18	1,20	1,26
Рапс яровой	1,09	1,22	1,24	1,30
Картофель	1,04	1,12	1,16	1,20

Наименьшая плотность почвы во все фазы развития была отмечена после предшественника – картофель, данный показатель варьировал от 1,04 г/см³ до 1,20 г/см³. Почва за весь период роста овса находилась в рыхлом состоянии из-за того, что в технологии выращивания картофеля проводились междурядные обработки.

Выводы. Таким образом, по результатам исследований, овес лучше выращивать после гороха посевного, так как данный предшественник оставляет после себя почву рыхлой и позволяет накапливать влаги не только для своего роста, но также и для последующей культуры.

Список литературы

1. Бортник, Т. Ю. Изменение показателей плодородия дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в результате длительного применения удобрений / Т. Ю. Бортник, А. Ю. Карпова, К. С. Клековкин / Эволюция и деградация почвенного покрова: материалы VI Междунар. научной конф. – Ставрополь, 2022. – С. 74–77.
2. Земледелие: учебное пособие / Сост. О. В. Эсенкулова, Л. А. Ленточкина, В. М. Холзаков. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. – 139 с.
3. Земледелие / Г. И. Баздырев, А. В. Захаренко, В. Г. Лошаков [и др.]; под ред. Г. И. Баздырева. – Москва: КолосС, 2008. – 607 с.
4. Козлова, Л. М. Совершенствование севооборотов для сохранения плодородия почвы и увеличения их продуктивности в условиях биологической интенсификации / Л. М. Козлова, Е. Н. Носкова, Ф. А. Попов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – Т. 20. – № 5, – С. 467–477.
5. Колесникова, В. Г. Оценка селекционных линий овса посевного / В. Г. Колесникова // Вавиловские чтения-2021: сборник статей Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 134-летию со дня рождения академика Н. И. Вавилова. – Саратов, 2021. – С. 107–110.
6. Колесникова, В. Г. Сравнительная оценка сортов ярового овса в условиях Удмуртской Республики / В. Г. Колесникова // Научные разработки и инновации в ре-

шении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2022. – С. 63–67.

7. Попов, Ф. А. Совершенствование технологий возделывания овса в условиях Кировской области / Ф. А. Попов, Л. М. Козлова, Е. Н. Носкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 2 (63). – С. 64–68.

8. Хасанова, Ф. М. Влияние севооборотных культур на объемную массу почвы / Ф. М. Хасанова, Д. Р. Мавлянов // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы Междунар. научн. практ. конф, посв. 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», 2016. – С. 1627–1630.

УДК 631.445.24:631.434

В. Г. Колесникова¹, О. В. Эсенкулова²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: kvg789@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ СТРУКТУРЫ ДЕРНОВО-СРЕДНЕПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Представлено влияние предшественника на структурное состояние пахотного слоя дерново-подзолистой почвы. Отмечено, что горох посевной обеспечивал отличное структурное состояние пахотного слоя, содержание агрономически ценных частиц составило 96,3 % при коэффициенте структурности 5,17.

Актуальность. В системе мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, большое значение имеет предшественник, правильный выбор которого служит фундаментом, позволяющим более эффективно применять другие технологические приёмы и реализовать потенциал продуктивности культуры [7].

В числе агрофизических свойств почв структура почвы занимает одно из лидирующих мест. С ней связаны все режимы почвы: и водный, и солевой, и воздушный и тепловой. И, безусловно, это один из важнейших факторов, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур [2].

Овес относится к традиционной культуре в российском земледелии и является ценнейшей зернофуражной культурой, а также отличным предшественником и фитосанитаром почв в севообороте. В большинстве хозяйств Удмуртской Республики овес в севообороте является замыкающей культурой, что не всегда дает получать вы-

сокие урожаи. Современная тенденция развития земледелия такова, что увеличение производства зерна определяется не расширением посевных площадей, а ростом урожайности [4, 5]. Некоторые авторы отмечают, что повышение урожайности в значительной степени определяется показателями плодородия почв [1, 6].

В связи с этим **цель наших исследований** – выявить лучших предшественников, обеспечивающих отличное структурное состояние пахотного слоя дерново-подзолистых почв.

Материалы методы. Объект исследования – дерново-среднеподзолистая слабосмытая среднесуглинистая почва после различных сельскохозяйственных культур. Схема опыта включала 5 культур, выращиваемых в качестве предшественника овса: яровая пшеница, озимая тритикале, горох посевной, рапс яровой, картофель. Структурный состав почвы определяли путем отбора образцов по слоям 0–20 см с последующим просеиванием через набор сит по методу Н. И. Савинова. Содержание каждой фракции рассчитали, как отношение этой фракции к массе навески. Для качественной оценки структуры был использован коэффициент структурности (К) или показатель структурообразования (ПС), который основан на отношении агрономически ценных агрегатов ко всем остальным. Диапазоны оценки: более 1,5 – отличное агрегатное состояние, 1,5–0,67 – хорошее, менее 0,67 – неудовлетворительное.

Результаты исследований. Изучение структуры почвы проводили после различных предшественников, выращенных в УНПК-Агротехнопарк ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА на типичной для Удмуртской Республики дерново-среднеподзолистой слабосмытой среднесуглинистой почве.

В опытах наблюдается позитивное действие гороха на структурное состояние почвы. Согласно оценочной шкале С. И. Долгова, по сумме фракций 0,25–10 мм, превышающей 60 % от массы почвы, характеризуется хорошим структурным состоянием, а более 80 % даже отличным [3]. Исследуемые образцы почвы после всех изучаемых культур были в хорошем структурном состоянии (63,1–79,8 %), а после гороха – в отличном (96,3 %), соответственно и коэффициент структурности составил 5,17 (табл. 1).

На изменение коэффициента структурности почвы в сторону снижения, особенно после картофеля, повлияло разрушение почвенных агрегатов в результате механического воздействия на неё почвообрабатывающих орудий и факторов внешней среды. Тем не менее, несмотря на снижение коэффициента структурности, этот показатель остается в диапазоне выше 1,5, то есть отличное агрегатное состояние почвы.

Таблица 1 – Содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности после уборки культур, 2022 г.

Предшественник	Содержание фракции, % (размер агрегатов, мм)			Коэффициент структурности
	> 10	10–0,25	< 0,25	
Яровая пшеница	12,6	79,8	7,6	3,95
Озимая тритикале	12,7	79,0	8,3	3,77
Горох посевной	15,0	96,3	3,7	5,17
Рапс яровой	11,5	78,7	9,8	3,70
Картофель	24,7	63,1	12,2	1,71

Агрегаты почвы менее 1 мм считаются фракцией эрозионно опасного размера. Для полного предотвращения выдувания поверхностного слоя их должно быть не более 26 % [3]. В исследуемых образцах почвы содержание агрегатов почвы менее 1 мм составило 15,1 % после картофеля, 15,9 % после яровой пшеницы, 16,0 % после озимой тритикале, 24,6 % после гороха и 24,9 % после рапса ярового, что свидетельствует об их устойчивости к ветровой эрозии.

Вывод. Каждая сельскохозяйственная культура оказывает различное влияние на структуру почвы. В результате этого создаются различные условия для возделывания последующей культуры. Более оптимальные условия были сформированы после гороха посевного.

Список литературы

1. Бортник, Т. Ю. Изменение показателей плодородия дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в результате длительного применения удобрений / Т. Ю. Бортник, А. Ю. Карпова, К. С. Клековкин / Эволюция и деградация почвенного покрова: материалы VI Междунар. научной конф. – Ставрополь, 2022. – С. 74–77.
2. Герасименко, В. Н. Изменение структуры чернозема выщелоченного в низинно-западинном агроландшафте в зависимости от технологии возделывания полевых культур / В. Н. Герасименко, В. Н. Гладков, А. А. Анищенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. – 2018. – № 139. – С. 38–47.
3. Земледелие: учебное пособие / Сост. О. В. Эсенкулова, Л. А. Ленточкина, В. М. Холзаков. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. – 139 с.
4. Колесникова, В. Г. Сравнительная оценка сортов ярового овса в условиях Удмуртской Республики / В. Г. Колесникова // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2022. – С. 63–67.
5. Колесникова, В. Г. Оценка селекционных линий овса посевного / В. Г. Колесникова // Вавиловские чтения-2021: сборник статей Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 134-летию со дня рождения академика Н. И. Вавилова. – Саратов, 2021. – С. 107–110.

6. Попов, Ф. А. Совершенствование технологий возделывания овса в условиях Кировской области / Ф. А. Попов, Л. М. Козлова, Е. Н. Носкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 2 (63). – С. 64–68.

7. Эсенкулова, О. В. Реакция яровой пшеницы на предшественники, приёмы предпосевной и послепосевной обработки почвы в Среднем Предуралье: спец. 06.01.09 – Растениеводство: дис. ... на соискание ученой степени канд. с.-х. наук / О. В. Эсенкулова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2009. – 278 с.

УДК 631.471

И. М. Кудрявцев

УдмФИЦ УрО РАН

E-mail: Kudrim@udman.ru

ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ ЧЕРЕСПОЛОСНОГО УЧАСТКА УДМФИЦ УРО РАН В ОКРЕСТНОСТЯХ Д. ДУБРОВО

Различные типы почвы сильно отличаются друг от друга множеством факторов, главный из которых – плодородие. На основании проведенного почвенного обследования земельного участка УдмФИЦ УрО РАН установлено, что на рассматриваемом земельном участке самыми плодородными почвами являются серые лесные. За ними менее плодородные дерново-карбонатные почвы. На третьем месте находятся дерново-подзолистые почвы, наиболее распространенные на рассматриваемом земельном участке.

Плодородие – особое специфическое свойство почвы, являющееся главным отличительным признаком ее качества от горной породы. Плодородие является результатом почвообразования, а при использовании в сельском хозяйстве – результатом окультуривания [6]. Именно плодородием определяется значение почвы как основного средства сельскохозяйственного производства. При этом антропогенная деятельность выступает как активный разрушитель почвенного покрова: по официальной статистике, Россия ежегодно теряет до 2 млн га почвы из-за различных видов деградации. Наибольший вред оказывает водная и ветровая эрозия – 56 % и 28 %, 12 % химическая деградация и наименьший – физическая – 4 % [2]. В связи с этим одним из факторов, необходимых для восстановления и поддержания плодородия почв, подверженных постоянному риску в результате сельскохозяйственной деятельности человека, является проведение мониторинга почв по основным агрохимическим показателям [1, 7].

Цель работы: провести оценку плодородия основных типов почв чересполосного участка УдмФИЦ УрО РАН в окрестностях д. Дуброво.

Объект исследования. Объектом исследований являлся земельный участок УдмФИЦ УрО РАН, расположенный в Завьяловском районе Удмуртской Республики. Площадь земельного участка составляет 1973 га, последний тур почвенного обследования данного участка был проведен в 1992 г. Обследование почв земельного участка проводилось по авторской методике с использованием топографической основы, составленной при помощи цифрового ПО MapInfo и координатно привязанной сетки с размером индивидуальной ячейки 1 га. Топографическая основа земельного участка представлена на рисунке 1.

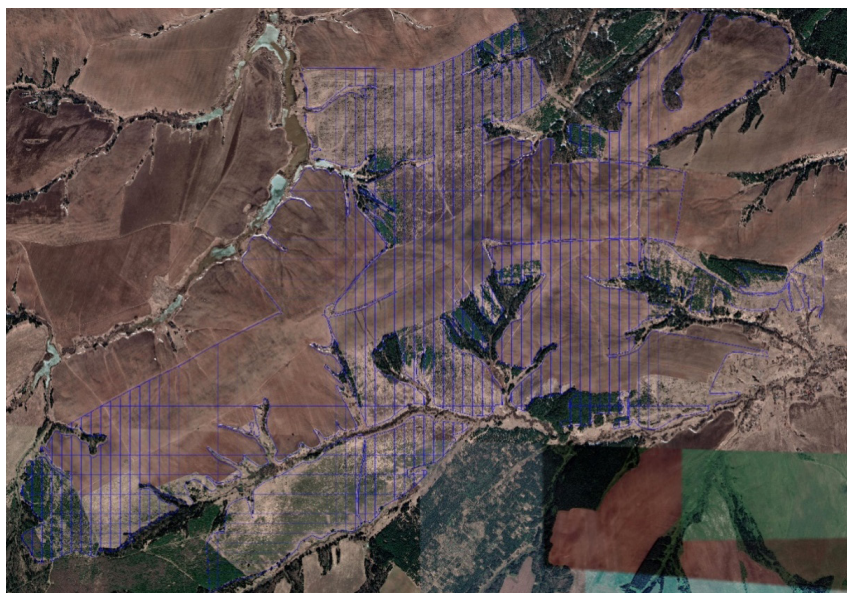


Рисунок 1 – Топографическая основа земельного участка с координатно привязанной сеткой

Почвенно-агрохимическое обследование земельного участка проведено в августе 2021 г., на основании которого была составлена почвенная карта (рис. 2). Обследование показало, что основным типом почв на земельном участке являются дерново-подзолистые, они занимают 1216,6 га или 63 %, на втором месте – серые лесные, на них приходится 487,4 га или 25,2 %, на третьем месте – дерново-карбонатные, занимают 226,7 га или 11,7 % [4]. Характеристика этих типов почв приведена на основе описания типичных разрезов.

Для описания свойств дерново-подзолистых почв приведены два разреза, расположенные на одном элементе агроландшафта на расстоянии 316 м друг от друга, один заложен на пашне, второй – в смешанном лесу (бывшей пашне).

$pA_{\text{пах}}$ 2–24 см – постагrogenный слой; белесо-светло-серый; пылевато-комковатый; присутствуют многочисленные корни; среднесуглинистый; свежий; уплотненный; переход в нижележащий горизонт – резкий. Наметилась его дифференциация на два подслоя: верхняя часть (2–10 см) более темноокрашенная и оструктуренная и нижняя часть (10–24 см) с более интенсивным белёсым оттенком.

B_1 24–48 см – иллювиальный; белесовато-буровато-желтовато-коричневый; присутствует интенсивная белесая присыпка; мелко-ореховатый; тяжелосуглинистый; свежий; более уплотнённый; переход в нижележащий горизонт – постепенный.

B_2 48–75 см – иллювиальный; желто-коричневый; присутствуют корневины и обильные пятна оксидов железа (Fe_2O_3); ореховатый; тяжелосуглинистый; свежий; среднеуплотнённый.

Разрез 1. Заложен на пашне. Координаты: N56°46'39,88" E53°38'08,88" Культура яровой рапс. Засорённость средняя сурепкой, зверобоем, вьюнком полевым. Почва – серая лесная сильно оподзоленная слабосмытая среднесуглинистая на покровных глинах и тяжёлых суглинках.

$A_{\text{пах}}$ 0–22 см – пахотный слой; серый; пылевато-комковатый; присутствуют многочисленные корни; среднесуглинистый; свежий; уплотненный; переход в нижележащий горизонт – резкий.

A_1A_2 22–30 см – гумусово-оподзоленный; белесовато-буровато-светло-серый; присутствует интенсивная белесая присыпка; мелко-комковато-ореховатый; среднесуглинистый; свежий; среднеуплотненный; переход в нижележащий горизонт – постепенный.

B_1 30–56 см – иллювиальный; белесовато-буровато-коричневый; присутствует интенсивная белесая присыпка, пятна оксидов железа (Fe_2O_3); мелко-ореховатый; тяжелосуглинистый; свежий; более уплотненный; переход в нижележащий горизонт – постепенный.

B_2 56–135 см – иллювиальный; буровато-коричневый; присутствуют пятна оксидов железа (Fe_2O_3); ореховатый; тяжелосуглинистый; свежий; более уплотнённый; переход в нижележащий горизонт – постепенный.

C 135–150 см – почвообразующая порода; буровато-коричневая; бесструктурная; тяжелосуглинистая; более уплотнённая.

Разрез 8. Заложен на пашне. Координаты: N56°45'18,93" E53°34'47,48" Культура – озимая пшеница. В настоящее время он убран, а участок продискован. Засорённость средняя, вьюнком полевым (*Convolvulus arvensis*), молочаем. Почва – дерново-карбонатная выщелоченная слабосмытая тяжелосуглинистая на пермских карбонатных глинах.

$A_{\text{пах}}$ 0–22 см – пахотный; коричневато-светло-серый; комковатый; присутствуют многочисленные корни, гумусовый горизонт; тяжелосуглинистый; влажный; уплотненный; переход в нижележащий горизонт – резкий.

B_1 22–90 см – переходный; красно-коричневый; комковатый; глинистый; влажный; среднеуплотненный; переход в нижележащий горизонт – постепенный.

C 90–110 см – почвообразующая порода; беловато-красно-коричневая; присутствует крупка карбонатов; комковатая; глинистая; среднеуплотнённая.

Из приведённого описания разрезов видно, что каждый тип почв характеризуется своими морфологическими признаками. Дерново-подзолистые почвы имеют наиболее светлую окраску пахотного слоя – белесовато-светло-серую. Наличие белёсой присыпки обусловлено припашкой к пахотному слою элювиального горизонта (A_2), который имел белесую окраску, обусловленную наличием в нём повышенного количества кремнезёма. В настоящее время этот горизонт в большинстве случаев отсутствует, так как он полностью припахан вследствие развития водной эрозии. Вторым отличием этих почв от других является более интенсивная присыпка кремнезёма в верхней части иллювиального горизонта, что является следствием активного протекания в этих почвах подзолистого процесса.

Постагрогенные разновидности этих почв характеризуются дифференциацией первоначально однородного пахотного слоя на два подгоризонта, что связано с наложением на них современных процессов почвообразования [3, 5].

Сырые лесные почвы отличаются от других типов почв наличием наиболее тёмноокрашенного и оструктуренного пахотного слоя. Это обусловлено повышенным содержанием в них гумуса (более 4,5 %). В верхней части иллювиального горизонта (B_1) белёсая присыпка кремнезёма значительно слабее, так как процесс подзолообразования на серых лесных почвах протекает не так интенсивно, как у дерново-подзолистых почв.

Дерново-карбонатные почвы характеризуются наличием в пахотном слое специфической коричневатой окраски, напоминающей шоколад, и самого тяжёлого гранулометрического состава (тяжелосуглинистого или глинистого). В подпахотном слое белёсая кремнезёмистая присыпка еле заметна. Все эти отмеченные особенности обусловлены их формированием на специфических почвообразующих породах – пермских карбонатных глинах.

Агрохимические показатели рассматриваемых почв приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почв земельного участка УдмФИЦ УрО РАН в окрестностях д. Дуброво

Гори- зонт	Глубина взятия, см	Гумус %	рН _{КСИ}	Нг	S	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
				ммоль/100 г			мг/кг	
Пз ^д ↓СП (разрез 6)								
A _{пах}	0–10	2,41	5,20	2,41	21,00	89,71	32,0	68,0
A _{пах}	10–12	2,23	5,35	1,74	19,40	91,77	24,0	93,0
B ₁	22–32	0,74	5,00	1,63	24,10	93,66	43,0	72,0
рПз ^д ↓СП (разрез 4)								
A _{пах}	2–12	2,73	4,51	3,48	16,20	82,32	27,0	52,0
A _{пах}	12–24	2,15	4,55	3,19	16,00	83,38	23,5	83,0
B ₁	24–34	0,96	4,09	3,63	24,60	87,14	54,0	83,0
Л ₂ ^{он} ↓СП (разрез 1)								
A _{пах}	0–22	5,11	5,31	3,19	26,80	89,36	159,0	83,0
A ₁ A ₂	22–30	3,17	5,25	2,62	25,00	90,51	174,0	53,0
B ₁	40–50	1,28	4,80	2,35	17,20	87,98	185,0	71,0
B ₂	90–100	0,43	4,32	2,41	27,90	92,05	275,0	83,0
C	150–160	0,11	4,53	2,57	29,20	91,91	266,0	90,0
Дк ^в ↓ТМГ (разрез 8)								
A _{пах}	0–22	4,86	5,70	3,05	24,40	88,89	57,0	87,0
B	22–32	2,18	5,59	2,35	31,00	92,95	30,0	72,0
B	50–60	0,63	5,54	2,25	32,60	93,54	89,0	75,0
C	90–100	0,33	6,65	2,02	35,00	94,54	300,0	65,0

Данные, приведённые в таблице 1, свидетельствуют, что каждый тип почв имеет свои специфические признаки. Пахотные разновидности дерново-подзолистых почв характеризуются низким содержанием гумуса и элементов минерального питания, слабокислой реакцией, средней суммой обменных оснований. В процессе их зарастания наблюдалась четко выраженная дифференциация пахотного слоя по содержанию гумуса – в верхнем слое его количество возросло, а в нижнем слое – уменьшилось. Почвенная кислотность увеличилась и перешла в градацию «среднекислые», а содержание элементов питания уменьшилось. В целом плодородие дерново-подзолистых почв на обследованном земельном участке – низкое, и для его повышения требуется целый комплекс агрохимических мероприятий.

Серые лесные почвы характеризуются высоким содержанием гумуса, причем четко видно, что гумусовый слой состоит из двух гумусовых горизонтов: A₁ (современный Апах) и A₁A₂. Вниз по профилю содержание гумуса уменьшается не так резко, как у дерново-подзолистых почв. Пахотный слой имеет слабую степень обменной кислотности, переходящую в среднюю в иллювиальном горизонте. Содержание элементов питания в гор. Апах более высокое, чем у дерново-подзолистых почв: подвижного фосфора высокое, обмен-

ного калия среднее. Вниз по профилю отмечается резкое увеличение содержания подвижного фосфора, что объясняется особенностями почвообразующей породы. Дерново-карбонатные почвы характеризуются средним содержанием гумуса и элементов минерального питания в пахотном слое. Отличаются от остальных почв самой низкой кислотностью и самой большой суммой обменных оснований, особенно в нижних горизонтах, что объясняется их формированием на пермских карбонатных глинах.

Заключение. На основании проведенного почвенного обследования земельного участка УдмФИЦ УрО РАН установлено, что самыми плодородными почвами на данном земельном участке являются серые лесные, характеризующиеся высоким содержанием гумуса, высоким и средним содержанием элементов минерального питания. На втором месте по плодородию располагаются дерново-карбонатные почвы. Наиболее низкое плодородие имеют самые распространённые на данном земельном участке дерново-подзолистые почвы. Они характеризуются низким содержанием гумуса и элементов минерального питания, слабокислой реакцией солевой вытяжки. Для повышения их плодородия требуется целый комплекс агрохимических мероприятий.

Список литературы

1. Ахмедьянова, Л. И. агрохимические показатели сельскохозяйственных почв Дуванского района Республики Башкортостан: выпускная квалификационная работа по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование». Направленность программы бакалавриата «Природопользование» / Л. И. Ахмедьянова. – Челябинск, 2019. – 72 с.
2. Дашковский, И. Без почвы под ногами / И. Дашковский // Агротехника и технологии. – 2018. – № 3.
3. Влияние степени исходного окультуривания на агрохимические показатели залежных дерново-подзолистых почв / А. В. Леднев, А. В. Дмитриев, Н. А. Пегова, Д. А. Попов // Российская сельскохозяйственная наука. – 2018. – № 6. – С. 36–38.
4. Изменение почвенного покрова за период между обследованиями (1992–2021 гг.) на примере земельного участка Удмуртского НИИСХ / А. В. Леднев, И. М. Кудрявцев // Агрофизика. – 2022. – № 2. – С. 7–12.
5. Леднев, А. В. Современные почвообразовательные процессы в постагрогенных дерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / А. В. Леднев, А. В. Дмитриев // Почвоведение. – 2021. – № 7. – С. 884–896.
6. Марчик, Т. П. Почвоведение с основами растениеводства : учеб. пособ. / Т. П. Марчик, А. Л. Ефремов. – Гродно: ГрГУ, 2006.
7. Состояние эрозии почв в России. электронный доступ: <https://revolution.allbest.ru/geology/00246462.html>.

В. И. Макаров¹, Т. Ю. Бортник², А. В. Дмитриев³

^{1,2,3}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: makaroffVI@yandex.ru

АКТУАЛЬНАЯ АГРОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЕЛЬ УНПК «АГРОТЕХНОПАРК»

По сравнению с климатической нормой за период «май – август» в 2001–2020 гг. среднесуточная температура воздуха повысилась на 0,4 °С, количество атмосферных осадков возросло на 33,8 мм. Усредненный гидротермический коэффициент в критические периоды развития зерновых культур (июнь – июль) составляет 1,29 ед. Почвенный покров УНПК «Агротехнопарк» преимущественно представлен агродерново-подзолистой среднесуглинистой слабосмытой почвой, сформированной на многочленной материнской породе водно-ледникового происхождения. Пахотный слой почвы соответствует очень низкой степени окультуренности (0,35 ед. по Кулаковской): сильнокислый, с низким содержанием гумуса, средним – подвижного фосфора, повышенным – калия.

Введение. Полевой опыт является наиболее важным этапом научно-исследовательских работ перед внедрением агротехнологий в производство. Данные опыты позволяют на небольших площадях моделировать и сравнивать множество ключевых элементов технологий выращивания и уборки сельскохозяйственных культур. Концентрация на небольшой площади множества делянок позволяет существенно снизить затраты и сократить время на проведение полевых работ, выполнения необходимых наблюдений и учетов, проводить отбор проб.

В свою очередь, предъявляются особые требования к выбору земельных угодий, на которых будут располагаться полевые опыты. Во-первых, агроэкологические условия земель опытных полей по почвенным, ландшафтно-экологическим условиям должны быть идентичными для региона. Это позволит с большей эффективностью внедрять разработанные агротехнологии на значительных площадях сельскохозяйственных угодий. Во-вторых, почвенный покров опытных полей должен быть однородным. Так, в системе государственного сортоиспытания рекомендовано [1]: «... Почвы госсортоучастка должны быть представлены одной-двумя почвенными разностями, наиболее распространенными в обслуживаемых ими районах, однородными по механическому составу, одинаковыми по агрофизическим и агрохимическим показателям ...». В-третьих, на продуктивность сельскохозяйственных культур в агроценозах формируется при взаимодействии огромного множества биотических и абиотиче-

ских факторов. Для составления достоверных выводов и заключения следует учитывать как можно большее количество показателей, которые прямо или косвенно влияют на питание растений, урожайность сельскохозяйственных культур, качество полученной продукции.

При составлении планов проведения исследований в полевых опытах обязательно учитывается агроклиматическая характеристика опытного поля, агрохимическая и агрофизическая характеристика почвенного покрова земельного угодья. Для этого следует использовать только актуальные данные агроэкологических исследований. В научных публикациях приводятся сведения о существенном изменении в последние десятилетия температуры воздуха, выпадении атмосферных осадков, в том числе в Удмуртии [2, 3]. Изменившиеся гидротермические условия могут существенно повлиять на биологические свойства почв, мобилизационные процессы, выщелачивание, подкисление и др. [2, 5, 9, 10].

Опытное поле ФГБОУ ВО Удмуртский государственный аграрный университет – УНПК «АГРОТЕХНОПАРК» – является основной площадкой для проведения полевых исследований для студентов, аспирантов, сотрудников УдГАУ. Актуальная агроэкологическая оценка земель опытного поля является важной для повышения достоверности полученных исследователями экспериментальных данных.

Материал, методы и объекты исследований. Опытное поле УдГАУ расположено в селе Июльское Воткинского района Удмуртской Республики. При оценке климатических условий земель были использованы данные, приведенные в открытой печати [4]. При расчете гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) учитывали сумму активных температур более 10 °С. Закладка разреза, отбор почвенных проб, агрохимические и агрофизические анализы выполнены по рекомендованным для Таежно-лесной зоны методикам [5].

Наиболее значимыми метеорологическими показателями климата, учитываемыми при агроэкологической оценке земель, является температура воздуха и количество атмосферных осадков. Исследования, проведенные в длительном опыте, свидетельствуют о значительной вариации эффективности применения удобрений от гидротермических условий [7, 8].

Нами выявлены значительные изменения характеристик этих показателей в последние десятилетия по сравнению с данными, приведенными в справочной литературе [6] (табл. 1).

Усредненная температура воздуха за период «май-август» за последние 20 лет (2001–2020 гг.) повысилась на 0,4 °С по сравнению с климатической нормой. При этом в мае среднесуточная тем-

пература возросла на 1,4 °С, что теоретически благоприятно отразится на сроках проведения полевых работ, появлению всходов яровых зерновых культур, возобновлению роста озимых и многолетних растений. В то же время, в июне снизилась среднесуточная температура на 0,5 °С по сравнению с климатической нормой. Известно, что яровые зерновые культуры негативно отзываются на высокие температуры в этот период. В июле-августе, в период созревания и уборки зерновых культур, температура атмосферного воздуха повысилась в среднем на 0,3–0,4 °С. При этом создаются более благоприятные условия для формирования высокобелкового зерна.

Таблица 1 – Температура и атмосферные осадки за период «май-август» в 2001–2020 гг. (по данным ГМС «Ижевская»)

Месяц	Декада	Температура, °С			Осадки, мм		
		климатическая норма	среднее 2001–2020 гг.	отклонение от нормы	климатическая норма (к)	среднее 2001–2020 гг.	отклонение от нормы
Май	1	8,6	10,8	2,2	13	9,6	-3,4
	2	11,1	12,9	1,8	14	15,5	1,5
	3	13,5	13,8	0,3	15	20,4	5,4
	1–3	11,1	12,5	1,4	42	45,5	3,5
Июнь	1	15,6	14,5	-1,1	17	19,1	2,1
	2	17,0	16,2	-0,8	18	25,4	7,4
	3	17,9	18,2	0,3	19	18,5	-0,5
	1–3	16,8	16,3	-0,5	54	63,0	9,0
Июль	1	18,6	18,4	-0,2	19	26,6	7,6
	2	18,8	19,7	0,9	20	20,2	0,2
	3	18,7	19,1	0,4	19	25,5	6,5
	1–3	18,7	19,1	0,4	58	72,3	14,3
Август	1	17,9	18,2	0,3	18	17,2	-0,8
	2	16,7	17,4	0,7	17	18,9	1,9
	3	15,0	15,0	0,0	17	22,9	5,9
	1–3	16,5	16,9	0,3	52	59,0	7,0
Среднее		15,8	16,2	0,4	×	×	×
Сумма		×	×	×	206,0	239,8	33,8

По сравнению с климатической нормой атмосферных осадков с мая по август в 2001–2020 гг. стало больше на 33,8 мм (16,4 %). Следует отметить увеличение количества осадков в наиболее важные для формирования урожая периоды развития зерновых культур: в июне на 9,0 мм, июле – 14,3 мм.

Теплообеспеченность земель Опытного поля достаточна для формирования урожая зональных сельскохозяйственных культур. Так, при оптимальных сроках посева зерно ячменя должно быть готово к уборке в первой декаде августа (табл. 2).

Таблица 2 – Агроклиматические характеристики за период «май-август» в 2001–2020 гг. (по данным ГМС «Ижевская»)

Месяц	Сумма активных температур (>10 °С) по декадам, °С				ГТК
	1	2	3	1–3	
Май	76	109	135	320	1,42
Июнь	130	159	181	470	1,34
Июль	182	197	209	588	1,23
Август	179	170	155	505	1,17
Май – август				1883	1,27
Июнь – июль				1058	1,29
2-я декада мая – 1-я декада августа				1481	1,27

Усредненные гидротермические условия за период «май-август» являются оптимальными для развития сельскохозяйственных культур.

Экспериментальные земельные участки Опытного поля расположены на средней части слабопокатого (уклон 1–2°) северо-восточного склона увала. Почвенный покров преимущественно представлен агродерново-подзолистыми среднесуглинистыми слабосмытыми почвами на слоистых материнских породах. Разрез был заложен на «защитке» длительного опыта, на котором не проводились специальные агрохимические и мелиоративные мероприятия по воспроизводству плодородия почв. Агрохимические свойства почвы по генетическим горизонтам приведены в таблице 3.

Пахотный слой почвы на исследованном участке сильноокислый, с низким содержанием гумуса, средним – подвижного фосфора, повышенным – калия. Степень окультуренности почв, рассчитанная по четырем основным агрохимическим показателям, соответствует очень низкому уровню (менее 0,40 ед.).

В подпахотном слое (горизонт A_2B) условия для корневого питания растений еще ухудшаются – индекс окультуренности составляет всего 0,16 ед. При этом материнская порода (глубина 150–200 см) содержит значительный запас подвижных форм фосфора и калия, характеризуется высоким содержанием поглощенных оснований.

Расширенное воспроизводство плодородия почв позволяет существенно улучшить агрономические свойства почв. Однако ввиду особенностей фактических почвенно-климатических и ландшафтно-экологических условий используемых систем земледелия, не удастся достигнуть оптимальных агрохимических свойств почв даже при использовании интенсивных систем удобрения. Существенная пестрота плодородия почв проявляется под воздействием эрозионных процессов, интенсивность которых существенна на Опытном поле [9]. Следует отметить дифференциацию обрабатываемого слоя

почв при использовании ресурсосберегающих систем обработки почвы [10]. В данном случае рекомендовано послойное определение агрохимических и агрофизических свойств на глубину ежегодной обработки и периодической, например, 0–10 и 10–20 см.

Таблица 3 – Агрохимические свойства агродерново-подзолистой среднесуглинистой слабосмытой почвы (УНПК «Агротехнопарк», 2022 г.)

Показатель, метод анализа, единица измерения	Генетический горизонт					
	A _{пах}	A _{2B}	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂
Глубина отбора почвенной пробы, см	0–20	25–35	55–65	85–95	145–155	195–205
pH солевой вытяжки (ГОСТ 26483-85), ед.	4,48	3,97	4,01	4,00	4,19	4,37
Гидролитическая кислотность (ГОСТ 26212-91), ммоль/100 г	3,66	3,59	2,89	2,43	2,13	2,04
Сумма поглощенных оснований (ГОСТ 27821-88), ммоль/100 г	14,5	15,2	16,3	15,0	19,0	22,1
Емкость катионного обмена (расчет по S и Нг), ммоль/100 г	18,2	18,8	19,2	17,5	21,2	24,1
Степень насыщенности почв основаниями (расчет по S и ЕКО), %	79,8	80,9	85,0	86,1	89,9	91,5
Органическое вещество (ГОСТ 26213-91), %	1,76	0,37	0,19	0,11	0,11	0,13
Подвижный фосфор (ГОСТ Р 54650-2011), мг/кг	53	77	85	131	136	258
Подвижный калий (ГОСТ Р 54650-2011), мг/кг	139	63	63	380	184	254
Обменный аммоний (ГОСТ 26489-85), мг/кг	21,3	8,4	9,8	6,5	6,1	8,7
Индекс окультуренности (по Т. Н. Кулаковской), ед.	0,35	0,16	–	–	–	–

В таблице 4 приведены сведения об изменении агрохимических свойств почвы длительного полевого опыта кафедры агрохимии, почвоведения и химии с 1979 по 2020 гг.

Максимальное значение pH солевой вытяжки в опыте в 2020 г. (5,96 ед. pH) соответствует рекомендованному значению для полевых севооборотов, что связано с регулярным известкованием почв. Запас фосфатов в почве так же удалось довести до оптимальных значений при использовании высоких доз минеральных удобрений и подстилочного навоза. Однако при этом не удается поднять обеспеченность почв подвижным калием и органическим веществом до рекомендуемых значений. Таким образом, агрохимические характеристики почв отдельных опытных участков в пахотном слое могут существенно отличаться, характеризоваться пространственной пестротой. Поэтому перед закладкой полевых опытов необходимо устанавливать актуальные характеристики плодородия почв, в том числе – по агрохимическим показателям.

В таблице 5 приведены усредненные агрохимические свойства почв Опытного поля по содержанию подвижных форм мезо- и микроэлементов.

Таблица 4 – Изменения агрохимических характеристик почв пахотного слоя длительного полевого опыта кафедры агрохимии, почвоведения и химии

Показатель и единица измерения	Значения показателей		
	перед закладкой опыта в 1979 г.	в 2020 г.	
		мини-мальное	максимальное
рН солевой вытяжки, ед.	5,25	4,52	5,96
Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г	2,75	1,26	3,22
Сумма поглощенных оснований, ммоль/100 г	10,8	10,0	13,5
Степень насыщенности почв основаниями, %	80	82	91
Органическое вещество (гумус), %	2,15	1,48	2,07
Подвижный фосфор, мг/кг	69	63	241
Подвижный калий, мг/кг	91	46	86

Таблица 5 – Содержание подвижных форм мезо- и макроэлементов в пахотном слое почв УНПК «Агротехнопарк»

Показатель, метод анализа, единица измерения	Значение	Уровень обеспеченности
Подвижная сера (ГОСТ 26490-85), мг/кг	7,94 ± 2,32	Средний
Обменный кальций (ГОСТ 26487-85), ммоль/100 г	6,13 ± 0,58	Средний
Обменный магний (ГОСТ 26487-85), ммоль/100 г	1,58 ± 0,08	Средний
Подвижный бор (ГОСТ Р 20688-94), мг/кг	0,47 ± 0,04	Средний
Подвижный марганец (ГОСТ Р 50682-94), мг/кг	48,0 ± 7,0	Средний
Подвижная медь (ГОСТ Р 50684-94), мг/кг	2,85 ± 0,46	Средний
Подвижный молибден (ГОСТ Р 50689-94), мг/кг	0,16 ± 0,02	Средний
Подвижный цинк (ГОСТ Р 50686-94), мг/кг	1,80 ± 0,40	Низкий
Подвижный кобальт (ГОСТ Р 50687-94), мг/кг	0,76 ± 0,11	Низкий

Значения большинства изученных агрохимических свойств почв находятся на среднем уровне обеспеченности для питания растений. Исключением является запас в почвах подвижных форм цинка и кобальта.

Гранулометрический состав почвы по генетическим горизонтам в метровом слое существенно отличался. Содержание физической глины в обрабатываемом слое почвы соответствовал среднесуглинистой разновидности (табл. 6).

Таблица 6 – Агрофизические свойства почв разреза (УНПК «Агротехнопарк», 2022 г.)

Показатель, метод анализа, единица измерения	Генетический горизонт			
	A _{пах}	A ₂ B	B ₁	B ₂
Массовая доля физической глины, %	32,3	44,9	28,0	19,2
Максимальная гигроскопическая влажность (ГОСТ 28268-89), %	4,2	7,9	5,2	4,4

В подпахотном горизонте A₂B массовая доля физической глины повысилась до 45 %, что, вероятно, связано с лессиважем, который сопутствует подзолистому процессу. Однако с глубины 50 см

в гранулометрическом составе почвы увеличивается доля физического песка, что указывает на многочленность материнской породы. Такие почвообразующие породы характерны в регионах последнего материкового оледенения, куда входит и Удмуртия.

Максимальная гигроскопическая влажность почвы является важным агрономическим показателем, используемым при оценке продуктивных запасов влаги. Данный показатель существенно отличается в профиле почвы и имеет прямую связь с гранулометрическим составом.

Заключение. По сравнению с климатической нормой за период «майавгуст» в 2001–2020 гг. среднесуточная температура воздуха повысилась на 0,4 °С, количество атмосферных осадков возросло на 33,8 мм. Усредненный гидротермический коэффициент (по Селянинову) в критические периоды развития зерновых культур (июнь-июль) составляет 1,29 ед. Почвенный покров УНПК «Агротехнопарк» преимущественно представлен агродерново-подзолистыми среднесуглинистыми слабосмытыми почвами, сформированными на многочленной материнской породе водно-ледникового происхождения. Пахотный слой почвы соответствует очень низкой степени окультуренности (0,35 ед., по Кулаковской): сильноокислый, с низким содержанием гумуса, средним – подвижного фосфора, повышенным – калия.

Список литературы

1. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть. – Москва, 2019. – 329 с.
2. Макаров, В. И. Агроклиматические ресурсы Удмуртии и их связь с урожайностью зерновых культур (на примере Ижевской ГМС) / В. И. Макаров // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2016. – Т. 26. – № 3. – С. 112–121.
3. Дмитриев, А. В. Региональные изменения климатических показателей на примере северного агроклиматического района Удмуртской Республики / А. В. Дмитриев, А. В. Леднев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 10–14.
4. Архив погоды в Ижевске. – URL: <https://goo.su/wa6QR> (дата обращения 01.11.2022).
5. Макаров, В. И. Агрохимическое обследование и мониторинг плодородия почв: учебное пособие / В. И. Макаров, А. Н. Исупов. // Электрон. текстовые данные. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020.
6. Агроклиматические ресурсы Удмуртской АССР / Верх.-Волж. упр. гидрометеорол. службы. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. – 115 с.
7. Башков, А. С. Повышение эффективности удобрений на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – 328 с.

8. Бортник, Т. Ю. Продуктивность картофеля при длительном применении систем удобрения в Среднем Предуралье / Т. Ю. Бортник, В. И. Макаров, А. Ю. Карпова, А. С. Башков // Материалы Междунар. научной конф., посвященной 90-летию ФГБНУ ВНИИ агрохимии и 80-летию Географической сети опытов с удобрениями. Под ред. С. И. Шкуркина. – Москва: ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2022. – С. 52–61.

9. Макаров, В. И. Агроэкологическая оценка эродированных дерново-подзолистых почв / В. И. Макаров // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 97–101.

10. Макаров, В. И. Дифференциация обрабатываемого слоя дерново-подзолистых почв / В. И. Макаров, А. И. Венчиков, А. А. Юскин // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 102–108.

УДК 631.468

С. Ю. Маркин

ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

E-mail: mar-s-y.markin@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПЕДОБИОНТОВ ВЫРАБОТАННОГО МЕЛКОКОНТУРНОГО ТОРФЯНИКА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Представлены результаты исследований численности педобионтов почв выработанного и заброшенного мелкоконтурного торфяника. Объектом исследования являлась мезофауна болотно-подзолистой почвы выработанного торфяника Gleyic (Histic) Podzols. Исследования проводили посредством изъятия грунта в районе условных реперных точек на территории карт выработки заброшенного торфяника и последующего количественного учета мезофауны на единицу площади в лабораторных условиях. Выявлен постепенный рост численности педобионтов в зависимости от давности прекращения хозяйственной деятельности на картах выработки и степени осушения почвы.

На территории России площадь выработанных торфяников составляет около 900 тыс. га [1]. Во Владимирской области насчитывается 723 торфяных месторождения, из них 421 – площадью до 10 га [2, 3]. Таким образом, количество мелкоконтурных торфяников составляет более половины от общего количества месторождений. В настоящее время такие месторождения в основном заброшены

и зарастают лесом, хотя возможность создания плодородных почв на месте сработанных торфяников подтверждается результатами многолетних опытов, проводившихся в России, Беларуси, Эстонии, Германии и ряде скандинавских стран [4]. Нередко их отличает выгодное расположение на окраинах полей с минеральными почвами, что облегчает доступ. Смогут ли выработанные торфяники без вмешательства или с минимальным воздействием человека трансформироваться в ближайшей перспективе в территории со значительным и устойчивым естественным плодородием, зависит от набора факторов, воздействующих на конкретный торфяник. В этих процессах, помимо прочего, имеет значение состав и плотность педобионтов, участвующих в первичном разрушении растительных остатков, их утилизации и гумусообразовании, структурировании почвы.

Неоспоримая роль в почвообразовании и повышении плодородия почв принадлежит дождевым червям [5, 13].

Методика и объекты исследований. Исследования проводили на Байгушском торфяном месторождении, расположенном в 1,5 км на северо-восток от д. Байгуши Судогодского района Владимирской области и относящемся к торфо-болотному району Мещерская низменность [6]. Схема расположения торфяных карт и условных реперных точек [8]. В данном исследовании была использована методика количественного учёта почвенной мезофауны, базирующаяся на методах, предлагаемых М. С. Гиляровым [7].

Объект исследования – мезо- и макрофауна (Lumbricida) болотно-подзолистой (дерново-подзолистой грунтово-оглеенной (точки 1–6, 9, 10, 15) и перегнойно-подзолистой грунтово-оглеенной (7, 11, 12, 13, 14) почвы Gleyic (Histic) Podzols выработанного торфяника переходного типа с содержанием органического вещества (по данным агрохимического исследования 2017–2018 гг.) 0–2,0 % на точках 1,2,3; 2,1–4,0 на точке 6; 4,1–6,0 на точке 5; 6,1–8,0 на точке 4; 10,0 и более на точках 7–15.

Материал отбирали с мая по октябрь 2021 г. с помощью забора грунта площадью 0,04 м² на глубину 0,2 м и последующим его лабораторным изучением в течение одних суток. Всего взято 30 проб, по 2 на одну условную реперную точку в разное время.

Цель работы – определить численность и разнообразие почвенной мезо- и макрофауны (Lumbricida) выработанного заброшенного торфяника. Основная цель исследования – количественный учёт педобионтов и определение систематического положения обнаруженных беспозвоночных до отрядов и семейств.

Результаты и обсуждение. В 1998 г. был проведён ретроспективный мониторинг, в ходе которого выбраны реперные точки.

В 2017–2018 гг. проведено экспедиционное геоботаническое обследование торфяного массива, в ходе которого определено 80 видов растений и их обилие по шкале Друде в биогеоценозах 15 условных реперных точек (локаций) на пяти торфяных картах. По результатам геоботанического обследования объекта были установлены преобладающие типы и виды растительности [8]. В 2017–2018 гг. было проведено почвенное агрохимическое исследование образцов грунта, взятого с условных точек с использованием методик [14].

Все карты можно условно разделить на 2 группы по степени выработки торфа: группа А – карты I и II, где слой торфа не достигает 10 см и она выработана равномерно (6–9 см); группа В – карты, где слой торфа составляет от 15 до 61 см.

За сезон 2021 г. было обнаружено 836 экземпляров беспозвоночных, относящихся к следующим систематическим группам [9, 10]. Тип Моллюски – Mollusca (33 экз.); Тип Кольчатые черви – Annelida (Lumbricidae – 193 экз.); Тип Членистоногие – Arthropoda. Класс Паукообразные – Arachnida (Aranei – 68 экз.); Класс Губоногие – Chilopoda (Lithobiomorpha – 39 экз.); Класс Двупарноногие – Diplopoda (Julida – 3 экз.); Класс Насекомые – Insecta (Homopteroidea – 14 экз.; Heteroptera – 7 экз.; Coleoptera: Carabidae – 16 экз., Staphylinidae – 16 экз., Scarabaeidae – 5 экз., Elateridae – 27 экз., Chrysomelidae – 1 экз., Curculionidae – 2 экз., Coleopterasp. – 6 экз.; Lepidoptera – 3 экз.; Hymenoptera: Formicidae – 401 экз.; Diptera – 2 экз.).

Распределение фактического числа обнаруженных за сезон представителей мезофауны по условным точкам отображено на рисунке 1.

Данный торфяник, деятельность на котором прекратилась в середине 90-х гг., обладает мозаичностью микрорельефа и режимов увлажнения. Первыми были оставлены и подверглись процессам вторичной сукцессии карты VI (исследования не проводились) и V, далее, соответственно, IV, III, II и I. Данные по точкам группы А, относящиеся к картам I и II, показывают рост числа представителей мезофауны по картам в прямой зависимости от давности прекращения хозяйственной деятельности. Данные по точкам группы В такой зависимости не показывают, так как на некоторых точках были обнаружены муравьи, иногда в значительных количествах, что искажало реальное усреднённое число педобионтов. Без учета Formicidae график получил следующий вид (рис. 2).

Наибольший интерес среди беспозвоночных, вносящих значительный вклад в почвообразовательные процессы, в данном исследовании представляют дождевые черви и их плотность расселения (рис. 3).

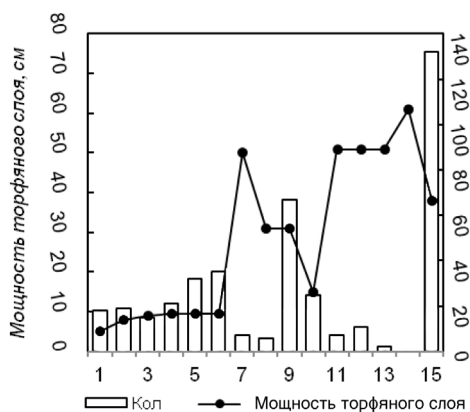


Рисунок 1 – Количество представителей мезофауны, экз

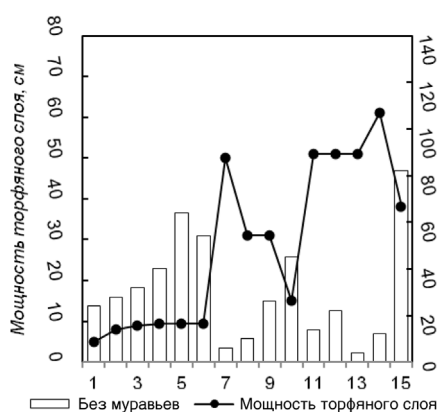


Рисунок 2 – Количество представителей мезофауны без учета Formicidae, экз

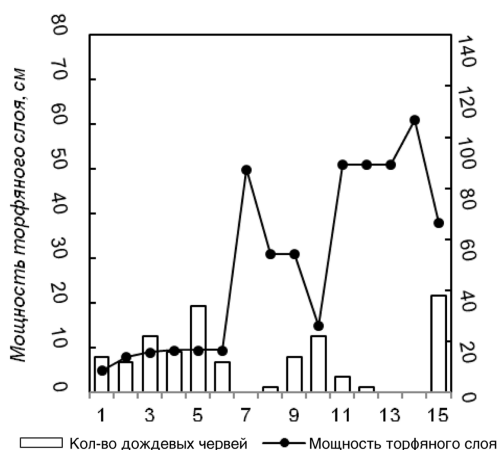


Рисунок 3 – Количество дождевых червей, экз.

В пересчёте на 1 м² самые высокие показатели получили для точки 15 – 475 экз./м². Для данной группы беспозвоночных, учитывая биотоп, это достаточно хорошие показатели. Для сравнения численность дождевых червей в широколиственных лесах и луговых степях составляет 100–500 экз./м² [11], в пахотных почвах 10–1900 экз./м², на зарастающем поле – 85–187 экз./м² [5, 13]. Среди рассмотренных участков целесообразно выделить линию территорий карт торфяника вокруг условных точек 1, 6, 9, 10 и 15. Почвы вокруг перечисленных точек относятся к одному типу и подтипу почв – дерново-подзолистой грунтово-оглеенной, не подвергаются периодическим подтоплениям и находятся на едином векторе относительно времени поэтапного прекращения на них хозяйственной деятельности от точки 15 к точке 1.

Согласно данным на рисунке 2, численность педобионтов растёт со временем как внутри группы А, даже несмотря на незначительное увеличение мощности торфа в точке 6 (относительно точки 1), так и внутри группы В, где мощность торфа увеличивается значительно. Прослеживается тенденция последовательного увеличения численности педобионтов во времени по точкам, как внутри групп А и В, так и в целом по контрольной линии точек 1-6-9-10-15.

По дождевым червям, согласно данным рисунка 3, ситуация схожая – прямая зависимость численности от времени прекращения хозяйственной деятельности, при более значительном влиянии в обратной зависимости мощности остаточного торфа. Так, в группе А незначительное увеличение мощности торфа в точке 6 относительно точки 1 нивелирует незначительную же разницу по времени прекращения хозяйственной деятельности, составляющую 1 год, и снижает численность дождевых червей в точке 6 относительно точки 1. Но заброшенная ранее остальных в контрольной линии точек точка 15 имеет как самые значительные остаточные мощности торфа, так и наивысшую плотность дождевых червей на всех исследованных участках данного торфяника, что позволяет предположить, что за четверть века процессы восстановления на данном участке имеют значительные позитивные показатели.

Заключение. Таким образом, по результатам одного сезона можно сделать предварительные выводы, что на неподтопляемых участках наблюдается значительный рост плотности педобионтов, что благоприятно сказывается на повышении почвенного плодородия. За четверть века, прошедшего после прекращения хозяйственной деятельности, содержание органического вещества в болотно-подзолистых почвах на картах V, IV и III, которые были выработаны первыми, по данным сезона 2017 г., достигло значений более 10,0 %, что оценивается как очень высокое.

Данные территории характеризуются значительным количеством дождевых червей и других беспозвоночных, что свидетельствует об активных процессах разрушения растительных остатков и гумусообразования.

Список литературы

1. Торф, торфяные почвы, удобрения / Н. Г. Ковалёв, А. И. Поздняков, Д. А. Мусекаев, Л. А. Позднякова. – Москва: ВНИИМЗ. – 1998. – 239 с.
2. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2008 года, вып. 96. Торф. – Москва: Российский федеральный геологический фонд, 2008. – 204 с.
3. О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2017 году: ежегодный доклад. Вып. 25 / Администрация Владимирской обл., Департамент природопользования и охраны окружающей среды. – Владимир: Транзит-ИКС, 2018. – 118 с. – URL: www.boltorf.ru (дата обращения 21.06.2013).
4. Стриганова, Б. Р. Питание почвенных сапрофагов. – М.: Наука, 1980. – 243 с.
5. Тюремнов, С. Н. Торфяные месторождения. – Москва: Недра, 1976. – 488 с.
6. Количественные методы в почвенной зоологии / Ю. Б. Бызова, М. С. Гиляров, В. Дунгер [и др.]. – Москва: Наука, 1987.

7. Анисимова, Т. Ю. Оценка состояния и перспективы использования выработанного мелкоконтурного торфяника // Проблемы агрохимии и экологии, 2019. – № 3. – С. 80–83.
8. Каталог беспозвоночных животных (Invertebrata: Protozoa et Animalia) Владимирской области / Г. А. Весёлкин [и др.]. – Владимир: Владимиринформэкоцентр, 2003. – 126 с.
9. Клюге Н. Ю. Современная систематика насекомых. Принципы систематики живых организмов и общая система насекомых с классификацией первичнокрылых и древнекрылых / Н. Ю. Клюге. – СПб.: Лань, 2000. – 336 с.
10. Гиляров, М. С. Почвенные беспозвоночные в составе сообществ умеренного пояса / М. С. Гиляров, Ю. И. Чернов // Ресурсы биосферы; итоги советских исследований по МБП. – Ленинград: Наука, 1975. – С. 218–240.
11. Экскреты дождевых червей – стимулятор минерализации соединений азота в почве / Н. П. Битюцкий, А. Н. Соловьева, Е. И. Лукина [и др.] // Почвоведение. – 2007. – № 4. – С. 468–473.
12. Гераськина, А. П. Население дождевых червей (Lumbricidae) на зарастающих полях / А. П. Гераськина // Зоологический журнал. – 2009. – Т. 88. – № 8. – С. 901–906.
13. Семененко, Н. Н. Агрохимические методы исследования состава соединений азота, фосфора и калия в торфяных почвах / Н. Н. Семененко. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 78 с.

УДК 528.88

В. Х. Махмудова

НИИ Аэрокосмической информатики

Национального аэрокосмического агентства, Азербайджан

E-mail: mammedova.valida@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬНОСТИ ВЛАЖНОЙ ПОЧВЫ В ТЕРМАЛЬНОМ ДИАПАЗОНЕ

Исследуется излучательность почвы в инфракрасном диапазоне в зависимости от содержания влаги в почве. Исследовано явление экстремальной излучательности в зависимости от ее влагосодержания. Причиной уменьшения излучательности при повышении влагосодержания почвы является заполнение микропор почвы влагой. Определено, что существует дополнительная причина, приводящая к экстремуму излучательности в зависимости от влагосодержания. Такой причиной является обратная зависимость между органическим содержанием почвы и ее влагосодержанием. Дано выражение для вычисления величины влагосодержания в почве, при которой излучательность почвы достигает максимума.

Введение. Излучательность почвы может быть исследована методами дистанционного зондирования в термальном диапазоне 7–14 мкм, в котором атмосфера спектрально прозрачна. Влияние влагосодержания почвы (SM) на излучательность почвы было изучено в работах [1–5]. В работе [1] изложены результаты измерения влагосодержания почвы, используя термальный диапазон путем введения специального индекса, зависящего от растительного покрова. В работе [2] была исследована зависимость излучательности пустынных зон от содержания влаги в песчанике. Исследования аналогичной зависимости плодородной почвы были проведены в работах [3, 4]. В работе [5] было показано, что увеличение влагосодержания почвы на 24 % приводит к увеличению излучательности в указанном термальном диапазоне до величины 0,16. В работе [6] было показано, что излучательность сильно зависит от влагосодержания почвы при малых значениях влагосодержания. При больших значениях содержания влаги эта зависимость незначительна. Подробнее остановимся на результатах, полученных в [6]. Согласно [6], высокая степень изменения излучательности почвы в зависимости от влагосодержания наблюдалось на спектральном канале 8,3–9,3 мкм. При этом изменения излучательности были значительными при значениях влаги в почве ниже определенного предела, называемого полевым влагосодержанием (FC). В случаях превышения этого уровня вода удерживалась в микропорах, что приводит к уменьшению спектрального контраста, а следовательно, и излучательности. Однако далее нами будет показано, что это явление не является единственной причиной уменьшения излучательности.

Предлагаемый метод. Известные результаты по параметризации зависимости излучательности от влагосодержания в почве. Согласно работе [5], существует следующая зависимость между объемным содержанием влаги θ (м³/м³) и излучательностью (ε)

$$\varepsilon = a_1 + a_2 \theta + a_3 \theta^2, \quad (1)$$

где a_1, a_2, a_3 – регрессионные коэффициенты.

Вместе с тем, в работе [5] приведено также другое выражение, которое, согласно мнению авторов этой работы, немного точнее, чем

$$\varepsilon = b_1 + b_2 \theta + b_3 \times \ln(\theta). \quad (2)$$

В работе [5] также были проведены исследования влияния на излучательность почвы таких факторов, как влагосодержание

и содержание органических веществ в почве. На рисунке 1 (a,b) приведены графики, отображающие изменение излучательности в зависимости от влагосодержания в спектральных диапазонах (8,0÷13,3 мкм) (a) и (8,3÷9,3 мкм) (b).

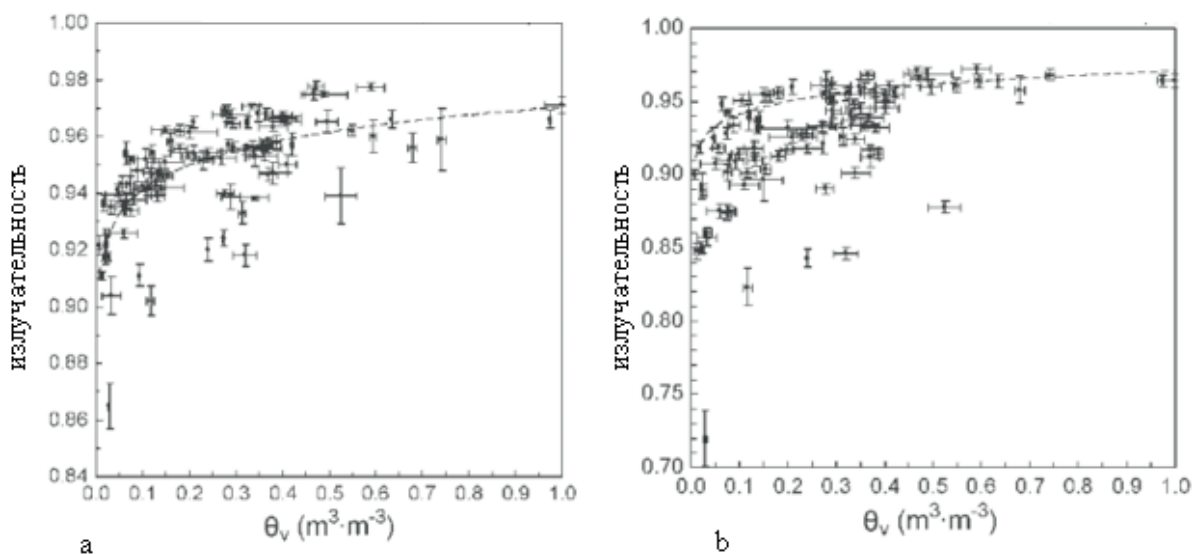


Рисунок 1 – Регрессионные линии зависимости излучательности от влагосодержания почвы, построенные на базе данных каналов (8,0÷13,3 мкм) (a) и (8,3÷9,3 мкм) (b)

В качестве совместно влияющих факторов были рассмотрены такие факторы, как влагосодержание, содержание органических веществ, содержание кварца в почве, а также содержание карбоната. Соответствующее регрессионное уравнение при этом имеет вид:

$$\varepsilon = c_1 + c_2\theta + c_3 \times \ln(\theta) + c_4OM + c_5OM^2 + c_6Q + c_7C, \quad (3)$$

где OM – содержание органических веществ;

Q – содержание кварца;

C – содержание карбоната в почве;

$c_i, i = \overline{1,7}$ – регрессионные коэффициенты.

Постановка задачи. Отдавая должное результатам, полученным в работе [5], отметим, что в данной работе не исследован фактор взаимовлияния вышеуказанных воздействующих составляющих. Далее мы рассмотрим фактор взаимовлияния водного содержания и органического содержания почвы. Общеизвестно, что растворенный органический углерод (DOC) относится к растворенным органическим веществам, имеющимся в почве. Согласно [7], в песочной почве, т.е. в песчаниках, рост DOC сопровождается с увеличением водного содержания почвы. Однако в мелкозернистых непесочных типах почвы содержание DOC и влагосодержание в почве

находятся в обратной зависимости. В дальнейшем следует учесть нерастворимость кварца и карбонатов в воде. С учетом вышесказанного, если основным влияющим фактором считать влагосодержание, то выражение (3) принимает следующий вид:

$$\varepsilon = c_1 + c_2 \theta + c_3 \times \ln(\theta) + c_4 OM + c_5 OM^2. \quad (4)$$

В первом приближении примем наличие линейной убывающей связи между влагосодержанием (θ) и органическим содержанием, OM по предположению состоящим из растворенного органического углерода (DOC):

$$OM = d_1 - d_2 \theta. \quad (5)$$

С учетом (4) и (5) получаем:

$$\varepsilon = c_1 + c_2 \theta + c_3 \times \ln(\theta) + c_4(d_1 - d_2 \theta) + c_5(d_1 - d_2 \theta)^2. \quad (6)$$

Исследуем (6) на экстремум от θ по правилу анализа производных. Имеем:

$$\frac{d\varepsilon}{d\theta} = c_2 + \frac{c_3}{\theta} + c_4 d_2 - 2c_5(d_1 - d_2 \theta) \times d_2. \quad (7)$$

С учетом условия

$$\frac{d\varepsilon}{d\theta} = 0. \quad (8)$$

Из (7) получим

$$c_2 + \frac{c_3}{\theta} + 2c_5 d_2 \theta \times d_2 = c_4 d_2 + 2c_5 d_1 \times d_2. \quad (9)$$

Преобразуя (9), находим

$$\theta \times c_2 + c_3 + 2c_5 d_2 \theta^2 d_2 - \theta c_4 d_2 - 2c_5 d_1 \times d_2 \theta = 0$$

или

$$\theta^2 + \frac{\theta(c_2 - c_4 d_2 - 2c_5 d_1 \times d_2)}{2c_5 d_2^2} + \frac{c_3}{2c_5 d_2^2} = 0. \quad (10)$$

Решение (10) имеет вид

$$\theta_1 = -\frac{\theta(c_2 - c_4 d_2)}{4c_5 d_2^2} \pm \sqrt{\frac{\theta^2(c_2 - c_4 d_2)^2}{16c_5^2 d_2^2} - \frac{c_3}{2c_5 d_2^2}}. \quad (11)$$

Очевидно, что при решении (11) выражение (6) достигает экстремума. Для определения типа экстремума исследуем знак $\frac{d^2\varepsilon}{d\theta^2}$.

Имеем

$$\frac{d^2\varepsilon}{d\theta^2} = -\frac{c_3}{\theta^2} + 2c_5 d_2^2. \quad (12)$$

Формально выражение (12) показывает возможность как максимума, так и минимума. Однако результаты экспериментальных исследований, проведенных в [6], однозначно подтверждают, что указанный экстремум является максимумом, что хорошо наблюдается на графиках, представленных на рисунке 1 а,б. Так, на рисунке 1а отчетливо видно, что при $\theta \geq 0,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$ происходит явный спад значения ε . Аналогичная картина также наблюдается на графике, представленном на рисунке 1б, где такой спад наблюдается при $\theta \geq 0,6 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что появление эффекта экстремальной излучательности почвы проявляется как минимум по двум причинам:

- Заполнение микропор почвы влагой.
- Отрицательная взаимосвязь между влагосодержанием и содержанием органического углерода в почве.

Стоит отметить, что чисто теоретически, если в выражении (12) выполняется условие

$$2c_5 d_2^2 > c_3/\theta^2,$$

то ε должен иметь минимум от θ . Однако, как показывают результаты экспериментальных исследований, проведенных в [6], такой случай на практике не проявляется.

Заключение. Исследован эффект экстремальной излучательности почвы в зависимости от ее влагосодержания. Известной причиной уменьшения излучательности при чрезмерном увеличении влагосодержания почвы является заполнение микропор почвы влагой. Показано, что существует еще одна причина, приводящая к экстремуму излучательности в зависимости от влагосодержания, которой является обратная зависимость между органическим содержа-

нием почвы и ее влагосодержанием. Получено выражение для вычисления величины влагосодержания в почве, при которой излучательность почвы достигает максимума.

Список литературы

1. Hsu W., Chang K. Cross-estimation of Soil Moisture Using Thermal Infrared Images with Different Resolutions// *Sensors and Materials*. Vol. 31. № 2. Pp. 387–398. 2019.
2. Urai M., Matsunaga T., Ishii T. Relationship between soil moisture content and thermal infrared emissivity of the sand sampled in Muus Desert, China// *Remote Sens. Soc. Jpn.* Vol. 17. № 4. Pp. 322–331. 1997.
3. Xiao Q., Liu Q. H., Li X. W., Chen L. F., Liu Q., Xin X. Z. Afield measurement method of **spectral emissivity and research on the feature of soil thermal infrared emissivity**// *J. Infrared Millim. Waves*. Vol. 22. № 5. Pp. 373–378. 2003.
4. Ogawa K., Schmugge T. J., Rokugawa S. Observations of the dependence of the thermal infrared emissivity on soil moisture// *Geophys. Res. Abstracts*. Vol. 8. 2006.
5. Mira M., Valor E., Boluda R., Caselles V., Coll C. **Influence of soil water content on the thermal infrared emissivity of bare soils: Implication for land surface temperature determination**// *J. Geophys. Res.* Vol. 112. 2007. doi:10.1029/2007JF000749.
6. Mira M., Valor E., Caselles V., Rubio E., Coll C., Galve J. M., Niclos R., Sanchez J. M., Boluda R. Soilmoisture effect on thermal infrared (8–13- μm) emissivity// *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. Vol. 48. № 5. 2010.
7. Rawis W. J., Pachebsky Y., Ritchie J. C., Sobecki T. M. Effect of soil carbon on soil water retention// *Geoderma*. 116 (1–2). Pp. 61–76. 2003.

УДК 551.508.54

В. Х. Махмудова

НИИ Аэрокосмической информатики

Национального аэрокосмического агентства, Азербайджан

E-mail: mammedova.valida@mail.ru

К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ СКОРОСТИ ВЕТРА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Изучается вопрос проведения оптимальных измерений скорости ветра в сельскохозяйственном производстве. Рассмотрен вопрос о проведении оптимальных измерений скорости ветра на разных высотах в контексте отрицательного влияния ветра на рост сельскохозяйственной растительности. В качестве базовой модели выбрана известная модель Аллена, определяющая взаимосвязь скоростей ветра на высотах 2 м и Z м. Задачей исследования является вычисление такой оптималь-

ной зависимости высоты проводимых измерений Z от скорости ветра на высоте 2 м, при которой средняя достоверность измеренной величины скорости ветра на высотах $Z(Z > 2)$ достигла бы максимума. Согласно полученному результату, указанный максимум достигается при наличии прямой функциональной связи между Z и достоверности измерений на высоте 2 м.

Введение. В настоящее время существует большое количество работ, посвященных влиянию ветра на рост растительности, и в частности деревьев. Основной целью таких исследований является оптимизация производства пищевой биомассы или биоматериалов. Известны печальные факты результатов воздействия штормовых ветров, когда сельскому хозяйству наносилось значительный ущерб [1–3]. Для понимания влияния ветра на растительность необходимо создание адекватных моделей механического взаимодействия или взаимосвязи элементов системы «ветер-растительность». Влияние ветра на рост растительности достаточно разнообразно. Так, например, ветер прямо влияет на процессы фотосинтеза и газового обмена, а также на температуру листьев [4]. Ветер приводит к появлению механических или химических воздействий на листья путем попадания на них различных механических частиц или химических веществ, поднятых на воздух при ветре. Механические напряжения и движения растений при ветре влияют на их рост и процессы эволюции растительности [5, 6]. Ветер значительно влияет на процессы перекрестного опыления растительности, математическая модель которых изложена в работе [7]. Ветер также значительно усиливает процессы эвопации, что особенно нежелательно в регионах, где ощущается нехватка воды [8]. Вышеизложенное подтверждает важность и актуальность усовершенствования методов измерения скорости ветра в целях прогнозирования и оценки возможных негативных воздействий на растительность.

Существующая методика измерения скорости ветра в растениеводстве. Согласно [9], ветер характеризуется направлением и скоростью. Так как скорость ветра изменяется во времени, то возникает необходимость определения средней скорости ветра за определенный интервал времени. Скорость ветра измеряется в метрах в секунду (м/с) с помощью анемометра. Измерения осуществляются на разных высотах, т.к. скорость ветра существенно изменяется на высоте. Для вычисления показателей процессов эвопации скорость ветра измеряется на высоте 2 м. Для вычисления скорости ветра на других высотах используется следующая формула [10]:

$$U_2 = U_z \frac{4,87}{\ln(67,8Z - 5,42)}, \quad (1)$$

где U_z – скорость ветра на высоте z м;
 U_2 – скорость ветра, измеренная на высоте 2 м;
 Z – высота проводимых измерений.
 Множитель α , где

$$\alpha = \frac{4,87}{\ln(67,8Z - 5,42)}, \quad (2)$$

представляется в качестве коэффициента конверсии, график которого представлен на рисунке 1. Например, согласно приведенному примеру в [9], при $U_z = 3,2$ м/с; $Z = 10$ м; $\alpha = 0,75$ получим $U_2 = 2,4$ м/с.

Очевидно, что формула (1) является усредненной эмпирической формулой, и точность этой формулы сильно зависит от вида Ландшафта местности, где проводятся измерения. Это обстоятельство диктует необходимость проведения необходимых валидационных измерений для определения значения необходимого поправочного коэффициента, γ , определяемого как

$$\gamma = \frac{U_{zreal}}{U_{zcal}}, \quad (3)$$

где U_{zreal} – реальная величина скорости ветра на высоте Z ;

U_{zcal} – вычисленное по формуле (1) значение скорости ветра на высоте Z .

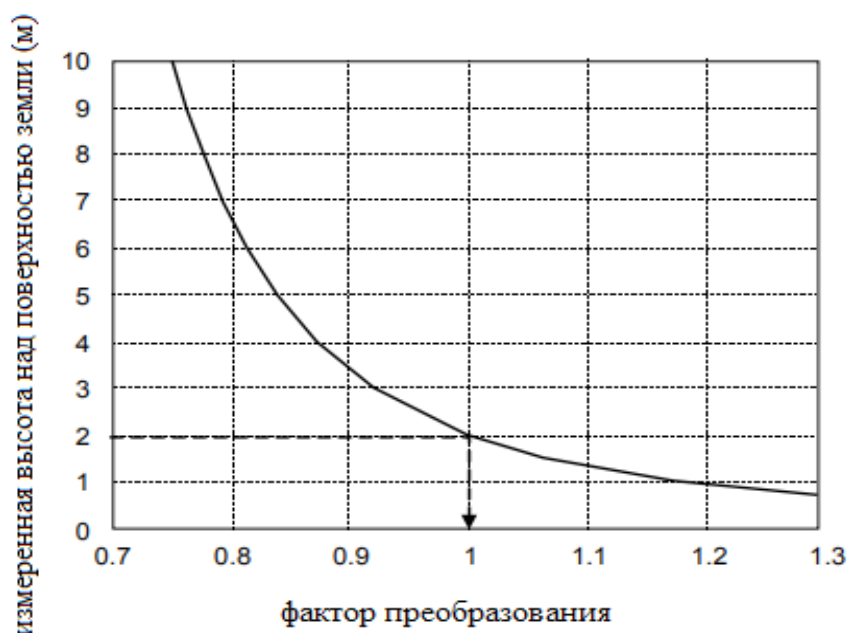


Рисунок 1 – График зависимости конверсионного показателя α от высоты проведенных измерений Z

Вместе с тем, всякий измерительный прибор, в данном случае анемометр, имеет определенную случайную погрешность при реальных измерениях, проводимых в условиях воздействия различных случайных факторов. Следовательно, суммарная случайная составляющая сигнала на выходе анемометра может быть определена как:

$$\zeta_{\Sigma} = \sqrt{\zeta_1^2 + \zeta_2^2 - 2r(\zeta_1 \zeta_2)}, \quad (4)$$

где ζ_1 – собственная случайная погрешность анемометра;

ζ_2 – дополнительная случайная погрешность, возникающая из-за воздействия случайных внешних факторов.

r – коэффициент коррекции между ζ_1 и ζ_2 .

Следовательно, при $r = 0$ имеем

$$\zeta_{\Sigma} = \sqrt{\zeta_1^2 + \zeta_2^2}. \quad (5)$$

Очевидно, что точность и достоверность проводимых валидационных измерений будет зависеть от показателей сигнал/шум результатов измерений как на высоте $Z = 2$ м, так и на высоте Z . Если в первом приближении считать, что ζ_{Σ} не зависит от высоты проводимых измерений, то соответствующие отношения сигнал/шум могут быть определены как

$$\psi_1 = \frac{U_r}{\zeta_{\Sigma}}, \quad (6)$$

$$\psi_2 = \frac{U_z}{\zeta_{\Sigma}}. \quad (7)$$

С учетом (6) и (7) формулу (1) можно представить как

$$\psi_2 = \psi_z \frac{4,87}{\ln(67,8Z - 5,42)}. \quad (8)$$

Далее вопрос исследования формулируется следующим образом: как следует выбрать высоту проводимых измерений ветра, при которых можно было бы достичь максимальной величины ψ_2 . Для решения данного вопроса введем на рассмотрение искомую функцию зависимости z от ψ_2 .

$$Z = f(\psi_2). \quad (9)$$

Формулу (8) перепишем как

$$\psi_z = \frac{\psi_2 \times \ln(67,8Z - 5,42)}{4,87}. \quad (10)$$

С учетом (9) и (10) запишем

$$\psi_z = \frac{\psi_2 \times \ln[67,8 \times f(\psi_2) - 5,42]}{4,87}. \quad (11)$$

Допустим, что в результате проведенных серийных измерений показатель ψ_2 изменился в пределах

$$\psi_2 = (0 \div \psi_{2max}). \quad (12)$$

Следует определить оптимальный вид функции $f(\psi_2)$ при котором средняя величина ψ_2 достигла бы максимума. Среднюю величину ψ_2 определим в виде следующего выражения:

$$\psi_{zcp} = \int_0^{\psi_{2max}} \frac{\psi_2 \times \ln[67,8 \times f(\psi_2) - 5,42] d\psi_2}{4,87 \times \psi_{2max}}. \quad (13)$$

Для вычисления оптимальной функции $f(\psi_2)_{opt}$ примем следующее ограничительно условие:

$$\int_0^{\psi_{2max}} f(\psi_2) d\psi_2 = C_1; C_1 = const. \quad (14)$$

Физический смысл условия (14) заключается в ограничении измеряемых высот при проведении валидационных измерений.

С учетом (13) и (14) составим следующую задачу вариационной оптимизации:

$$F = \int_0^{\psi_{2max}} \frac{\psi_2 \times \ln[67,8 \times f(\psi_2) - 5,42]}{4,87 \times \psi_{2max}} d\psi_2 + \lambda [\int_0^{\psi_{2max}} f(\psi_2) d\psi_2 - C_1]. \quad (15)$$

где λ – множитель Лагранжа.

Решение задачи (15) методом Эйлера дало

$$f(\psi_2) = \frac{C}{B} - \frac{A\psi_2}{\lambda}, \quad (16)$$

где $A = \frac{1}{4,87 \times \psi_{2max}};$
 $B = 67,8;$
 $C = 5,42.$

$$\lambda = \frac{A \times \psi_{2max}^2}{2\left(\frac{C\psi_{2max}}{B} - C_1\right)} = \frac{\psi_{2max}}{2 \times 4,87 \times \left(\frac{5,42\psi_{2max}}{67,8} - C_1\right)}. \quad (17)$$

Анализируя выражения (14) и (17), нетрудно прийти к выводу о том, что λ является отрицательной величиной. Следовательно, согласно (16) рост ψ_r в оптимальном режиме должен сопровождаться с ростом Z , т.е. для достижения высокой достоверности результатов измерений на высоте Z , следует обеспечить прямо пропорциональную зависимость между Z и ψ_2 .

Заключение. Рассмотрен вопрос о проведении оптимальных измерений скорости ветра на разных высотах в контексте отрицательного влияния ветра на рост сельскохозяйственной растительности. В качестве базовой модели использована известная формула Аллена, определяющая взаимосвязь скоростей ветра на высотах 2 м и Z м. Поставлена задача вычисления такой оптимальной зависимости высоты проводимых измерений Z от скорости ветра на высоте 2 м, при которой средняя достоверность измеренной величины скорости ветра на высотах $Z (Z > 2)$ достигла бы максимума. Решение этой задачи показало, что указанный максимум достигается при наличии прямо пропорциональной связи между Z и достоверности измерений на высоте 2 м.

Список литературы

1. Gardiner, B., Quine, C. 2000: **Management of forests to reduce the risk of abiotic damage: a review with particular reference to the effects of strong winds.** Forest Ecol. Manag. 135:261–77.
2. Berry, P., Sterling, M., Spink, J., Baker, C., Sylvester-Bradley, R., et al. 2004. Understanding and Reducing Lodging in Cereals, *Advances in Agronomy*, vol. 84, p. 217–271.
3. Nathan, R., Katul, G., Horn, H., Thomas, S., Oren, R., et al. 2002, Mechanisms of long-distance dispersal of seeds by wind, *Nature*, 418, 25, p.409–413.
4. Stokes, V., Morecroft, M., Morison, J. **Boundary layer conductance for contrasting leaf shapes in a deciduous broadleaved forest canopy.** September 2006, *Agricultural and Forest Meteorology*. 139:40–54.
5. Mouliа, B., Coutand, C., Lenne C. **Posture control and skeletal mechanical acclimation in terrestrial plants: Implications for mechanical modeling of plant architecture.** October 2006, *American Journal of Botany*. 93 (10):1477–89.
6. Niklas K. The influence of gravity and wind on land plant evolution. Review of Paleobotany and Palynology. Vol. 102, Issues 1–2, July 1998, p. 1–14.
7. Martin Hoyle and James E. Cresswell. **The effect of wind direction on cross-pollination in wind-pollinated gm crops.** *Ecological Applications*, 17 (4) 2007, p.1234–1243.

8. Maik Veste, Thomas Littmann, Anton Kunneke, Ben du Toit, Thomas Seifert. Windbreaks as part of climate-smart landscapes reduce evapotranspiration in vineyards, Western Cape Province, South Africa. *Plant, Soil and Environment*, 66, 2020 (3): 119–127.

9. Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56.

10. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., (1998). *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements*. FAO Irrigation and drainage paper No. 56. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

УДК 633.11"321":631.5

А. А. Никитин¹, М. П. Маслова²

^{1,2}*Удмуртский ГАУ*

¹E-mail: aanikitin_0@mail.ru

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ НА ПРИМЕРЕ МО «УРОМСКОЕ» МАЛОПУРГИНСКОГО РАЙОНА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Представлены результаты исследований по изучению степени экологической устойчивости агроландшафта в МО «Уромское» Малопургинского района Удмуртской Республики. Выявлено, что изучаемый ландшафт неустойчивый (КЭСЛ 0,88–0,15), что вызвано преобладанием в структуре земель дестабилизирующих элементов.

Земля – это главнейший из компонентов окружающей среды и, безусловно, важнейшее неопределимое и незаменимое богатство общества; это основной природный ресурс, который является материальным условием жизни и деятельности людей; база для размещения и развития всех отраслей народного хозяйства; главное средство производства в сельском хозяйстве и основной источник получения продовольствия [7].

Увеличение освоенных земель и расширение технологических возможностей преобразования природы сделали привычным изменение ландшафта и его окружения. Уничтожение природных ландшафтов негативно влияет на экологию и психологическое состояние человека. По этой причине следует проявлять особое внимание охране природы, а также окружающему человека ландшафту. С экологической устойчивостью агроландшафта связано выполнение биосферных, общеэкологических функций – сохранения почв, растительного и животного мира, запасов поверхностных и подзем-

ных вод, их качества, поддержания оптимального состава атмосферы. В настоящее время всё более значимо комплексное изучение восстановительного потенциала агроландшафтов [1–3, 5, 6].

Целью исследований является оценка экологической устойчивости агроландшафтов МО «Уромское» Малопургинского района Удмуртской Республики.

По В. И. Кирюшину [4], стабильность агроландшафта – это способность поддерживать заданные производительные и социальные функции, сохраняя биосферные. Устойчивый агроландшафт характеризуется отсутствием или невысоким уровнем деградиционных процессов, способности воспринимать антропогенные нагрузки, сохраняя экологическую и производительную устойчивость.

Для определения устойчивости ландшафтов необходимо иметь систему количественных оценок и характеристик изучаемых процессов. Поэтому необходимо выделить возможность оценить степень экологической устойчивости агроландшафта с помощью коэффициента экологической стабильности, интегрирующего качественные и количественные характеристики абиотических и биотических элементов ландшафта.

Оценка степени экологической устойчивости агроландшафтов необходима для выбора соответствующих мероприятий по его защите и реформированию. Расчет экологической устойчивости агроландшафтов МО «Уромское» проведена с помощью коэффициента экологической стабилизации ($KЭСЛ_1$ и $KЭСЛ_2$).

$KЭСЛ_1$ дает информацию о степени экологической устойчивости исследуемого ландшафта, находится как соотношение в агроландшафте сельскохозяйственных или иных угодий, которые обладают стабилизирующим или нестабилизирующим влиянием на агроландшафт.

$$KЭСЛ_1 = \frac{F_{ст}}{F_{нст}}. \quad (1)$$

где $F_{ст}$ – площади, занятые стабильными элементами ландшафта, га;
 $F_{нст}$ – площади, занятые нестабильными элементами ландшафта, га.

При определении стабильности ландшафта следует принимать во внимание также соотношение составляющих его биотических элементов, а также их качественное состояние: состояние рельефа, качество почвы, устойчивость материнских пород, состояние растительности и продуктивности биомасс, для этого рассчитывают коэффициент экологической стабильности ландшафта – $KЭСЛ_2$ [4].

$$KЭСЛ_2 = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \times k_{эз} \times k_r}{F_T}, \quad (2)$$

где f_i – площадь биотического элемента (отдельных угодий), га;

$k_{эз}$ – коэффициент, характеризующий экологическое значение отдельных биотических элементов;

k_r – коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа;

F_T – площадь всей территории ландшафта, га.

Муниципальное образование «Уромское» располагается в западной части Малопургинского района на юге Удмуртии. В структуре земельного фонда, закрепленного за МО «Уромское» (17 088 га), преобладают земли сельскохозяйственного назначения 53,6 %, на втором месте земли лесного фонда – 38 %, далее земли населенных пунктов – 5,4 % и 3 % занимают земли водного фонда, земли промышленности, особо охраняемые территории и земли запаса.

Гидрографическая сеть территории хорошо развита, принадлежит к водосборному бассейну реки Иж. Наиболее крупными являются реки Агрызка, Бобинка, Бугрышинка. Остальные реки маловодны и летом сильно мелеют. В поймах рек развиты небольшие низинные болота. Общая протяженность рек в пределах поселения около 29 км. Наиболее распространены дерновые средне- и сильноподзолистые почвы, они занимают почти 70 % всей территории и 46 % пахотных земель.

Результаты расчетов выявили значительную экологическую нестабильность изучаемого ландшафта ($KЭСЛ_1 = 0,88$; $KЭСЛ_2 = 0,15$), что вызвано преобладанием в структуре земель дестабилизирующих агроландшафтов. Территория МО «Уромское» отличается слабым уровнем защищенности естественной среды от подавляющего большинства неблагоприятных геоэкологических факторов, в результате чего значительные площади земель сельскохозяйственного назначения подвержены эрозии, оврагообразованию, снижающих их устойчивость. $KЭСЛ_1$ получился таким низким также из-за того, что структура угодий с преобладанием в муниципальном районе нестабильных элементов, к примеру, пашня, несбалансирована.

Рассчитав коэффициенты стабилизации, выявлено, что для агроландшафта МО «Уромское» необходимо вводить комплекс мер и мероприятий по повышению его устойчивости. Эту ситуацию можно изменить благодаря увеличению стабильных элементов, то есть площадями, которые заняты сельскохозяйственными культурами, особенно под многолетними травами, а также растительными сообществами, которые оказывают на него положительное влия-

яние (леса, естественные луга, а также земли, занятые многолетними культурами). Также можно провести повышение обводненности территории за счет сокращения поверхностного стока и усиления внутрипочвенного; снижение интенсивности эрозионных процессов; рекультивация нарушенных земель и освоение земель для последующего сельскохозяйственного использования. Нужно повышать почвенно-экологический индекс за счет улучшения физических свойств, гумусового состояния и увеличения обеспеченности почвы элементами питания, т.к. продуктивность фитоценозов, прежде всего агрофитоценозов, находится в тесной зависимости от содержания в почве гумуса и подвижных, доступных растениям элементов питания.

Список литературы

1. Бусоргина, Н. А. Прогнозирование использования земель для повышения экологической устойчивости агроландшафта / Н. А. Бусоргина // Научные инновации в развитии лесной отрасли: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию лесохозяйственного факультета. – Ижевск, 2021. – С. 19–21.
2. Бусоргина, Н. А. Оценка экологической устойчивости земель с применением ГИС-технологий / Н. А. Бусоргина, Д. А. Поздеев, А. В. Дмитриев // Актуальные проблемы природообустройства: геодезия, землеустройство, кадастр и мониторинг земель: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 15–18.
3. Дмитриев, А. В. Государственный земельный надзор как инструмент эффективного обеспечения рационального использования и охраны земель Удмуртской Республики / А. В. Дмитриев, П. А. Ухов // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 27–31.
4. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – Москва: Колос, 1996.
5. Коконов, С. И. Оценка сенокосных и пастбищных земель в агроландшафтах Удмуртской Республики / С. И. Коконов, А. А. Никитин, О. А. Страдина // Актуальные проблемы природообустройства: геодезия, землеустройство, кадастр и мониторинг земель: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 60–64.
6. Мель, И. В. Использование земельных ресурсов в схеме территориального планирования Первомайского района города Ижевска / И. В. Мель, Н. М. Итешина, Е. Е. Шабанова // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 2020. – С. 126–130.
7. Анализ земель особо охраняемых территорий и объектов на территории Удмуртской Республики / О. В. Эсенкулова, М. П. Маслова, А. В. Дмитриев, А. А. Никитин // АгроЭкоИнфо. – 2020. – № 2. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/СТАТУИ/2020/2/st_220.pdf.

И. А. Самофалова

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

E-mail: samofalovairaida@mail.ru

ВАРЬИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА УГОДИЙ В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ

Показано варьирование показателей кислотно-основных свойств почв в Нечерноземной зоне на примере Пермского края. Использован современный метод интерпретации кислотности – кислотный след почвообразовательного процесса. Установлено, что кислотный след является информативным показателем для почв Нечерноземной зоны. Определены особенности проявления кислотного следа почв в зависимости от вида угодий, степени окультуренности и смывости почвообразующих пород.

Введение. Качество земельных ресурсов определяется агрохимическими свойствами почв, которые являются интегральным показателем плодородия. Показатели кислотности почв являются главными параметрами, которые определяют направленность и динамику почвенных процессов [4, 7, 10, 11].

Земельный фонд Пермского края представляют почвы подзолистого типа. На дерново-подзолистые почвы с кислой реакцией среды, низким содержанием питательных веществ, неблагоприятными физическими свойствами приходится 89 % пашни. В Пермском крае практически все почвы характеризуются кислой реакцией [8–10].

Использование современных методов интерпретации кислотности позволяет соединить несколько величин (рН солевой, водный и V) в один график и для всех почв может быть построена трехмерная горизонттограмма. Кислотный след почвообразовательного процесса отражает распределение кислотности по почвенному профилю. Кислотный след можно отнести к одной из важнейших типоморфных характеристик почв [2, 3].

Цель исследования – определить степень информативности кислотного следа для разных условий формирования почв.

Объектами исследования являются почвы различных угодий Пермского края: Пермского, Кудымкарского, Березовского, Чусовского, Бардымского, Кунгурского, Соликамского административных районов.

Пермский край расположен на крайнем востоке Европейской части страны, на восточной окраине Русской равнины. Д. И. Шашко [12] территорию Пермского края относит к ареалу средней биологической продуктивности, которая характеризуется благоприятными условиями увлажнения и достаточной теплообеспеченностью [1]. Климатические показатели варьируют в широком диапазоне, что говорит о различных условиях почвообразования на территории края (табл. 1, 2) [5, 6].

Таблица 1 – Характеристика агроклиматических показателей природно-сельскохозяйственных провинций Пермского края

Таксономические единицы		Кк	$\Sigma t_{\text{акт}}$	n	t_T	t_x	P	КУ	h
Зона	Провинция								
Южно-таежная	Среднерусская	142–180	1600–2400	100–150	17,0–19,0	-8,0–17,0	500–800	0,99–1,33	50–80
Лесостепная	Предуральская	181–191	1600–2500	106–149	17,1–20,6	-13,5–16,4	400–600	0,66–1,10	40–80

Примечание: Кк – коэффициент континентальности климата (по Н. Н. Иванову); $\Sigma t_{\text{акт}}$ – сумма среднесуточных температур воздуха за период активной вегетации; n – продолжительность (дней) периода активной вегетации; t_T – температура воздуха (°C) наиболее теплого месяца; t_x – температура воздуха (°C) наиболее холодного месяца; P – количество атмосферных осадков за год (мм); КУ – коэффициент атмосферного увлажнения; h – высота (см) снежного покрова (средняя из максимальных высот).

Таблица 2 – Характеристика агроклиматических показателей природно-сельскохозяйственных районов Пермского края

Таксономические единицы природно-сельскохозяйственного районирования			КУ	$\Sigma t > 10\text{ }^\circ\text{C}$	БКП
Зоны	Провинция	Районы			
Среднетаежная	Европейская	Северный среднетаежный	1,33	1250	68
Южно-таежная	Среднерусская	Коми-Пермяцкий, северо-западный южно-таежно-лесной	1,33	1550	85
		Центрально-восточный южно-таежно-лесной	1,24	1700	93
		Западный южно-таежно-лесной	1,15	1750	96
		Южный южно-лесной	1,11	1850	101
Лесостепная	Предуральская	Юго-восточный лесостепной	1,24	1725	94

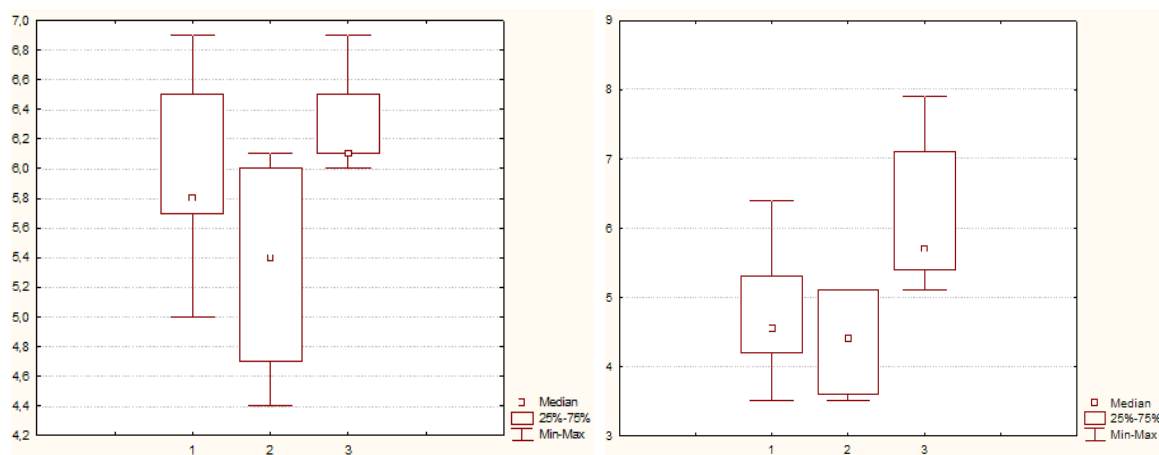
Кислотно-основные свойства определяли в почвенных образцах в лаборатории на кафедре почвоведения Пермского ГАТУ общепринятыми методами: pH_{H_2O} и pH_{KCl} – потенциметрически; гидролитическая кислотность методом Каппена; сумма обменных оснований методом Каппена-Гильковица. Рассчитаны следующие показатели: $\Delta pH = pH_{H_2O} - pH_{KCl}$; степень насыщенности основаниями, % (V).

Построен кислотный след для разных типов почв Пермского края. Ординаты точек на графике – это значения pH_{KCl} (верхняя линия) и pH_{H_2O} (нижняя линия), изменяющиеся по генетическим горизонтам профиля почв. Расстояние между кривыми по ординате составляет величину ΔpH . Абсцисса графика – безразмерная переменная $V_{гк}$ – по смыслу является аналогом доли, оттитрованной основанием кислоты, используемой при описании титрования в аналитической и физической химии [2, 3].

Статистическая обработка данных исследований проведена в программе «Анализ данных» Microsoft Excel, STATISTICA 6.0 следующими методами: корреляционный анализ, основные статистические показатели.

Результаты исследования. Реакция почв в водной вытяжке изменяется в пределах от 4,4 единиц в неглубокоподзолистой почве до 8,2 единиц в дерново-карбонатной выщелоченной почве. Показатели обменной кислотности изменяются в диапазоне от 3,5 до 7,2 единиц. Разница между кислотностью водной и солевой вытяжек варьирует от 0,4 до 1,4 единиц.

Данные статистической обработки показателей кислотно-основных свойств почв приведены для верхних горизонтов в слое 0–20 см и сгруппированы в зависимости от вида угодий: пашня, целина и залежь (рис. 1). Статистическое распределение pH_{H_2O} имеет широкий размах (1,9–0,9).



А) pH водной вытяжке

Б) pH солевой вытяжке

Рисунок 1 – Статистическое распределение реакции среды в почвах в слое 0–20 см: 1 – пашня, 2 – целина, 3 – залежь

Коэффициент вариации в среднем составляет 35 %. Наиболее кислыми являются целинные почвы и пахотные с наибольшим размахом варьирования показателя. Гумусовый горизонт в почвах залежи ближе к нейтральной реакции среды, возможно, за счет зароста-

ния травянистой растительностью, которая более обогащена основаниями.

Статистическое распределение DpH показывает, что наибольшая разница между pH водной и солевой вытяжек характерна для пахотных горизонтов, а наименьшие различия – для целинных и залежных почв (рис. 2А). Причем наибольшая вариабельность показателя характерна для пахотного слоя. В целинных почвах отмечается некоторая стабильность показателя. Установлена обратная сильная связь между свойствами почв, используемых на разных видах угодий с DpH .

Показатель суммы обменных оснований наиболее стабилен в почвах залежи (рис. 2Б). Наименьшие значения показателя характерны для целинных лесных почв. Аналогичную тенденцию изменения имеет и показатель степени насыщенности почв основаниями (рис. 2В).

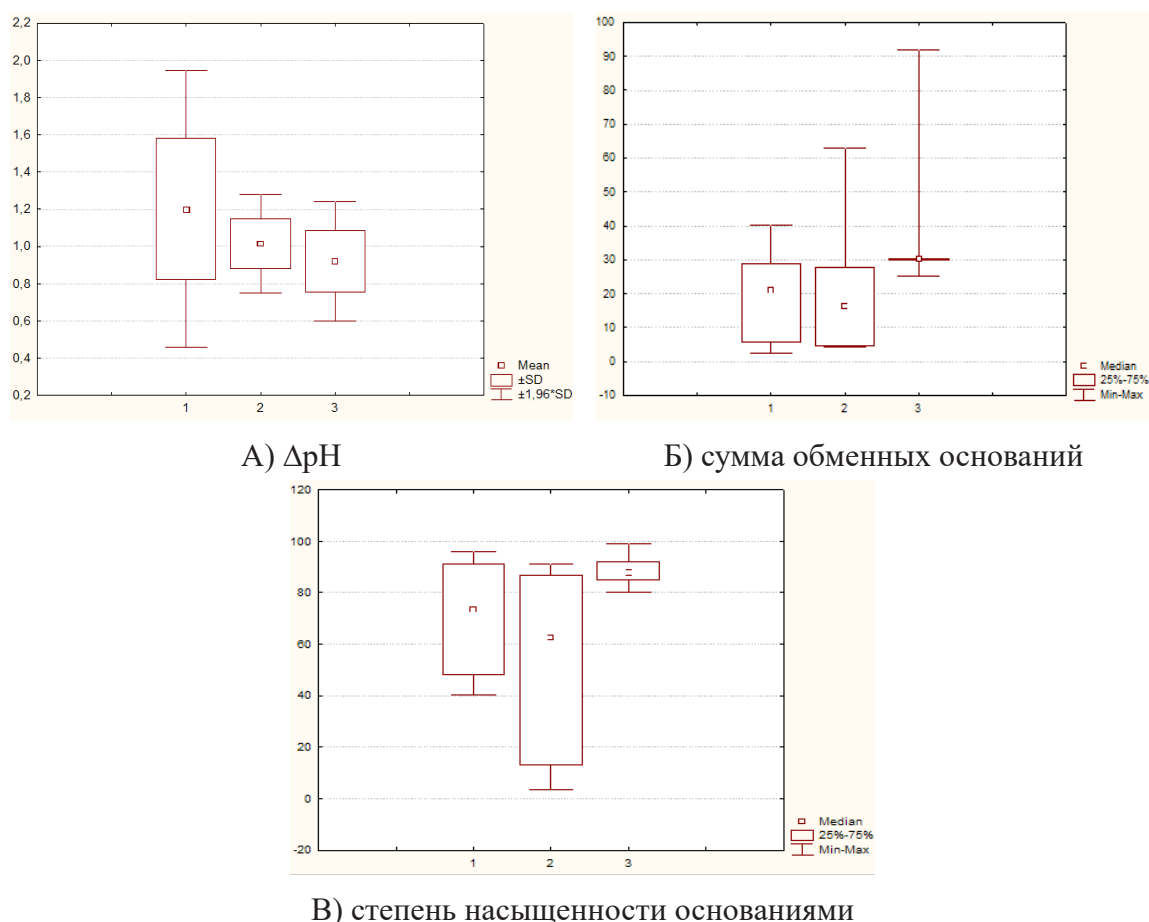
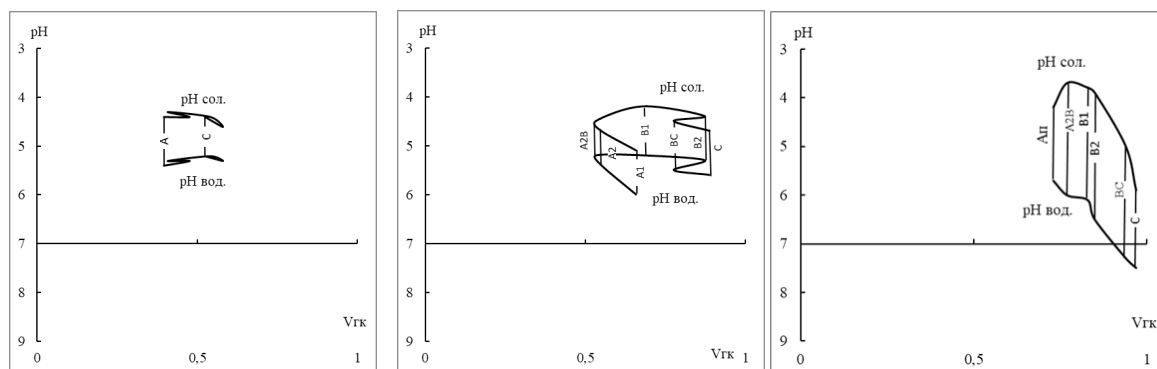


Рисунок 2 – Статистическое распределение показателей кислотно-основных свойств почв в слое 0–20 см:
1 – пашня, 2 – целина, 3 – залежь

Таким образом, показатели кислотно-основных свойств достаточно сильно варьируют в пространстве, и особенно в пахотных почвах.

Горизонтограммы кислотного следа дерново-подзолистых почв под смешанным лесом на покровных и древнеаллювиальных отложениях имеют более концентрированное сжатое положение и почти в центральной части кислотного поля (рис. 3А, Б). Покровные отложения отличаются отсортированностью и однородностью, в связи с чем их влияние на дифференциацию профиля по кислотным свойствам незначительно. Кривые водной и солевой кислотности изменяются по профилю параллельно. Таким образом, кислотность находится примерно на одном уровне в профиле, но с некоторым повышением насыщенности основаниями.

Дерново-подзолистая почва, формирующаяся на элювии пермских глин, имеет кислотный след в правой части кислотного поля, что характеризует ее как более насыщенную основаниями (рис. 3В). Пахотная дерново-подзолистая почва на элювии пермских глин имеет вытянутую горизонтограмму вдоль оси рН. Отчетливо видно, что с глубиной кислотность и степень насыщенности основаниями увеличиваются равномерно. В этом случае на горизонтограмме мы видим, как кривые рН расходятся и практически сохраняют эту разницу в пределах профиля.



А) Дерново-глубокоподзолистая легкосуглинистая на покровных глинах, смешанный лес, разрез 11, смешанный лес

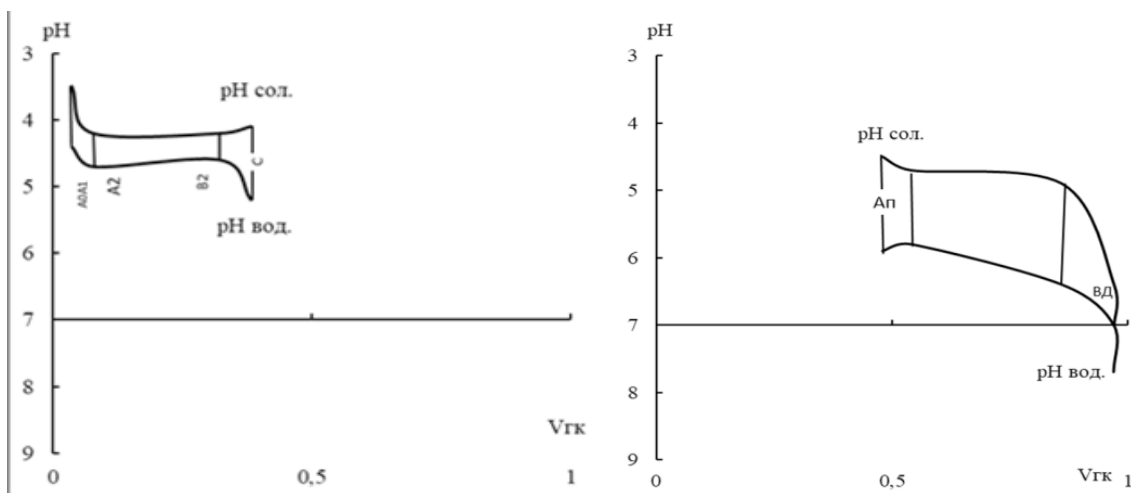
Б) Дерново-глубокоподзолистая легкосуглинистая на древнем аллювии, разрез 9, смешанный лес

В) дерново-подзолистая тяжелосуглинистая на элювии пермских глин, разрез 3, пашня

Рисунок 3 – Кислотный след дерново-подзолистых суглинистых почв

Кислотный след почв подзолистого типа на древнеаллювиальных отложениях является чуть более растянутым, хотя кривые рН более сгруппированы как по оси V, так и по рН (рис. 4).

Древнеаллювиальные отложения менее отсортированы и могут быть разнородны по химическому составу, что, возможно, и оказывает влияние на дифференциацию профиля по кислотно-основным свойствам.



А) Неглубокоподзолистая песчаная на древнем аллювии, разрез 2, Пермский район, лес, В. Курья

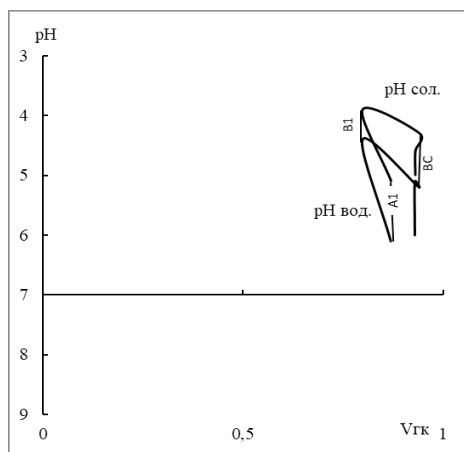
Б) Дерново-слабоподзолистая супесчаная на древнем аллювии, разрез 13, Соликамский район, с. Усово, пашня

Рисунок 4 – Дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава

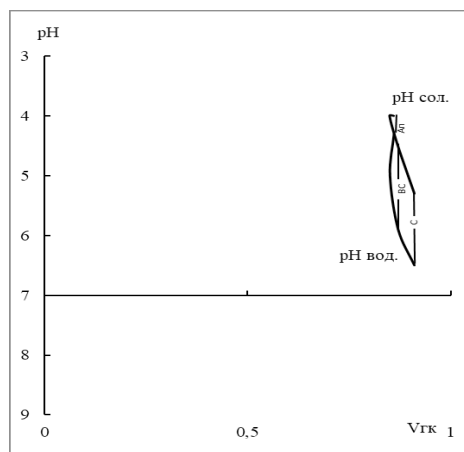
Влияние вида угодий на дифференциацию профиля по кислотнo-основным свойствам изучали на светло-серых и серых лесных тяжелосуглинистых почвах на покровных лессовидных глинах и суглинках (рис. 5). Горизонтограммы серых лесных почв, в сравнении с дерново-подзолистыми, расположены в той части кислотного поля, которая характеризует почвы как менее кислые – горизонтограмма находится в верхнем правом углу кислотного поля, что говорит о насыщенности профиля основаниями.

Горизонтограммы кислотного следа светло-серой и серой лесной почвы в лесном массиве и на пашне различаются. Так, горизонтограмма КС в пахотной почве более прямая, вытянутая, в отличие от КС в почве лесных массивов, где в срединной части профиля мы наблюдаем резкую смену показателей. Кривая изогнута, значения рН и V резко изменяются в горизонтах А₂В. Некоторая стабильность и неизменность значений показателей в пахотных почвах в сравнении с целинными аналогами может свидетельствовать об окультуренности почв.

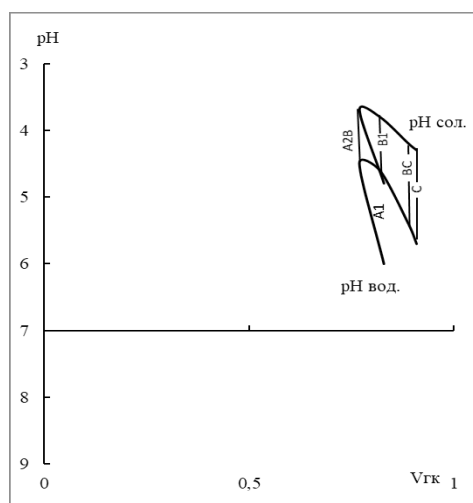
На угодьях под естественной разнотравной растительностью изучали КС дерново-бурых и дерново-карбонатных почв (рис. 6), расположенных к тому же на разных элементах рельефа, который в пределах ключевого участка изменяется по высоте от 170 до 193 м н.у.м. и с крутизной местности от 17 до 1 градусов. Гранулометрический состав почв изменяется от легкосуглинистого на вершине склона до среднесуглинистой у подножия склона. Почвы различаются и по степени смыто-намытости.



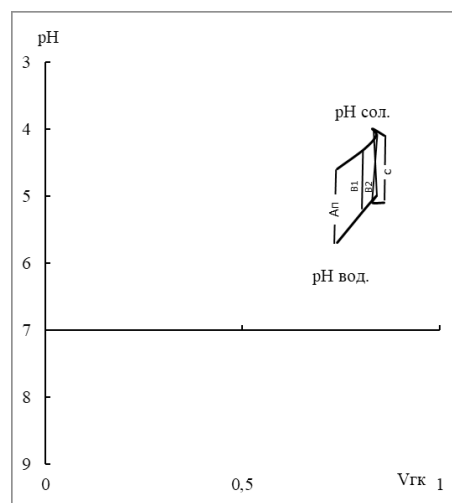
А) Светло-серая лесная тяжелосуглинистая на лессовидных глинах и суглинках, разрез 4, лесной массив



Б) Светло-серая лесная тяжелосуглинистая на лессовидных глинах и суглинках, разрез 7, пашня



В) Серая лесная тяжелосуглинистая на лессовидных глинах и суглинках, разрез 8, лесной массив

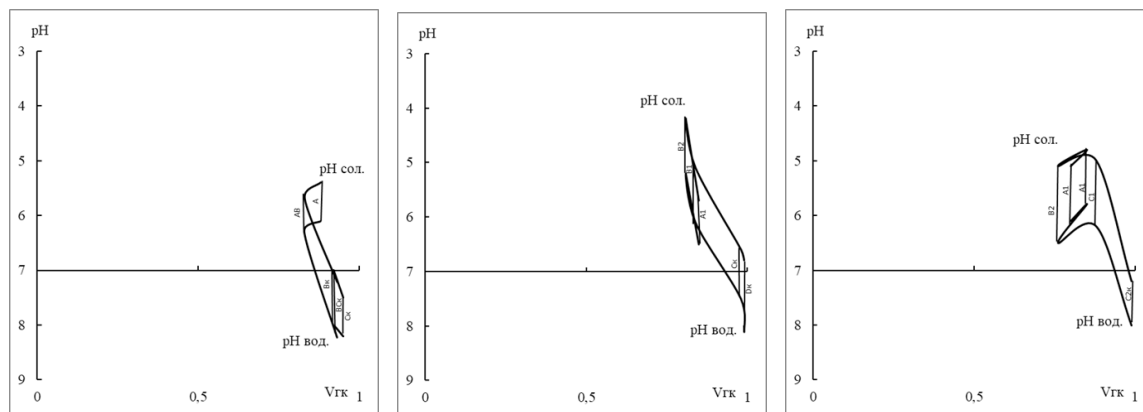


Г) Серая лесная тяжелосуглинистая на лессовидных глинах и суглинках, разрез 10, пашня

Рисунок 5 – Кислотный след серых лесных тяжелосуглинистых почв

По горизонтотграммам кислотного следа дерновых почв можно отметить следующие особенности. Во-первых, кислотный след дерновых почв на карбонатных породах располагается в нижней правой части кислотного поля, что говорит о высокой степени насыщенности данных почв основаниями. Кислотный след их вытянут сверху вниз, что обуславливает сконцентрированность значений V в одной области, а изменяется лишь рН. Во-вторых, при отсутствии проявления подзолистого процесса и эрозии, кислотный след дерново-карбонатной выщелоченной находится в нижней правой части кислотного поля, где в срединной и нижней части профиля отмечается нейтральная и слабощелочная реакция среды. Разница между рН водной и солевой здесь минимальна и почти постоянна в пределах все-

го профиля. В-третьих, процессы эрозии (смыто-намытости почвы) отражаются в форме горизонтограмм (более извилистые в сравнении с несмытой почвой, наличие перегибов) и их расположении (большая часть профиля над уровнем нейтральной реакции среды). В-четвертых, горизонтограмма дерново-бурой оподзоленной намытой отличается большей разностью водной и солевой рН; отношение данных показателей сужается к карбонатной породе. Дерново-бурая отличается от дерново-подзолистой большей сжатостью горизонтограммы в правой нижней части поля кислотности.



А) Дерново-карбонатная выщелоченная среднемощная легкосуглинистая на элювии известняков и мергелей, разрез 14

Б) Коричнево-бурая маломощная сильносмытая тяжелосуглинистая на элювии пермских глин, разрез 28

В) Дерново-бурая оподзоленная среднемощная намытая среднесуглинистая на элюво-делювии мергелей и пермских глин, разрез 42

Рисунок 6 – Кислотный след дерново-бурых и дерново-карбонатных почв на залежи на разных элементах рельефа

Таким образом, местоположение почвы на элементе рельефа в большей степени проявляется в изменении формы горизонтограмм: меньшей вытянутости, большей извилистости линий, наличии перегибов.

Заключение. Кислотный след почвообразовательного процесса является информативным показателем для почв Нечерноземной зоны. Определены следующие особенности проявления кислотного следа почв: а) расположение КС в поле кислотности может диагностировать проявление дернового и подзолистого процессов: кислотный след в верхней левой части поля кислотности – активное проявление подзолистого процесса; а в нижней правой части – активное проявление дернового процесса; б) форма горизонтограммы может диагностировать процессы почвообразования и окультуривания: почвы с проявлением оподзоленности и низкой окультурен-

ности имеют в большей степени горизонтально вытянутую форму, а с проявлением в большей степени гумусово-аккумулятивного процесса и большей окультуренности – вертикально вытянутую форму; в) стабильность и неизменность значений в кривых горизонтограмм кислотного следа в пахотных почвах в сравнении с целинными аналогами может свидетельствовать об окультуренности почв; г) по расположению кислотного следа в поле кислотности можно диагностировать наличие карбонатов в профиле; д) процессы эрозии (смыто-намытости почвы) отражаются в форме горизонтограмм: более извилистые кривые характерны для смытых почв, а также наличие перегибов.

Список литературы

1. Ермакова, Л. Н. Оценка агроклиматических ресурсов территории Пермского края / Л. Н. Ермакова, Н. И. Толмачева, Е. А. Безматерных // Географический вестник. – 2010. – № 2 (13). – С. 38–42.
2. Кокотов, Ю. А. Анализ показателей кислотности почвенного профиля и их связи с процессом почвообразования / Ю. А. Кокотов, Е. Ю. Сухачева, Б. Ф. Апарин // Почвоведение. – 2016. – № 1. – С. 3–10.
3. Кокотов, Ю. А. Поле кислотности как ионообменных систем, и диагностика генетических горизонтов / Ю. А. Кокотов, Е. Ю. Сухачева, Б. Ф. Апарин // Почвоведение. – 2014. – № 12. – С. 1448–1459.
4. Костенко, И. В. Состав обменных катионов и кислотность почв горного Крыма / И. В. Костенко // Почвоведение. – 2015. – № 8. – С. 932–942.
5. Почвенный покров и земельные ресурсы Российской Федерации / Коллектив авторов под ред. Л. Л. Шишова, Н. В. Комова, А. З. Родина, В. М. Фридланда. – Москва: Почвенный институт им. В. В. Докучаева РАСХН, 2001. – 400 с.
6. Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР. – Москва: Колос, 1983. – 432 с.
7. Самофалова, И. А. Кислотно-основные свойства бурых лесных почв на Среднем Урале (хребет Басеги) / И. А. Самофалова // Лесные почвы и функционирование лесных экосистем: материалы VIII Всерос. научной конф. с международным участием. – Москва: ЦЭПЛ РАН, 2019. – С. 54–57.
8. Самофалова, И. А. Кислотный след разных типов почв Пермского края / И. А. Самофалова // Агротехнологии XXI века: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (25–26 ноября 2021, Пермь). В 3 ч. Ч. 1. / МСХ РФ, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ им. академика Д. Н. Прянишникова; редкол.: Э. Ф. Сатаев [и др.]. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2021. – С. 189–194. ISBN 978-5-94279-434-7. ISBN 978-5-94279-435-4.
9. Самофалова, И. А. Современное состояние земельных ресурсов в Пермском крае / И. А. Самофалова, Н. Ю. Каменских, А. Т. Кайгородов // Пермский аграрный вестник: сборник науч. трудов LXVII Всерос. науч.-практ. Конференции. Ч. 1. – Пермь, ФГОУ ВПО Пермская ГСХА, 2008. – С. 117–122.

10. Самофалова, И. А. Агроэкологическая оценка органического вещества в дерново-подзолистых почвах Пермского края: моногр. / И. А. Самофалова, Н. М. Мудрых / МСХ РФ ФГБОУ ВО Пермской ГСХА. им. акад. Д. Н. Прянишникова». – Пермь: Прокрость, 2015. – 154 с.

11. Соколова, Т. А. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе / Т. А. Соколова, И. И. Толпешта, С. Я. Трофимов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Тула: Гриф и К°, 2012. – 124 с.

12. Шашко, Д. И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д. И. Шашко. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 247 с.

УДК 631.435

И. А. Самофалова¹, Д. С. Ветчанина²

^{1,2}ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

¹E-mail: samofalovairaida@mail.ru

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ГРАНУЛОМЕТРИИ ПОЧВ НА МЕЛИОРИРУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ

Изучено варьирование содержания элементарных почвенных частиц в почвах на осушенной территории. В гранулометрическом составе почв преобладает илистая и крупнопылевая фракции. Наиболее варьированным показателем гранулометрического состава в пределах поля является содержание крупной пыли. Энтропия демонстрирует разнообразие и неупорядоченность почв по гранулометрическому составу, что характеризует некоторую неустойчивость к сельскохозяйственному использованию. Мелиорация переувлажненных почв не приводит к облегчению гранулометрического состава и, соответственно, к улучшению водно-физических свойств почв.

Введение. Гранулометрический состав (ГС) – важнейшая характеристика почвы, от которой зависят очень многие свойства почвы и ее плодородие. ГС оказывает существенное влияние на водно-физические, физико-механические, воздушные, тепловые свойства, окислительно-восстановительные условия, поглотительную способность, накопление в почве гумуса, зольных элементов и азота [14–16].

Гранулометрический состав оказывает очень большое влияние на процессы почвообразования, свойства и режимы почв, учитывается при землеустройстве территории: при выборе участков под многолетние насаждения, при введении специализированных севооборотов, проведении почвозащитных мероприятий и др. [1, 3, 9–13]. Гранулометрический состав почв используется при оценке

качества почвы, является основной агрофизической характеристикой, а также оказывает важное влияние на сельскохозяйственное использование почв [14, 15].

Одним из показателей устойчивости почв к техногенезу является определенный гранулометрический состав с преобладанием мелкопылеватой и илистой фракции, в наибольшей степени благоприятствующий формированию прочной структуры [14–17].

Любая система агроэкологической оценки земель и землепользования всегда строится на основе выбора правильно установленного набора основных диагностических показателей функционального качества земель и их экологического состояния [14, 15].

Пространственная неоднородность почвенного покрова является одним из факторов, определяющих качество сельскохозяйственных земель, и отражается на вариабельности урожая возделываемых культур [8]. Высокая значимость ГС в почвообразовании и в плодородии почв определяет постоянное внимание к его изучению как ученых, так и практиков сельского хозяйства. С позиции сельского хозяйства изучение гранулометрического состава является актуальным, так как это поможет подобрать мероприятия для рационального использования сельского хозяйства, произвести разработку щадящих приемов управления свойствами среды.

Цель исследования – определить характер варьирования элементарных почвенных частиц в пространстве в условиях конкретного поля.

Объекты и методы исследования. Исследования проводили на территории конезавода. Землепользование конезавода расположено в северной части Пермского района и входит в пригородную зону г. Перми.

Хозяйство расположено в лесной зоне, в подзоне смешанных лесов, в районе южно-таежных пихтово-еловых лесов с мелколиственными породами и липой в древесном ярусе. Коренными породами, слагающими местность, являются отложения Казанского яруса верхней Перми. Они состоят из частого чередования мергеля, известняков, глин, окрашенных в бурые и розовые тона. Почвообразующие породы представлены лессовидными покровными отложениями, элювий пермских глин и известняков, современные аллювиальные и делювиальные отложения [5]. В геоморфологическом отношении территория хозяйства относится к району долины Камы ниже г. Перми. Здесь самые низкие отметки высот над уровнем моря в Пермском крае. Хозяйство находится на одной из аллювиальных террас, рельеф которой в целом очень спокойный, однообразный. Максимальные отметки 143,8–145 м н.у.м. на юго-западе

хозяйства. Наиболее пониженная часть территории – долина реки Мулянки и ее притоков (Черная и Устиновка). Высота местности тут 101–114 м, что обуславливает наличие обширных заболоченных или переувлажненных угодий, почв. Притеррасная пойма заболочена и осушается с помощью каналов.

По особенностям почвенного покрова территория хозяйства входит в Осинско-Оханско-Пермский район дерново-подзолистых почв [4]. Первичное почвенное обследование на территории хозяйства было проведено в 1964 г. В условиях всеобщего пониженного положения местности над уровнем моря, большое распространение имеют почвы дернового типа и болотные. Дерновые почвы представлены дерновыми оподзоленными 53 га, дерновыми поверхностно-глееватыми оподзоленными 268 га, дерновыми поверхностно-глееватыми 1261 га, дерновыми глеевыми 341 га. На долю пойменных приходится 244 га, болотных – 207 га [5].

Почвы пониженных элементов рельефа постоянно подпитываются стекающими с водораздела водами и грунтовой водой, испытывают избыточное увлажнение. Поэтому достаточно большие площади почв подвержены осушению и регулированию водного режима с помощью орошения осушенных почв [5]. Площадь осушенных сельхозугодий составляет 659 га или 11,6 %. Осушенная пашня составляет 29 га (0,5 % к площади хозяйства), сенокосы осушенные 210 га – 3,7 %, пастбища осушенные 420 га – 7,4 %.

Критерием оценки структурной организации почв выступает энтропия – количественная характеристика вероятностных распределений свойств системы [3, 7, 9, 11, 13]. Гранулометрический состав почв изменяется в пространстве. Одной из характеристик вариабельности свойств почв с вероятностно-статистической точки зрения является энтропия, которая может использоваться как критерий эволюции и динамики почвенного покрова [6, 7].

Расчет энтропии (S), как количественной характеристики вероятностных распределений свойств почвы, проведен по формуле Шеннона:

$$S = - \sum_{i=1}^4 \left(\frac{x_i}{G} \right) \log \left(\frac{x_i}{G} \right),$$

где x_i – содержание почвенных частиц;

G – сумма всех частиц, %;

4 – число частиц по размерам [3, 7, 9, 11, 13].

Для изучения пространственной неоднородности методом регулярной сетки на поле была наложена сетка для выделения границ

элементарных участков площадью 2 га. В результате их количество составило 12.

Обработка данных исследований проведена в программе MS Excel 2010, STATISTICA 6.0. Оценка достоверности проводилась на уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования. В почвах, подвергающихся постоянной распашке и агротехническим мероприятиям, помимо естественных факторов почвообразования в течение длительного времени действует антропогенный фактор. Именно поэтому необходимо изучить возможные изменения гранулометрического состава почв под влиянием процесса естественно-антропогенного процесса почвообразования [10, 12].

Согласно классификации почв по гранулометрическому составу Н. А. Качинского [2] почвы относятся к разновидности легкая и средняя глина (табл. 1). Преобладающие фракции в пахотном слое – илистая (30,8–45,1 %) и крупнопылеватая (19,8–40,2 %), которые отражают полное название – глинистая крупнопылевато-иловатая.

Энтропия демонстрирует разнообразие и неупорядоченность почв по гранулометрическому составу, что характеризует некоторую неустойчивость к сельскохозяйственному использованию.

Обработка глинистых по ГС почв требует больших энергетических затрат по сравнению с песчаными и супесчаными. Данные почвы имеют замедленную фильтрацию и высокую влагоемкость, что в гумидных условиях ведет к переувлажнению и развитию оглеения. Одновременно с этим тяжелые почвы обладают высокой поглотительной способностью и буферностью. Бесструктурные тяжелые почвы характеризуются неудовлетворительным водно-воздушным режимом, повышенной плотностью, липкостью, склонны к коркообразованию и подвержены эрозии [1, 3, 12–16].

Гранулометрический состав почв изменяется в пространстве в пределах поля (табл. 2, рис. 1).

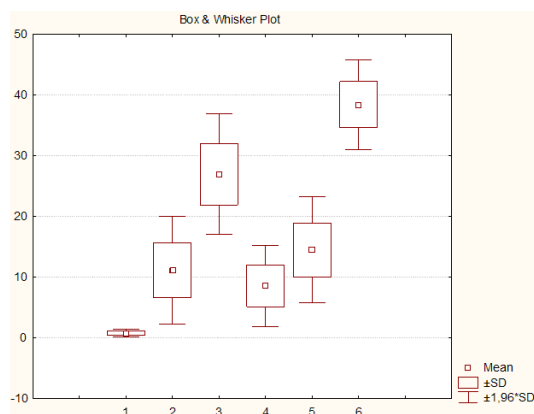
Таблица 1 – Гранулометрический состав почв

№ точки	Элементарные почвенные частицы, %						S
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	
1	1,71	5,81	28,00	2,40	24,41	37,67	1,83
2	0,79	8,49	27,80	16,68	7,65	38,59	1,86
3	0,64	5,44	40,16	12,68	10,25	30,83	1,78
4	0,50	8,86	28,36	7,36	15,73	39,19	1,85
5	0,77	13,11	23,80	6,76	18,73	36,83	1,92
6	0,83	4,41	28,08	8,84	15,41	42,43	1,76
13	0,71	15,89	26,24	7,92	11,01	38,23	1,92
14	0,77	17,03	25,40	7,84	12,29	36,67	1,94

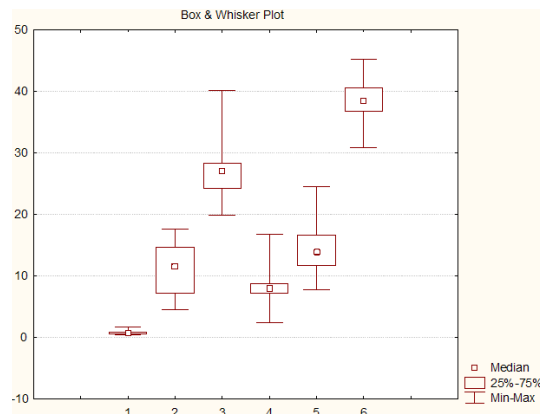
№ точки	Элементарные почвенные частицы, %						S
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	
15	0,68	11,76	21,56	8,60	17,37	40,03	1,89
16	0,52	13,32	24,64	7,88	12,57	41,07	1,89
17	0,58	17,62	29,00	6,88	12,29	33,63	1,95
18	0,35	11,21	19,80	8,24	15,29	45,11	1,83

Таблица 2 – Статистические показатели распределения ЭПЧ (элементарных почвенных частиц)

Показатель, %	Размер ЭПЧ, мм						S
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	
Среднее	0,74	11,08	26,90	8,51	14,42	38,36	1,87
Стандартная ошибка	0,10	1,31	1,46	0,99	1,28	1,09	0,02
Медиана	0,70	11,49	27,02	7,90	13,93	38,41	1,88
Минимум	0,35	4,41	19,80	2,40	7,65	30,83	1,76
Максимум	1,71	17,62	40,16	16,68	24,41	45,11	1,95
Размах	1,36	13,21	20,36	14,28	16,76	14,28	0,19
Дисперсия	0,11	20,60	25,65	11,81	19,81	14,34	0,00



А) по среднеарифметическому



Б) по медиане

Рисунок 1 – Распределение элементарных почвенных частиц:

1 – (1,0–0,25); 2 – (0,25–0,05); 3 – (0,05–0,01); 4 – (0,01–0,005);
5 – (0,005–0,001); 6 – (<0,001)

Для оценки степени варьирования элементарных почвенных частиц определили статистическое распределение показателя в пространстве. Распределение ЭПЧ можно характеризовать как нормальное, т.к. среднее значение и медианные достаточно близки (правило статистики). Размах изменчивости содержания ЭПЧ варьирует в широких пределах от 1,3 до 20,3 %, максимальный размах изменчивости характерен для частиц крупной пыли. Это же подтверждает и дисперсия.

Статистическое распределение в виде квантилей демонстрирует преобладающее содержание в гранулометрическом составе почв количества крупной пыли и ила. Содержание средней и мелкой пыли и среднего и мелкого песка находится примерно на одном уровне. Содержание крупного песка незначительно.

Заключение. Содержание элементарных почвенных частиц варьирует в пределах поля, не изменяя при этом разновидности почв по гранулометрическому составу почв. В гранулометрическом составе почв преобладает илистая и крупнопылеватая фракции. Наиболее варьлируемым показателем гранулометрического состава в пределах поля является содержание крупной пыли.

Мелиорация переувлажненных почв не приводит к облегчению гранулометрического состава и, соответственно, к улучшению водно-физических свойств почв.

Результатом неоднородности поля по содержанию элементарных почвенных частиц является микрорельеф, а также наличие и степень проявления процессов поемности и аллювиальности.

Список литературы

1. Березин, П. Н. Особенности распределения гранулометрических элементов почв и почвообразующих пород / П. Н. Березин // Почвоведение. – 1983. – № 2. – С. 52–64.
2. Качинский, Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н. А. Качинский. – Москва: АН СССР, 1958. – 193 с.
3. Кирюшин, В. И. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа современной агротехнологической политики России / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2000. – № 3. – С. 4–6.
4. Коротаев, Н. Я. Почвы Пермской области / Н. Я. Коротаев. – Пермь: Пермское книжное издательство, 1962. – 467 с.
5. Лабутина, М. С. Почвы госконезавода «Пермский» Пермского района Пермской области и рекомендации по их использованию / М. С. Лабутина, Е. И. Красильникова, И. Н. Азанова // Уралгипрозем. – Пермь, 1990. – 101 с.
6. Михеева, И. В. Вероятностно-статистическая оценка устойчивости и изменчивости природных объектов при современных процессах (на примере каштановых почв Кулундинской степи) / И. В. Михеева; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 103 с.
7. Михеева, И. В. Изменение вероятностных распределений фракций гранулометрического состава каштановых почв Кулундинской степи под воздействием природных и антропогенных факторов / И. В. Михеева // Почвоведение. – 2010. – № 12. – С. 1456–1467.
8. Небытов, В. Г. Пространственное варьирование агрохимических свойств и урожая зерновых культур в условиях неоднородности почвенного покрова ста-

ционных полевых опытов / В. Г. Небытов // Аграрная Россия. – 2016. – № 10. – С. 13–19.

9. Самофалова, И. А. Диагностика эродированности почв с использованием современных подходов к интерпретации параметров гранулометрического состава / И. А. Самофалова // Земледелие. – 2020. – № 1. – С. 14–19.

10. Самофалова, И. А. Изменения стабильного свойства почвы (гранулометрического состава) в результате длительного применения различных систем удобрения / И. А. Самофалова // Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России: материалы Междунар. научной конф. Под ред. Б. Ф. Апарина. – СПб.: Издательский дом СПбГУ, 2011. – С. 97–99.

11. Самофалова, И. А. Математические методы интерпретации гранулометрического состава почв / И. А. Самофалова // Информационные системы и коммуникативные технологии в современном образовательном процессе: сборник научных трудов. – Пермь: Прокрость, 2014. – С. 88–90.

12. Самофалова, И. А. Региональные закономерности гранулометрического состава в дерново-подзолистых почвах в Пермском крае / И. А. Самофалова // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: материалы III Всерос. (Нац.) научной конф. – Новосибирск: НГАУ, 2018. – С. 167–173.

13. Самофалова, И. А. Системный анализ гранулометрического состава дерново-подзолистых почв / И. А. Самофалова // Актуальные проблемы аграрной науки в XXI веке: материалы Междунар. науч.-практ. конф., май 2014. ФГБОУ ВО Пермская ГСХА. – Пермь: Прокрость, 2014. – С. 97–100.

14. Татаринцев, В. Л. Агроэкологическая оценка гранулометрического состава почв Алтайского края / В. Л. Татаринцев, Л. М. Татаринцев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 4. – С. 43–52.

15. Татаринцев, Л. М. Методологическая основа агроэкологической оценки (почв) / В. Л. Татаринцев, И. А. Будрицкая, Л. В. Лебедева. – Алтайский гос. аграрн. универс. – 2016. – С. 442–443.

16. Теории и методы физики почв / под ред. Е. В. Шеина, Л. О. Карпачевского. – Тула: Гриф и К°, 2007. – 616 с.

17. Титова, В. И. Агроэкосистемы: проблемы функционирования и сохранения устойчивости (теория и практика агронома-эколога): учебное пособие / В. И. Титова, М. В. Дабахов, Е. В. Дабахова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Н. Новгород: НГСХА, 2002. – 205 с.

Л. О. Тронина¹, Н. А. Пегова²

^{1,2}УдмФИЦ УрО РАН

¹E-mail: Troninalo@udman.ru

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ НА ЕЕ БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ

Представлены материалы исследований по изучению систем основной обработки почвы, проведенных в многолетнем стационарном полевом опыте в четвертой ротации зернопаротравяного севооборота. Комбинированная система обработки почвы, улучшая агрофизические показатели дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, способствовала созданию комфортных условий для жизнедеятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов, а также рациональному использованию влаги и элементов питания культурами полевого севооборота.

Актуальность. От активности и направленности биологических процессов, протекающих в почве, зависит скорость трансформации различных соединений, разложение растительных остатков, накопление элементов питания растений и, в конечном счете, плодородия почвы. Почвенные организмы используют минеральные элементы для строения своих тел, таким образом способствуют перемещению веществ по профилю почвы, сокращая их вымывание. Клубеньковые и свободноживущие бактерии усваивают азот из атмосферы и обогащают им почву. Количество живых организмов в 1 г хорошо окультуренной почвы может достигать нескольких миллиардов, а общая их масса 10 т/га. Высокая биологическая активность почвы при прочих равных условиях способствует росту урожайности сельскохозяйственных культур. Для нормального функционирования почвенных организмов необходимы прежде всего энергия и питательные вещества. Для подавляющего большинства микроорганизмов такой источник энергии – органическое вещество почвы. Поэтому активность почвенной микрофлоры главным образом зависит от поступления или наличия в почве органического вещества [3, 6, 8].

Обработка способствует разрушению почвенных агрегатов, делая органическое вещество более доступным микроорганизмам. Когда интенсивность обработки почвы сокращается, количество стабильных микроорганизмов возрастает, углерод и азот в них лучше зафиксированы. Состояние растительных остатков также влияет

на скорость минерализации. Будучи заделанными в почву, они разлагаются в 1,5 раза быстрее, чем оставленные на поверхности. На развитие почвенной микрофлоры положительно влияют многолетние травы, сидеральные и другие сельскохозяйственные культуры, после которых в почву поступает большое количество сравнительно легкоразлагающихся растительных остатков [1, 4].

Для оценки деятельности почвенной биоты используют биологическую активность почвы. С одной стороны, этот показатель характеризуется численностью компонентов почвенной биоты, с другой – количественными критериями результатов жизнедеятельности почвенных организмов. Оценку биологической активности почвы по результатам деятельности почвенных организмов проводят методом определения количества поглощенного кислорода и продуцируемого диоксида углерода, разложившейся целлюлозы, почвенных ферментов, нитратного и аммиачного азота, фитотоксичных соединений и др. Каждый отдельно взятый показатель характеризует активность определенной группы микроорганизмов, а не всей почвенной биоты в целом. Достаточно точное представление о действии различных агротехнических приемов на энергию разрушения растительного материала дают методы учета биологической активности почвы по разложению естественных источников целлюлозы – соломы, льняных или хлопчатобумажных полотен. Под воздействием деятельности бактерий и грибов происходит процесс распада целлюлозы, что, в свою очередь, представляет существенный интерес, особенно для познания механизма трансформации органического вещества [2, 3, 5].

Цель исследования – изучение влияния системы почвообработки в полевом севообороте на биологическую активность агродерново-подзолистой среднесуглинистой слабосмытой почвы.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2015–2020 гг. в многолетнем стационарном полевом опыте в четвертой ротации севооборота на экспериментальном поле Удмуртского НИИСХ структурного подразделения ФГБУН УдмФИЦ УрО РАН, расположенного в Завьяловском районе Удмуртской Республики, Российская Федерация.

Чередование культур в севообороте: 2015 г. – чистый пар; 2016 г. – озимая рожь; 2017 г. – яровая пшеница + клевер; 2018 г. – клевер 1 г.п. на сидерат; 2019 г. – ячмень; 2020 г. – горчица.

Схема опыта включала три системы основной обработки почвы: отвальная – ежегодная вспашка до 18 см (ПН-3-35); комбинированная – вспашка 2 раза за ротацию: в пару и заделка клеверного сидерата на глубину до 18 см (ПН-3-35) и ежегодная безотвальная

обработка на 10–12 см (БДТ-3) под остальные культуры; минимальная – ежегодное поверхностное рыхление до 8 см (КПЭ-3,8), мелкая заделка клевера до 10 см (БДТ-3 в 2 следа).

Технология возделывания культур различалась по вариантам основной обработки почвы согласно схеме опыта. Предпосевная обработка почвы была общей для всех вариантов. Она включала ранневесеннее боронование (БЗСС-1,0), культивацию (КПС-4) с внесением минеральных удобрений, предпосевную обработку почвы комбинированным агрегатом РВК-3,6, посев зернотравяной сеялкой СЗТ-3,6. В 2015 году в чистом пару было проведено двукратное дискование БДТ-3, культивация с боронованием КПЭ-3,8, затем основная обработка почвы по схеме опыта.

Почва опытного участка агродерново-подзолистая слабосмытая среднесуглинистая на покровных глинах и тяжёлых суглинках, содержание гумуса 2,26 %, подвижного фосфора – 266 мг/кг, обменного калия – 133 мг/кг, pH_{KCl} – 5,37.

Для определения агрофизических свойств пахотного горизонта в опыте нами были отобраны пробы по слоям 0–10 и 10–20 см после уборки яровых зерновых (2017 и 2019 гг.), в период отрастания клевера (2018 г.) и после уборки горчицы на семена (2020 г.). По комбинированной системе основной обработки почвы отбор проб осуществлялся с 2018 г. Определение плотности проводили методом режущего кольца, влажность – методом высушивания до постоянной массы, содержание гумуса – по И. В. Тюрину [ГОСТ 26213-91], биологическую активность почвы определяли методом аппликаций из хлопчатобумажных полотен по слоям 0–10 и 10–20 см [Практикум по земледелию, 1971]. Метод учета урожайности двойной сплошной с каждой делянки с последующим перерасчетом на 100 % чистоту и стандартную влажность семян [ГОСТ 12037-81] и по пробным площадкам [Методика государственного сортоиспытания..., 1985; Методические указания..., 1997]. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием дисперсионного и корреляционного анализов по Б. А. Доспехову (1985) с помощью программы Microsoft Office 2010.

Результаты исследований. Наиболее важным количественным критерием результатов жизнедеятельности почвенных организмов служит целлюлозоразлагающая активность почвы. Оценка активности проводилась методом определения количества разложившейся хлопчатобумажной тестовой ткани. В различные по метеорологическим условиям годы исследований и под разными культурами, формировались неодинаковые условия жизнедеятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов.

В условиях избыточного увлажнения почвы в течение вегетационного периода 2017 г. биологическая активность почвы была высокой и сильно варьировала по вариантам опыта. В зависимости от системы обработки почвы степень разложения хлопчатобумажных полотен в слое 0–10 см изменялась от 26,0 до 34,2 %, в слое 10–20 см – от 12,0 до 24,6 % (табл. 1). В варианте с комбинированной системой обработки почвы, в сравнении с отвальной и поверхностной, в верхнем слое почвы отмечена более высокая биологическая активность – 34,2 %, в слое 10–20 см это преимущество сохранилось по вспашке. Существенное снижение интенсивности разложения растительного материала относительно комбинированной и отвальной систем основной обработки почвы отмечено при поверхностном рыхлении в нижнем, необрабатываемом слое пахотного горизонта при $НСР_{05}$ 7,0 %. При этом верхняя прослойка пахотного горизонта (0–10 см) по биологической активности оставалась на уровне отвальной обработки почвы – 26,0 %.

Прохладное лето 2018 г. с недостаточным количеством осадков, а также отсутствие осенней почвообработки, способствовало существенному снижению биологической активности почвы до 12 %. В таких условиях при минимальной системе обработки почвы степень разложения х/б полотен в нижнем слое пахотного горизонта была наибольшей и составила 16,9 %. При комбинированной системе этот показатель достоверно снизился относительно отвальной и минимальной систем почвообработки при $НСР_{05}$ 1,9 и 2,8 % в верхнем и нижнем слоях пахотного горизонта соответственно. Следует отметить, что последняя обработка почвы была проведена весной 2017 г.

Зеленая масса клевера 1 г.п. урожая 2018 г. была заделана согласно схеме опыта в качестве зеленого удобрения. Также следует отметить, что в 2019 г. мы сравниваем две отвальные обработки с мелкой безотвальной, так как в комбинированной системе обработки почвы была проведена вспашка на глубину 18 см (ПН-3-35) согласно схеме опыта, а в минимальной – мелкая заделка клевера до 10 см (БДТ-3 в 2 следа).

Заделка зеленой массы клевера значительно обогатила дерново-среднеподзолистую почву свежей органической массой сидерата, что создало благоприятные условия для активации микрофлоры в почве, играющей большую роль в повышении биологической активности почвы. Так, в 2019 г. в среднем по опыту целлюлозоразлагающая активность почвы составила 31,8–51,4 %. Однако в условиях влажного и холодного лета минимизация почвообработки привела к достоверному снижению интенсивности микробиологических процессов относительно вспашки как в верхнем,

так и в нижнем слоях на 18,0–18,1 % и 13,5–16,5 % соответственно. Корреляционный анализ выявил среднюю связь интенсивности разложения хлопчатобумажных полотен с плотностью почвы. В верхнем слое эта связь положительная ($r = 0,48$), в нижнем слое – отрицательная ($r = -0,34$), что объясняется лучшей аэрацией и водопроницаемостью в верхних слоях почвы.

В условиях 2020 г. в среднем по опыту обработка почвы не оказала достоверного влияния на ее биологическую активность в слое 10–20 см. Существенное снижение интенсивности разложения тестовой ткани наблюдалось при минимальной системе почвообработки в верхнем слое пахотного горизонта.

Таблица 1 – Целлюлозоразлагающая активность почвы в слое 0–20 см в зависимости от системы обработки почвы в полевом севообороте (среднее 2017–2020 гг.), %

Культура	Год	Горизонт, см	Отвальная	Комбинированная	Минимальная	НСР ₀₅
Яровая пшеница + клевер	2017	0–10	28,5	34,2	26,0	8,1
		10–20	24,6	23,3	12,0	7,0
Клевер 1 г.п.	2018	0–10	14,4	12,0	13,9	1,9
		10–20	16,5	13,5	16,9	2,8
Ячмень	2019	0–10	51,3	51,4	33,3	2,1
		10–20	45,3	48,3	31,8	2,7
Горчица	2020	0–10	25,6	29,3	22,0	6,6
		10–20	24,7	21,5	22,9	$F_{\phi} < F_{\tau}$

В среднем за ротацию зернопаротравяного севооборота ежегодная мелкая безотвальная обработка почвы способствовала существенному снижению активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов по всей толще пахотного горизонта (табл. 2). Корреляционный анализ выявил прямую среднюю связь биологической активности почвы в нижнем слое пахотного горизонта с ее влажностью ($r = 0,55$). Безотвальная обработка почвы на глубину 10–12 см в сочетании со вспашкой два раза за ротацию полевого севооборота способствовала более эффективному использованию осадков осенне-зимнего периода. Соответствующий вывод уже был сделан учеными Алтайского НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур, которые длительное время изучали влияние способов основной почвообработки на накопление снега, сток талых вод и влагозарядку почвы. Проведенными исследованиями установлено, что даже без применения дополнительных приемов по накоплению снега при плоскорезной обработке почвы на полях задерживается 2/3 выпадающих за зимний период твердых осадков, при обычной вспашке – менее половины [7].

Таблица 2 – Показатели плодородия агродерново-подзолистой среднесуглинистой почвы и продуктивность культур полевого севооборота (среднее 2017–2020 гг.)

Показатель	Горизонт, см	Отвальная	Комбинированная	Минимальная	НСР ₀₅
Целлюлозоразлагающая активность почвы, %	0–10	29,9	31,6	23,8	1,8
	10–20	27,7	26,6	20,9	3,4
Влажность почвы, %	0–10	12,0	14,7	12,0	0,4
	10–20	13,1	16,0	11,5	1,0
Плотность почвы, г/см ³	0–10	1,35	1,35	1,36	F _φ < F _τ
	10–20	1,41	1,45	1,55	0,02
Продуктивность культур севооборота, т з.е./га	-	2,79	2,92	2,84	0,07

Влажность необрабатываемого нижнего слоя пахотного горизонта при ежегодном поверхностном рыхлении в среднем за годы измерений была существенно ниже данного показателя при отвальной и комбинированной системах почвообработки вследствие его переуплотнения и снижения влагопропускной способности почвы. Установлена отрицательная средняя связь влажности почвы с ее плотностью ($r = -0,37$). Влияние сложившихся агрофизических условий для развития целлюлозоразлагающих микроорганизмов в результате применения различных систем основной обработки почвы отразилось на продуктивности культур полевого севооборота. Установлено, что сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют на минимизацию почвообработки, в зависимости от размещения культур в севообороте и кратности отвальной обработки дерново-подзолистой почвы. По комбинированной системе обработки почвы получена достоверная прибавка продуктивности культур зернопаротравяного севооборота 0,13 т з.е./га относительно данного показателя по ежегодной вспашке.

Выводы и рекомендации. Таким образом, в полевом севообороте комбинированная система почвообработки с двукратной вспашкой (в пару и при заделке клевера на сидерат) обеспечила биологическую активность почвы на уровне ежегодной вспашки, не привела к переуплотнению почвы и способствовала рациональному использованию влаги, а значит и элементов питания культурами севооборота. Продуктивность культур полевого севооборота при комбинированной системе обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы составила 2,92 т з.е./га. Прибавка относительно данного показателя при отвальной и минимальной системах 0,13 и 0,08 т з.е./га соответственно.

Список литературы

1. Биологические основы плодородия почвы / О. А. Берестецкий, Ю. М. Возняковская, Л. М. Доросинский [и др.]. – Москва: Колос, 1984. – 287 с.

2. Гамзаева, Р. С. Количественная и качественная оценка биологической активности дерново-подзолистой почвы при применении бактериальных препаратов / Р. С. Гамзаева // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета, 2020 – № 58. – С. 103–109.
3. Земледелие / Г. И. Баздырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин; под ред. А. И. Пупониной. – Москва: Колос, 2002. – 552 с.: ил.
4. Немченко, В. В. Системы обработки почвы и ее плодородие / В. В. Немченко, О. В. Волюнкина, В. Л. Дерябин // Агротехнический вестник, 2022. – № 3. – С. 86–96.
5. Практикум по земледелию. Под ред. проф. С. А. Воробьева. – Изд. 4, доп. и перераб. – Москва: Колос, 1971. – 311 с.
6. Тренина, Л. О. Минимизация обработки дерново-подзолистой суглинистой почвы при разном уровне плодородия: монография / Л. О. Тренина. – Ижевск: Алкид, 2021. – 164 с.
7. Усков, И. Б. Основы адаптации земледелия к изменениям климата: 9 справочное издание / И. Б. Усков, А. О. Усков. – СПб., 2014. – 384 с.
8. Холзаков, В. М. Повышение продуктивности дерново-подзолистых почв в Нечерноземной зоне: моногр. / В. М. Холзаков. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. – 436 с.

УДК 631.48

А. Н. Чащин¹, А. А. Панькова²

^{1,2}ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

¹E-mail: chascshin@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭРОЗИИ ПОЧВЫ ПО ДАННЫМ БПЛА-СЪЕМКИ

Проведено моделирование эрозионной опасности почв поля ООО «Сельское» Соликамского района Пермского края по данным БПЛА-съёмки. Цель исследования – выполнить моделирование эрозионных потерь почвы по уравнению RUSLE на основе данных БПЛА-съёмки. Результатом съёмки является ортофотоплан, при помощи которого определены точные границы поля, площадь поля, тип угодья и цифровая модель высот. На основе модели высот рассчитан **LS-factor**, являющийся переменной в уравнении RUSLE. Создана прогнозная карта эрозионных потерь почвы в точных границах поля.

Введение. При определении качества почв земельных участков сельскохозяйственного назначения в условиях рельефа Пермского края степень эродированности почв является одним из значимых факторов [4, 5]. Существуют различные подходы диагностики

эрозии почв, среди которых комплексным является моделирование эрозионных потерь по уравнению RUSLE [1]. В данной модели важную составляющую имеют цифровые пространственные данные о рельефе и сельскохозяйственном использовании почв. Для их получения в детальном масштабе небольших по площади полей наиболее точно и эффективно применяются беспилотные летательные аппараты (БПЛА) коптерного типа [6, 7].

Цель исследования – выполнить моделирование эрозионных потерь почвы по уравнению RUSLE на основе данных БПЛА-съемки.

Объекты и методы. В качестве объекта исследований выбрано поле ООО «Сельское», расположенное в Соликамском районе Пермского края. Почвенный покров поля представлен неглубоко-подзолистой супесчаной почвой. Тип угодья – сенокос.

Для исследования проведена съемка с БПЛА коптерного типа – DJI mini 2. Высота съемки составила 120 метров. Сезон съемки осенний (24.09.2021). Полученный ортофотоплан имеет пространственное разрешение 2 см на пиксель. Результат наложения ортофотоплана (2 см на пиксель) на высокдетальный космический снимок покрытия ESRI World Imagery (31 см на пиксель) и границы векторизованного поля представлены на рисунке 1.

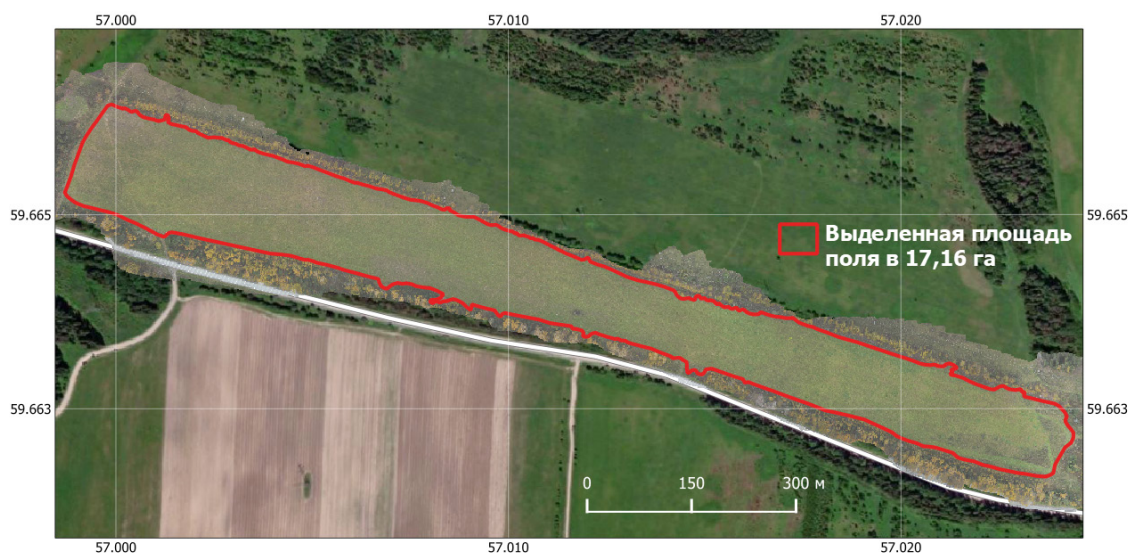


Рисунок 1 – Слой ортофотоплана на подложке снимка ESRI World Imagery

Создание ортофотоплана и цифровой модели высот (ЦМР) по снимкам с БПЛА выполнялось в программе Drone Deploy, а их обработка в геоинформационной системе QGIS 3.22. Обработка ортофотоплана и ЦМР включала: преобразование данных в систему координат проекции для Пермского края WGS 84/UTM zone 40N; векторизация границ поля; расчет морфометрических показателей

рельефа; моделирование эрозионных потерь по уравнению RUSLE при помощи калькулятора растров.

Результаты исследования. В результате обработки модели высот, полученной с БПЛА, создана серия карт морфометрических показателей рельефа (рис. 2).

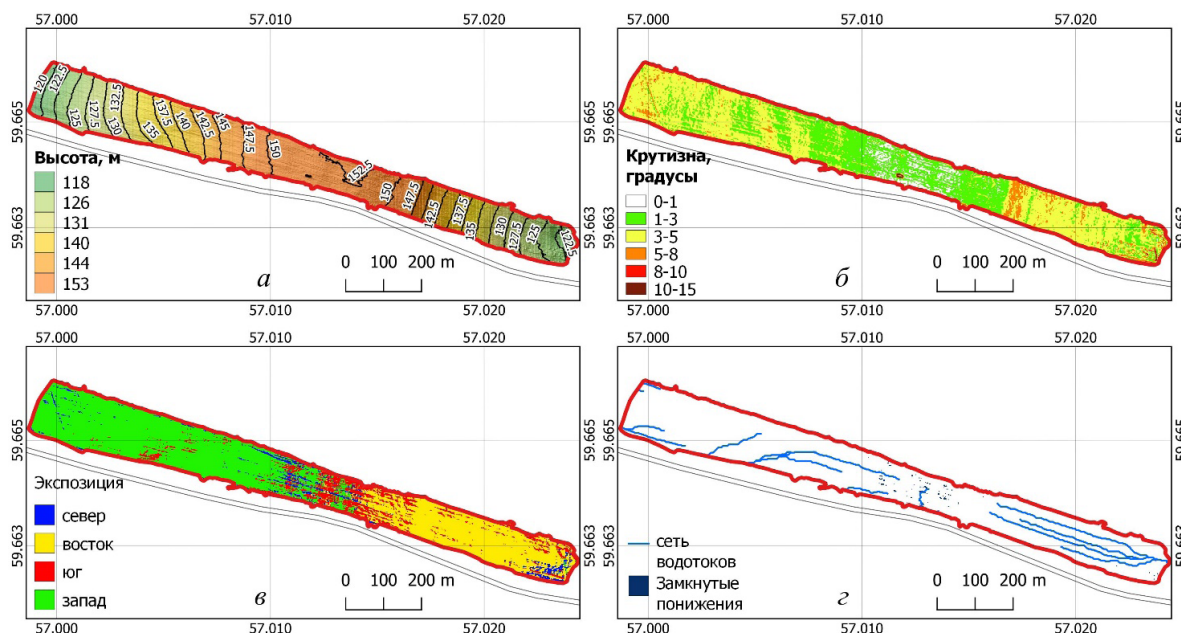


Рисунок 2 – Морфометрические показатели рельефа по ЦМР с БПЛА: а – высота, м; б – крутизна склонов; в – экспозиция склонов; г – водотоки

В таблице 1 представлены характеристики, позволяющие рассчитать показатели, характеризующие эрозионную опасность территории: горизонтальное и вертикальное расчленение рельефа, уклоны.

Таблица 1 – Статистические характеристики морфометрических показателей ЦМР

Высота, м		Крутизна склонов, градусы			Водотоки	
минимум	максимум	минимум	максимум	средняя	число	сумма длин, м
118	153	0,08	16,58	3,23	23	3103

Моделирование эрозионных потерь почвы (т/га в год) проведено по уравнению RUSLE [2]. Эта эмпирическая модель включает 5 переменных:

$$Q = 0,224 \times R \times K \times LS \times C \times P, \quad (1)$$

где Q – потеря почвы от эрозии в кг/м² за год;

R – комплексная характеристика эродирующей способности дождя;

K – комплексная характеристика свойств почвы, определяющих ее эрозионные свойства (водопроницаемость и противоэрозионная стойкость);

LS (LS-factor) – длина склона и коэффициент крутизны;

C – комплексная характеристика влияния системы земледелия на смыв почвы;

P – комплексная характеристика эффективности различных противоэрозионных мероприятий.

Поскольку масштаб моделирования детальный, фактор R определен для всей площади поля по многолетним данным (метеостанции г. Чердынь) и равен 4,8 [5]. Величина фактора K определена, исходя из содержания гумуса и гранулометрического состава почвы по [3] и составляет 0,52. LS-factor – это растр, рассчитанный по цифровой модели высот БПЛА-съемки при помощи модуля QGIS SAGA\Terrain Analysis – Hidrology\ LS-Factor. Переменная C – фактор севооборота, взят для многолетних трав по [5] и равен 0,03, а фактор почвозащитных равен 1.

Результаты моделирования эрозионных потерь почвы представлены на рисунке 3. Из рисунка видно, что вся площадь поля по эрозионной опасности относится к первому классу – смыв от 0 до 2,5 т/га, что означает отсутствие рисков эрозионных потерь.

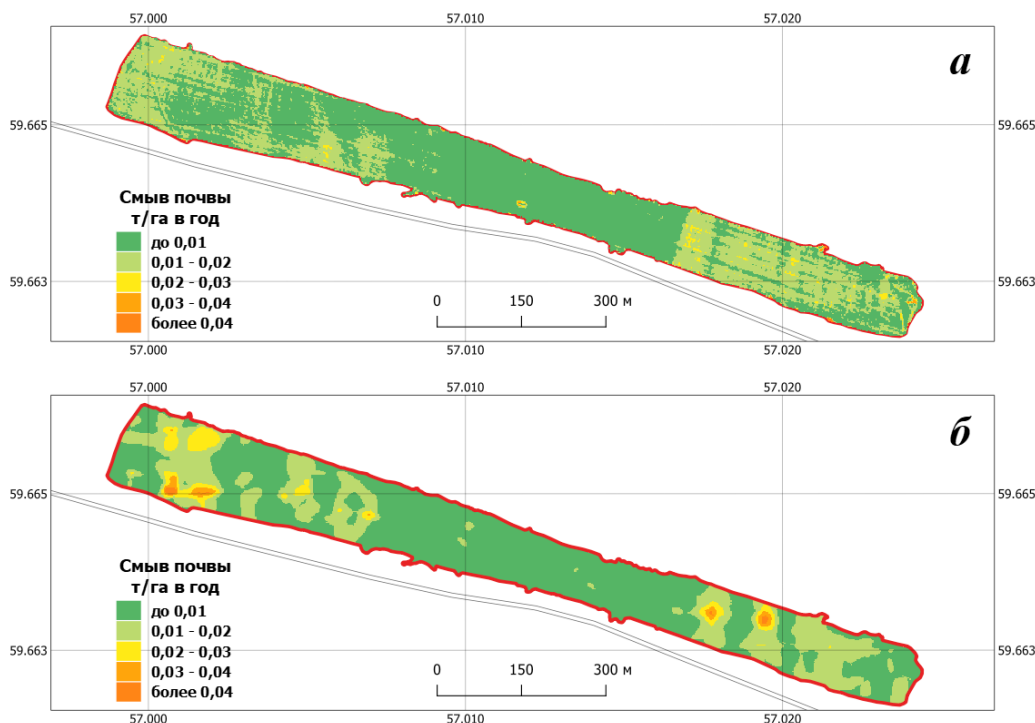


Рисунок 3 – Карта потенциального смыва почвы на поле по модели RULSE

Статистические показатели выполненной модели представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Статистические показатели смыва почвы (т/га в год)

Модель рельефа	сумма	среднее	медиана	ст. откл	минимум	максимум
БПЛА	0,1453	0,0085	0,0082	0,0054	0	0,132

Заключение. Цифровое моделирование рельефа по данным дистанционного зондирования с БПЛА является эффективным средством моделирования эрозионной опасности почв. Результаты оптической съемки в виде ортофотоплана позволяют провести исследования в точных границах поля.

Список литературы

1. Козлов, Д. Н. Цифровое картографирование эрозионных структур почвенного покрова на основе имитационной модели смыва (северная лесостепь Среднерусской возвышенности) / Д. Н. Козлов, А. П. Жидкин, Н. И. Лозбенев // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 2019. – Вып. 100. – С. 5–35.
2. Кузнецов, М. С. Эрозия и охрана почв / М. С. Кузнецов, Г. П. Глазунов. – Москва: Изд-во МГУ, 1996. – 335 с.
3. Почвы подсобного хозяйства «Восход» Соликамского лесозаготовительного комбината Соликамского района Пермской области и рекомендации по их использованию. – Пермь: Пермский филиал УРАЛГИПРОЗЕМ, 1988. – 76 с.
4. Самофалова, И. А. Диагностика эродированности почв с использованием современных подходов к интерпретации параметров гранулометрического состава / И. А. Самофалова // Земледелие. – 2020. – № 1. – С. 14–19.
5. Скрыбина, О. А. Водная эрозия почв и борьба с ней / О. А. Скрыбина. – Пермь: Пермское книжное издательство, 1990. – 244 с.
6. Pijl A. R. **UAV-based erosion mapping and modelling for the preservation of terraced cultural landscapes in northern Italy** // Geophysical Research Abstracts. – 2019. – Т. 21.
7. Raj A. R. **Effect of DEM resolution on LS factor computation** // The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2018. – Т. 42. – С. 315–321.

УДК 633.112.9"324":631.531.027

Э. Ф. Вафина¹, Е. А. Осипова²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: vaf-ef@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ НА РАЗВИТИЕ ЕЕ ПРОРОСТКОВ

В работе рассмотрены двухлетние данные по изучению показателей проростков озимой тритикале в зависимости от сорта и предпосевной обработки семян. Семена сортов озимой тритикале Ижевская 2 и Бета обрабатывали препаратами Амицид Микро, Оплот Трио, Фитоспорин. Выявлена большая длина колеоптиле у сорта Ижевская 2.

Поиск путей повышения урожайности полевых культур, улучшения качества получаемой продукции был и остается предметом исследования многих ученых. Одним из приемов, направленных на достижение данной цели, является предпосевная обработка семян удобрениями, фунгицидами химического и биологического происхождения. Положительное влияние применения различных препаратов для обработки семян до посева в технологии возделывания сельскохозяйственных культур выявлено в ряде исследований [2, 6, 9]. На кафедре растениеводства, земледелия и селекции ФГБОУ УдГАУ ведется селекционная работа с озимой тритикале [2, 8, 11], проводятся исследования по совершенствованию технологии ее возделывания на зерно и семена [1, 4, 5, 10].

Цель исследования – определение влияния предпосевной обработки семян сортов озимой тритикале фунгицидами и удобрениями на морфологические особенности проростков. Для достижения поставленной цели в 2021 и 2022 гг. был заложен полевой опыт с предпосевной обработкой семян озимой тритикале Ижевская 2 и Бета различными препаратами: Амицид Микро (комплексный препарат, состоящий из хелатированных микроэлементов и аминокислот), Оплот Трио (трехкомпонентный системный протравитель), Фитоспорин М, Ж Экстра (микробиологический препарат). В лабораторных условиях семена, подвергшиеся обработке и высеянные в поле, проращивали в рулонах в трехкратной повторности, затем, согласно методике Ю. С. Ларионова [7], определяли морфологические параметры проростков.

Между сортами выявлены отличия по длине coleoptile (рис. 1). Большую на 1,3 и 2,5 см длину coleoptile имели проростки сорта Ижевская 2. Относительно контрольного варианта без обработки семян coleoptile с большей длиной у сорта Ижевская 2 формировались при применении Амицид Микро. У проростков сорта Бета изменений длины coleoptile под влиянием обработки семян не выявили.

По длине ростка также выделялся сорт Ижевская 2 (рис. 2), превосходивший аналогичный показатель у сорта Бета на 3,4 и 1,3 см в годы исследований.

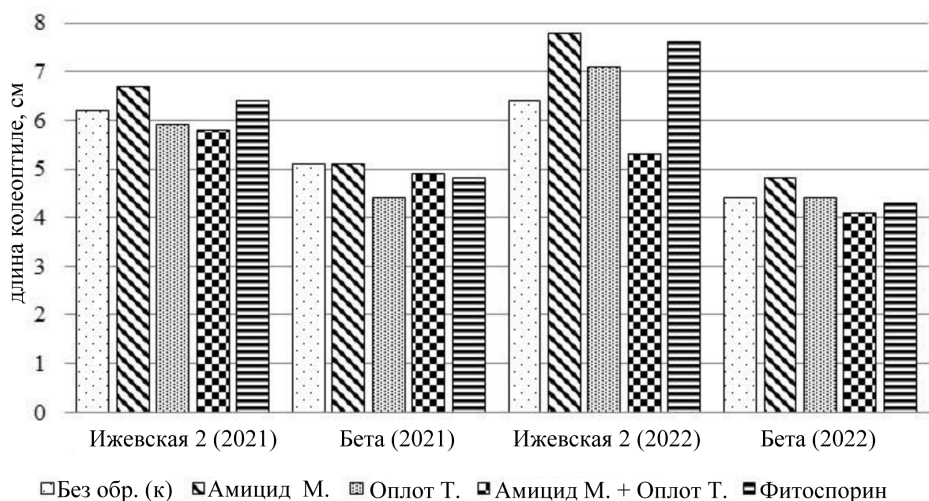


Рисунок 1 – Длина coleoptile проростков сортов озимого тритикале при разных типах обработки семян, см

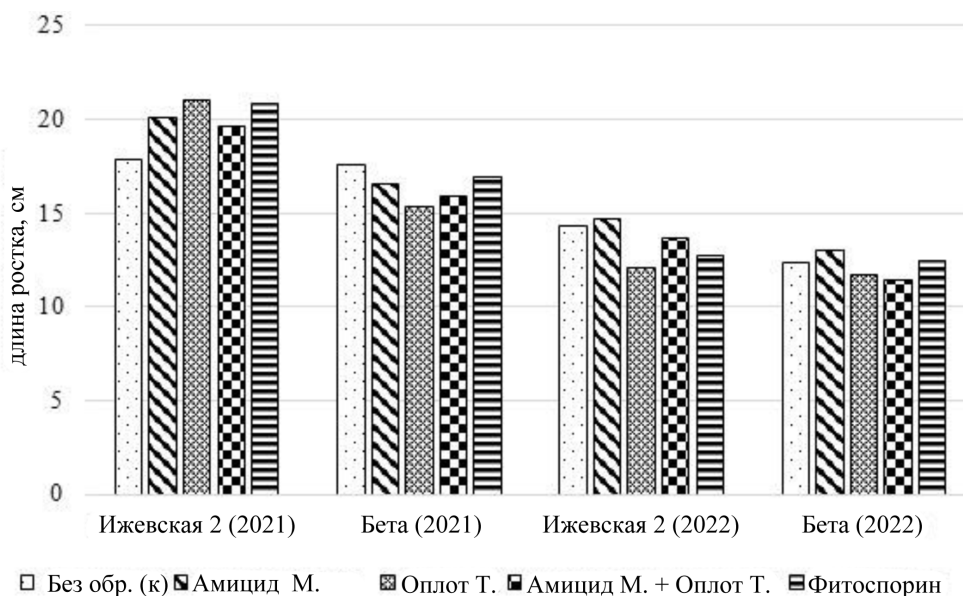


Рисунок 2 – Длина ростка проростков сортов озимого тритикале при разных типах обработки семян, см

В зависимости от обработок семян выявлено, что у сорта Ижевская 2 длина ростка увеличивалась при использовании всех изучаемых

препаратов, у проростков тритикале Бета в сравнении с контрольным вариантом существенных различий по длине ростка не выявлено.

Длина главного корешка проростков у сортов была на одном уровне 19,5–19,6 см в первый год исследования, во второй год проростки сорта Бета имели большую на 1 см длину корешка (рис. 3). У обоих сортов она была большей при применении Оплот Трио – на 4 см и 1,9 см соответственно в 2021 г. В 2022 г. большее значение длины корешка у сортов выявлено в варианте с обработкой семян Амицид Микро, у сорта Бета, кроме отмеченного варианта, также при применении Фитоспорина существенно увеличивалась длина корешка.

На количество корешков применяемые препараты оказывали неодинаковое влияние в годы проведения исследований (рис. 4).

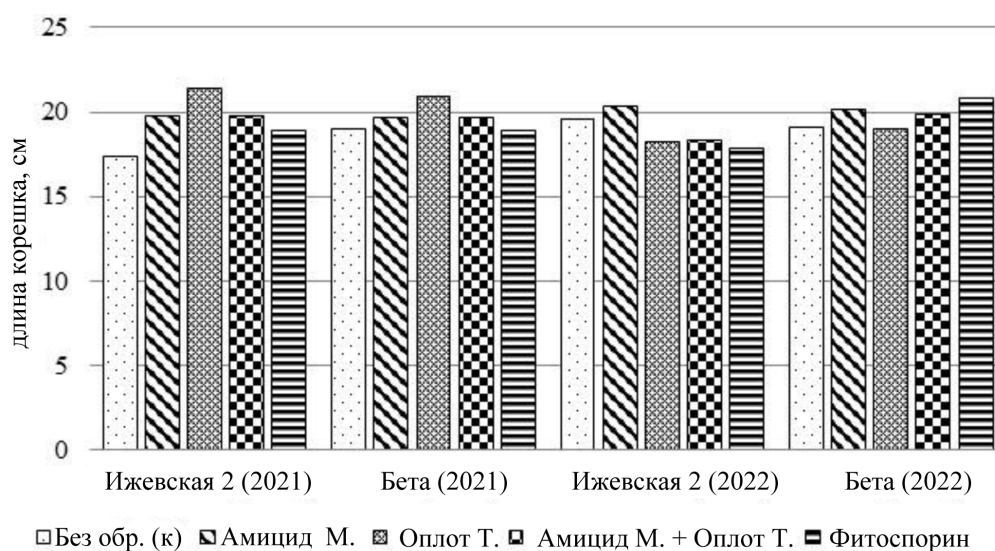


Рисунок 3 – Длина корешка проростков сортов озимого тритикале при разных типах обработки семян, см

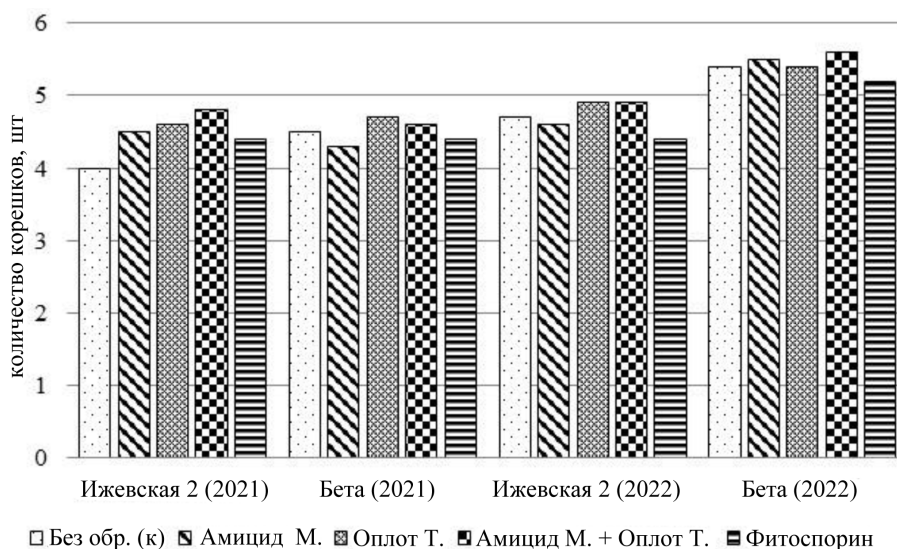


Рисунок 4 – Количество корешков у проростков сортов озимого тритикале при разных типах обработки семян, шт.

Если в 2021 г. большее их количество у сорта Ижевская 2 формировалось при совместной обработке Амицид Микро и Оплот Трио, изменение данного показателя у сорта Бета не выявлено, то в 2022 г. ни один из вариантов обработки семян не оказывал существенного влияния на количество корешков. Таким образом, по длине coleoptиле, ростка преимущество имел сорт Ижевская 2. Выявлено положительное влияние препаратов Амицид микро и Оплот Трио на показатели раннего развития проростков.

Список литературы

1. Бабайцева, Т. А. Особенности формирования урожайности и качества семян сортов озимого тритикале под влиянием технологических приемов / Т. А. Бабайцева, В. В. Слюсаренко // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – Т. 21. – № 2. – С. 103–113.
2. Бабайцева, Т. А. Оценка исходного материала для селекции озимой тритикале в Среднем Предуралье / Т. А. Бабайцева, Т. В. Гамберова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 155 с.
3. Вафина, Э. Ф. Коррекция урожайности ярового рапса микроудобрениями / Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2 (55). – С. 3–11.
4. Вафина, Э. Ф. Программирование урожайности зерна озимой тритикале в условиях Удмуртской Республики / Э. Ф. Вафина // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 54–59.
5. Десикация в технологии возделывания полевых культур / Э. Ф. Вафина, С. И. Мухаметшина, И. Ш. Фатыхов, М. А. Ложкин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (93). – С. 53–58.
6. Коконов, С. И. Формирование травостоя козлятника восточного при предпосевной подготовке семян / С. И. Коконов, Т. Н. Рябова // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. (15 июля 2021 г.). – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 337–340.
7. Ларионов, Ю. С. Теоретические основы современного семеноводства и семеноведения: учеб. пособие для студентов по агр. спец. / Ю. С. Ларионов. – Челябинск: Челябинский ГАУ, 2003. – 361 с.
8. Полторыдядько, Е. Н. Реакция сортов озимой тритикале на агроэкологические условия и ее использование в селекции / Е. Н. Полторыдядько, Т. А. Бабайцева // Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии. – Ижевск, 2020. – С. 268–278.
9. Рябова, Т. Н. Кормовая продуктивность люцерны изменчивой в зависимости от покровной культуры и предпосевной обработки семян / Т. Н. Ря-

бова, А. И. Вотинцев, С. И. Коконов // Кормопроизводство. – 2020. – № 6. – С. 16–19.

10. Слюсаренко, В. В. Продуктивность и посевные качества озимой тритикале в зависимости от предпосевной обработки семян и некорневой подкормки / В. В. Слюсаренко, Т. А. Бабайцева // Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVI Междунар. научной конф. – Брянск: Брянский ГАУ, 2019. – С. 999–1003.

11. Phenotypic variability of seedling organs of winter triticale varieties and its relationship with economically valuable features / Т. А. Babaitseva, Е. N. Poltorydyadko, S. I. Kokonov, E. F. Vafina, V. G. Kolesnikova, A. M. Lentochkin // Research on Crops. – 2021. – Т. 22. – № 3. – С. 501–507.

УДК 633.112.9"324":631.559

Э. Ф. Вафина¹, М. А. Ложкин²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: vaf-ef@mail.ru

СБОР СУХОГО ВЕЩЕСТВА РАСТЕНИЯМИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В РАЗНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Приведены данные полевых исследований сбора сухого вещества сортами озимой тритикале Ижевская 2 и Бета по фазам развития в разных метеорологических условиях вегетационного периода. В более увлажненных условиях преимущество по сбору сухого вещества на 18–395 г/м² выявлено у сорта Ижевская 2.

Актуальность. В кормлении сельскохозяйственных животных используют большой ассортимент кормовых ресурсов. В получении раннего зеленого корма большую роль играют озимые зерновые культуры. Они лучше яровых используют биоклиматический потенциал региона, обеспечивают стабильный уровень сельскохозяйственной продукции. В Уральском регионе Нечерноземной зоны России традиционно наибольшие посевные площади отводятся под озимую рожь и озимую пшеницу. Вместе с тем получить высокопитательный ранний зеленый корм можно за счёт культуры озимая тритикале [4, 6]. Использование потенциала данной культуры служит и для увеличения производства качественного продовольственного и кормового зерна [3]. По Т. А. Бабайцевой [1], А. А. Гайнуллину [3], тритикале, обладая широкой генетической основой адаптивности, хорошо приспособлена к биологизации земледелия и должна

занять свое место в качестве важного компонента в спектре решения проблем адаптивной интенсификации земледелия. Интерес к тритикале возрастает в силу уникального сочетания ряда хозяйственно-биологических особенностей новой культуры. Сорты тритикале обладают высокой потенциальной урожайностью зерна [2]. Сухое вещество озимой тритикале в разные фазы роста и развития, в том числе в смеси с участием бобовых культур, характеризуется как высококачественное, обогащенное протеином и лизином [5].

Цель исследования – определение сбора сухого вещества сортами озимой тритикале в разных метеорологических условиях.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели в 2020 и 2021 гг. на опытном поле УНПК «Агротехнопарк» был заложен полевой опыт с сортами озимой тритикале Ижевская 2 и Бета. Общая площадь делянки 30 м², учетная 25 м². Технология возделывания культуры в опыте – согласно рекомендациям адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Сбор сухого вещества определяли, начиная с фазы выхода в трубку, до начала восковой спелости зерна.

Результаты исследований. Развитие растений в 2021 и 2022 гг. проходило в различных метеорологических условиях (рис. 1). В 2021 г., начиная с фазы выхода в трубку, до созревания зерна, наблюдалась повышенная температура воздуха и небольшое количество выпавших осадков. ГТК (гидротермический коэффициент) по фенофазам развития растений сорта Ижевская 2 составил 0,32–0,58. Сорт Бета более скороспелый, ГТК в фазы весенне-летнего развития растений этого сорта был несколько выше 0,38–0,77. В данных метеорологических условиях сбор сухого вещества сортами был на одном уровне (рис. 2). Выявлено некоторое преимущество в пользу сорта Бета, в фазе выхода в трубку 17 г/м², в фазе колошения 14 г/м², цветения 110 г/м², молочного состояния зерна 38 г/м², начала восковой спелости 37 г/м².

В 2022 г. весеннее развитие растений проходило во влажных и прохладных условиях, ГТК 2,70–2,97. С фазы интенсивного роста и набора надземной биомассы и до начала созревания зерна ГТК имел более высокие значения относительно аналогичного показателя предыдущего года исследований – 0,45–1,54 для сорта Ижевская 2 и 0,10–1,19 для сорта Бета. В абиотических условиях 2022 г. уже в фазе выхода в трубку растения обоих сортов сформировали сухое вещество, равное по количеству сухого вещества, сформированному сортами в 2021 г. только в фазе колошения.

Сорт Ижевская 2 по своей морфологии более высокорослый, в связи с чем, в условиях вегетационного периода 2022 г., начиная с фазы колошения, преимущество по сбору сухого вещества с еди-

ницы площади имел этот сорт (рис. 2). Разница по сформированному сухому веществу между сортами составила от 18 г/м² в фазе колошения до 395 г/м² в фазе начала восковой спелости зерна.

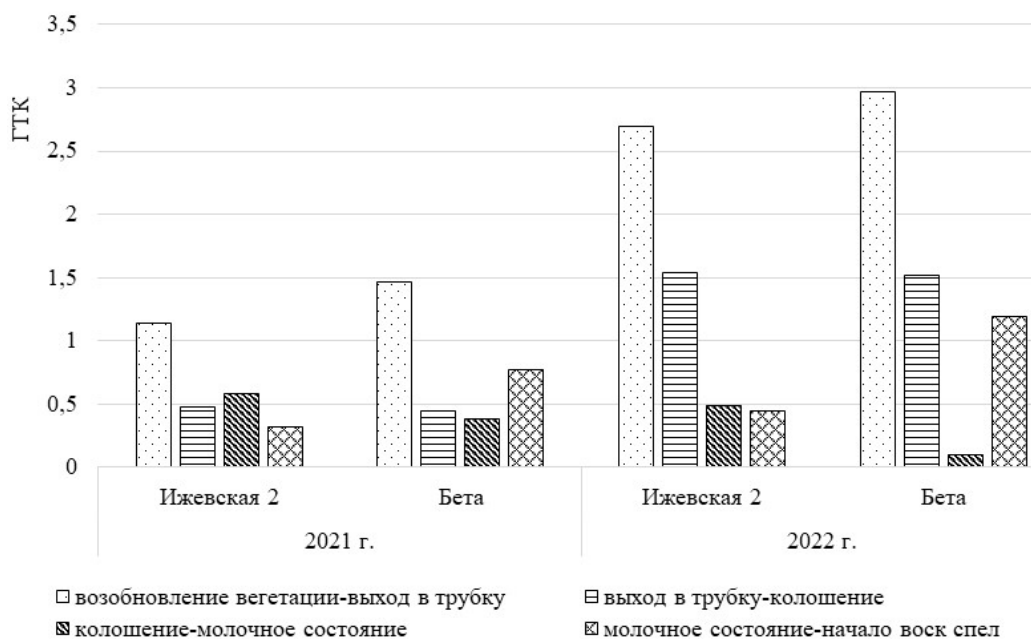


Рисунок 1 – Гидротермический коэффициент (ГТК) по фазам развития сортов озимой тритикале

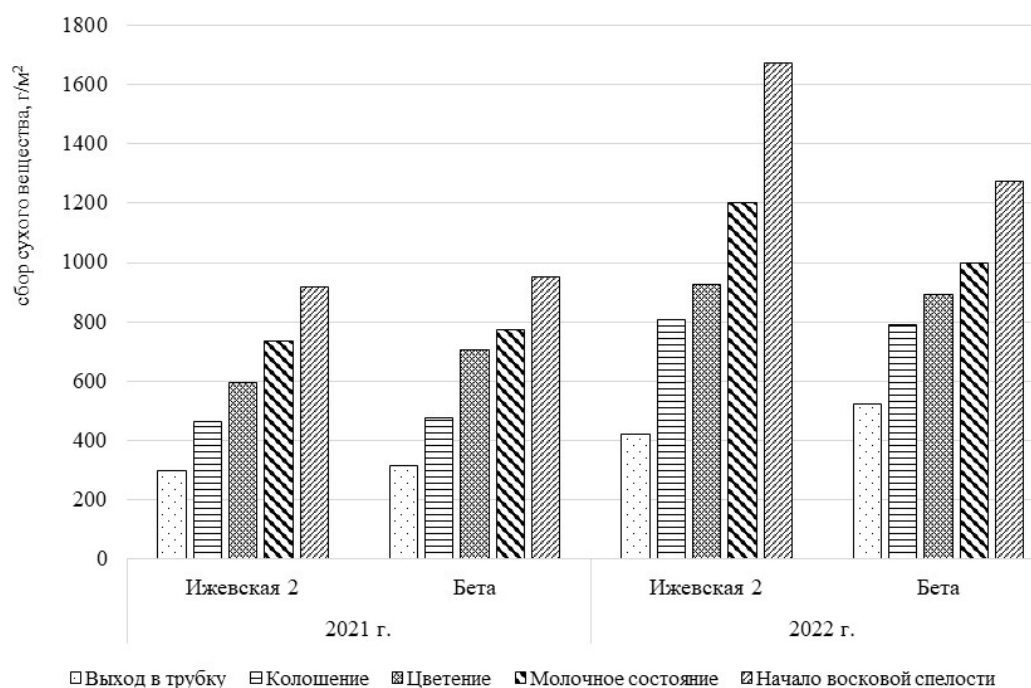


Рисунок 2 – Сбор сухого вещества сортами озимой тритикале по фазам развития, г/м²

Выводы. На сбор сухого вещества озимой тритикале оказали влияние как сортовые особенности, так и метеорологические условия. Сорт Ижевская 2 формирует большее количество сухого веще-

ства по сравнению с сортом Бета, что связано с морфологическими особенностями. В более увлажненных условиях сбор сухого вещества сортами озимой тритикале был большим в 1,5 и более раза по сравнению с аналогичным показателем менее увлажнённого вегетационного периода.

Список литературы

1. Бабайцева, Т. А. Оценка исходного материала для селекции озимой тритикале в Среднем Предуралье / Т. А. Бабайцева, Т. В. Гамберова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 155 с.
2. Вафина, Э. Ф. Программирование урожайности зерна озимой тритикале в условиях Удмуртской Республики / Э. Ф. Вафина // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Национальн. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 54–59.
3. Галиуллин, А. А. Питательная ценность зеленой массы сортов озимой тритикале в условиях Пензенской области / А. А. Галиуллин, С. А. Галиуллина // Инновационные технологии в зоотехнии и ветеринарии: материалы III Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Пензенского ГАУ. – Пенза, 2021. – С. 15–18.
4. Дашкевич, М. А. Кормовая ценность зеленой массы сортов тритикале озимого / М. А. Дашкевич, В. Н. Буштевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / Под ред. В. К. Пестиса. – Гродно, 2021. – С. 37–45.
5. Коконов, С. И. Оптимизация агрофитоценозов озимых кормовых культур / С. И. Коконов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2 (55). – С. 29–35.
6. Лапшин, Ю. А. Возделывание озимых агрофитоценозов с участием тритикале на зеленую массу и зернофураж / Ю. А. Лапшин, В. М. Измestьев, О. А. Мертвищева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2011. – № 3 (22). – С. 20–24.

УДК 633.854.54:631.526.32

В. Н. Гореева¹, Е. В. Корепанова²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: goreeva_v_n@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОБРАЗЦОВ ЛНА МАСЛИЧНОГО С МАРКЕРНЫМИ ПРИЗНАКАМИ

В результате изучения коллекции из 23 образцов льна масличного выявлены образцы с маркерными признаками, имеющие следующие ценные признаки: урожайность семян (170 г/м²), количество коробочек (15,9 шт.), семян на растении (97,2 шт.) и их масса (0,45 г) – сорт Исток из России; – содержание жира – сорта ЛМ-98 (38,5 %) и Исток (38,0 %).

Актуальность. В связи с тем, что область применения льна масличного широкая, к селекционерам имеются требования выведения перспективных сортов с различными хозяйственно-ценными свойствами, которые соответствовали бы назначению конечной продукции и были бы адаптированы к конкретным условиям произрастания [4, 11]. Для решения этой важной задачи необходимо всестороннее и углубленное изучение генофонда льна масличного и при этом выявление исходного материала с рядом ценных хозяйственных свойств для дальнейшего использования в селекции культуры [9].

Большой интерес для селекции в последние годы представляет выявление источников высокой продуктивности, имеющих разные морфологические признаки [5, 6]. Еще не так давно между сортами льна масличного практически не было заметно разницы. Сейчас остро ставится вопрос о маркировании новых сортов назначенными свойствами или признаками, так как актуален вопрос о защите авторских прав селекционеров. В современной селекции все большее внимание уделяется выведению новых сортов, которые имеют, в отличие от существующих, особые морфологические признаки [8, 10].

Лен имеет небольшое количество морфологических признаков. Достаточный спектр изменчивости имеют только окраска цветка и семян. Окраска лепестков льна может быть белая, голубая (различной интенсивности: от бледно-голубых до ярко-синих), розовая, фиолетовая – с различной интенсивностью окраски самого лепестка. Окраска семян не имеет такого разнообразия, как лепестки. Они бывают различных оттенков: зелеными, желтыми, желто- и красно-коричневыми. Также меняется их однотонность – бывают однотонные, пятнистые – с одним или двумя пятнами, крапчатые. Намного сложнее определить форму, степень раскрытия, величину цветка, форму лепестков, окраску пыльников, тычиночных нитей и т.д. Также интерес для селекции представляют такие морфологические признаки, как шести-семигнездные коробочки, с 12–14 семенами в них; наличие антоциановой окраски в подсемядольном колене стебля; наличие опушения у створок в семенных коробочках [2, 7].

Цель наших исследований – выявить образцы льна масличного с маркерными морфологическими признаками и дать сравнительную оценку по хозяйственно-ценным признакам.

Материалы и методы. Для проведения сравнительной оценки в качестве исходного материала были использованы 23 образца льна масличного различного эколого-географического происхождения. В качестве стандарта использовали сорт ВНИИМК 620 из России. Исследования проводили в 2022 г. на опытном поле УНПК «Аг-

ротехнопарк» ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ в соответствии с методическими указаниями по изучению коллекции льна [3]. Технология возделывания льна масличного в опыте общепринятая для Среднего Предуралья [1].

Опыты проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, имеющей следующие характеристики: низкое содержание гумуса, высокое подвижного фосфора, очень высокое обменного калия, реакция почвенной среды – близкая к нейтральной. Метеорологические условия 2022 г. характеризовались большим количеством выпавших осадков в первой половине вегетации и острым недостатком влаги и повышенной температурой во второй половине вегетации.

Результаты исследований. Среди всех изученных коллекционных образцов льна масличного были выделены образцы, имеющие следующие маркерные морфологические признаки:

образцы ЛМ-98, Исток из России имеют один маркерный признак – желтая окраска семян;

образец Абакус из Германии имеет один маркерный признак – белая окраска лепестков венчика.

Лен масличный сорта ВНИИМК 620, взятый за стандарт, в условиях 2022 г. сформировал урожайность семян 153 г/м² (табл. 1). Образец Исток с желтой окраской семян из России имел преимущество на 17 г/м² по урожайности семян перед стандартным сортом (НСР₀₅ – 15 г/м²). Второй сорт с желтыми семенами ЛМ-98 и сорт с белой окраской лепестков Абакус уступали на 37–64 г/м² стандартному сорту.

Таблица 1 – Урожайность семян сортов льна масличного, г/м²

Сорт	Урожайность, г/м ²	Отклонение	
		кг/га	%
ВНИИМК 620 – стандарт	153	-	
ЛМ-98	116	-37	-24
Исток	170	17	11
Абакус	89	-64	-40
НСР ₀₅		15	

Отличающиеся по окраске семян сорта льна масличного ЛМ-98 и Исток имели меньшую на 11–15 % полевую всхожесть семян по сравнению с полевой всхожестью семян стандартного сорта при НСР₀₅ – 5 % (табл. 2). Сорт Абакус имел полевую всхожесть семян (89 %), а также выживаемость растений за вегетацию (88 %) на одном уровне со стандартным сортом. Выживаемость растений

у сорта ЛМ-98 была на 11 % меньше, а у сорта Исток на 4 % больше, чем данный показатель сорта стандарта ($НСР_{05} - 3\%$).

Таблица 2 – Полевая всхожесть семян и выживаемость растений сортов льна масличного за вегетацию семян

Сорт	Полевая всхожесть семян, %	Выживаемость растений за вегетацию, %
ВНИИМК 620 – стандарт	88	89
ЛМ-98	77	78
Исток	73	93
Абакус	89	88
$НСР_{05}$	5	3

Оба сорта с желтой окраской семян уступали на по густоте стояния растений к уборке и на густоте стояния стеблей к уборке стандартному сорту при $НСР_{05} - 37$ шт./м² и 45 шт./м² соответственно (табл. 3). Сорт с белой окраской венчика не имел отличий со стандартом по густоте стояния растений к уборке, однако имел преимущество на 46 шт./м² по густоте стояния стеблей к уборке. У сортов ЛМ-98 с желтыми семенами и Абакус с белыми лепестками на одном растении больше на 0,04–0,07 шт. формировалось стеблей, в сравнении с аналогичным показателем стандартного сорта ($НСР_{05} - 0,04$).

Таблица 3 – Элементы структуры урожайности семян сортов льна масличного

Сорт	Густота стояния растений к уборке, шт./м ²	Густота стояния стеблей к уборке, шт./м ²	Количество стеблей на растении, шт.
ВНИИМК 620 – стандарт	438	484	1,10
ЛМ-98	339	384	1,14
Исток	381	419	1,10
Абакус	441	530	1,17
$НСР_{05}$	37	45	0,04

Прибавка урожайности семян у сорта Исток обусловлена большим количеством коробочек на растении на 5,7 шт., семян на растении на 29,4 шт. и их массой – на 0,1 г. относительно аналогичных показателей стандартного сорта ВНИИМК 620 при $НСР_{05} - 1,6$ шт., 9,9 шт. и 0,04 г соответственно (табл. 4). По количеству коробочек с растения выделился также желто-семянный сорт ЛМ-98, превысив стандарт на 2,2 шт. У сорта Абакус выявлено снижение на 19,8 шт. количества семян и на 0,14 г их массы, на 1,7 шт. количества семян в коробочке ($НСР_{05} - 0,7$ шт.). Все изучаемые сорта, имеющие мар-

керные признаки, имели семена с меньшей на 0,6–0,9 г массой 1000 штук ($НСР_{05} = 0,2$ г).

В условиях 2022 г. сорта с желтыми семенами ЛМ-98 и Исток накапливали относительно больше жира в семенах 38,0–38,5 %, чем стандартный сорт ВНИИМК 620 (36,4 %) и сорт Абакус (36,7 %) с белым венчиком, имеющие коричневые семена (табл. 5).

Выход масла с урожаем семян сорта Исток на 80 г/м² был больше, чем сбор масла с урожаем семян сорта стандарта ($НСР_{05} = 50$ г/м²). При выращивании двух других сортов с маркерными признаками сбор масла с урожаем семян был ниже на 98–194 кг/га по отношению к аналогичному показателю стандартного сорта.

Таблица 4 – Продуктивность растения сортов льна масличного

Сорт	На растении, шт.		Количество семян в коробочке, шт.	Масса семян растения, г	Масса 1000 семян, г
	коробочек	семян			
ВНИИМК 620 – стандарт	10,2	67,8	6,7	0,35	5,2
ЛМ-98	12,4	76,2	6,2	0,34	4,5
Исток	15,9	97,2	6,1	0,45	4,6
Абакус	9,7	48,0	5,0	0,21	4,3
$НСР_{05}$	1,6	9,9	0,7	0,04	0,2

Таблица 5 – Содержание сырого жира и сбор масла с урожаем семян сортов льна масличного

Сорт	Содержание сырого жира, %	Сбор масла с урожаем	
		кг/га	отклонение
ВНИИМК 620 – стандарт	36,4	490	-
ЛМ-98	38,5	392	-98
Исток	38,0	570	80
Абакус	36,7	296	-193
$НСР_{05}$			50

Выводы и рекомендации. В результате изучения коллекции из 23 образцов льна масличного выявлены образцы с маркерными признаками, имеющие некоторые ценные признаки:

- урожайность семян (170 г/м²), количество коробочек (15,9 шт.), семян на растении (97,2 шт.) и их масса (0,45 г) – сорт Исток из России;
- содержание жира – сорта ЛМ-98 (38,5 %) и Исток (38,0 %).

Список литературы

1. Гореева, В. Н. Обработка почвы, удобрения и инсектициды в технологии возделывания льна масличного в Среднем Предуралье / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, Р. Р. Галиев. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – 132 с.

2. Жученко, А. А. Мобилизация генетических ресурсов льна / А. А. Жученко, Т. А. Рожмина // Старица. – 2000. – С. 22.
3. Изучение коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.): метод. указания / Сост. С. Н. Кутузова, Г. Г. Питько. – Ленинград: ВИР, 1988. – 30 с.
4. Качество семян лубяных и масличных культур / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов [и др.] // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 4 (36). – С. 30–37.
5. Корепанова, Е. В. Морфологические показатели растения как основной признак в селекции льна-долгунца / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, В. Н. Гореева // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 169–174.
6. Корепанова, Е. В. Урожайность и качество волокна сортов льна-долгунца в условиях Уральского региона Нечернозёмной зоны России / Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, У. К. Чиркова // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 6 (48).
7. Леконцева, Т. А. Хозяйственно-биологическая оценка селекционных номеров льна-долгунца с маркерными морфологическими признаками: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Т. А. Леконцева. – Киров, 2009. – 18 с.
8. Лыбенко, Е. С. Коллекция льна с маркерными морфологическими признаками как исходный материал для селекции: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Лыбенко Елена Сергеевна. – Киров: ФГОУ ВПО Вятская ГСХА, 2007. – 18 с.
9. Лучкина, Т. Н. Изучение мировой коллекции льна как исходного материала для селекции в условиях Ростовской области / Т. Н. Лучкина // Бюл. науч.-техн. инф. по масл. культурам ВНИИМК. – 2010. – Вып. 2 (144–145). – С. 102–107.
10. Маслова, М. П. Продуктивность и качество коллекционных образцов льна-долгунца с маркерными признаками / М. П. Маслова, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева // Роль филиала кафедры на производстве в инновационном развитии сельскохозяйственного предприятия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию филиала кафедры растениеводства ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА в СХПК – Колхоз им. Мичурина Вавожского района УР, Ижевск, 25–27 июня 2014 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014. – С. 194–198.
11. Урожайность маслосемян отечественных и зарубежных сортов льна масличного / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 80–85.

**В. Н. Гореева¹, Е. В. Корепанова²,
Ч. М. Исламова³, Г. Р. Галиева⁴, В. М. Юдин⁵**

^{1,2,3,4,5}ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ

¹E-mail: goreeva_v_n@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАСЛИЧНОСТИ СЕМЯН СОРТОВ ЛЬНА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ

В условиях 2022 г. относительно большее содержание жира 40,4–41,6 % наблюдали в семенах отечественных сортов ВНИИМК 620 ФН и РФН, Уральский, Бирюза, Флиз и селекционного номера N 3829. Наибольший сбор масла обеспечивали зарубежные сорта Mo Eregor и Flanders, а также отечественный сорт Исток.

Актуальность. Ценность семян льна определяется его уникальным химическим составом. Семена льна масличного содержат (в % от сухого вещества) жирное высыхающее масло – 30–48 %, в состав которого входят кислоты: олеиновая – 2,3–17,6 %, линолевая – 21,7–69,6 %, линоленовая – 18,5–46,5 %, пальмитиновая – 6,7 %, стеариновая – 3,0 %. В составе семян белок – 18–33 %, углеводы – 12–26 %, органические кислоты, ферменты, витамины А, D, F, стеролы [6, 9]. Семена льна ценятся за большое содержание полиненасыщенных жирных кислот, белка, пищевых волокон и других ценных элементов [4, 5, 7] и могут использоваться в различных отраслях промышленности. Использование кормовой добавки на основе маслосемян льна имеет перспективы в кормлении коров в качестве сравнительно дешевого источника протеина и полиненасыщенных жирных кислот и фактора улучшения физико-химических свойств молока [8].

Биосинтез жира в семенах льна масличного зависит от генотипа и климатических условий возделывания. Интервал варьирования в среднем от условий выращивания составляет 2,2 %, что в 2,1 меньше, чем от влияния генотипа. В исследованиях ТатНИИСХ наибольшее количество жира отмечено у сортов Сокол и Легур – 43,4 и 43,1 %. У сорта Северный масличность в среднем была 39,1 %, Санлин – 38,0 %. Минимальное содержание жира отмечено у сорта Кинельский 2000 – 36,7 % [6]. В исследованиях В. А. Гордеевой [2] сорта ВНИИМК 620, Лирина в сухостепной зоне следует отнести к сортам, требовательным к высокому уровню агротехники для получения максимальной масличности, сорта

Северный, Бирюза – к сортам интенсивного типа, обеспечивающим прогрессивное увеличение масличности семян данных сортов при улучшении условий выращивания.

В научной литературе также имеются сведения о том, что на содержание масла оказывают влияние также отдельные элементы технологии [1, 3].

Цель исследований – сравнительный анализ масличности семян сортов льна масличного различного эколого-географического происхождения.

Задачи исследований: 1) определить содержание жира в семенах сортов отечественного и зарубежного происхождения; 2) рассчитать сбор масла с урожаем семян сортов льна масличного.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводили в 2022 г. на опытном поле УНПК «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. В качестве материала для исследований использовали 23 образца льна масличного, среди которых есть сорта и селекционный номер отечественной и зарубежной селекции. За стандарт был взят российский сорт ВНИИМК 620, включенный в Госреестр селекционных достижений и допущенный к использованию по Волго-Вятскому региону. Опыты проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, имеющей следующие характеристики: низкое содержание гумуса, высокое подвижного фосфора, очень высокое обменного калия, реакция почвенной среды – близкая к нейтральной. Метеорологические условия 2022 г. характеризовались большим количеством выпавших осадков в первой половине вегетации и острым недостатком влаги и повышенной температурой во второй половине вегетации. Исследования проводили согласно методическим указаниям по изучению коллекции льна (1988 г.). Содержание сырого жира определяли методом обезжиренного остатка по ГОСТ 13496.15-97.

Результаты исследований. В абиотических условиях 2022 г. в семенах сортов льна масличного накапливалось от 32,2 до 41,6 % сырого жира (табл. 1). Относительно большее содержание жира 40,4–41,6 % или на 0,8–9,4 % наблюдали в семенах отечественных сортов ВНИИМК 620 ФН и РФН – фотонейтральной группы, Уральский, Бирюза, Флиз, селекционного номера N 3829, по сравнению с содержанием жира в семенах остальных изучаемых сортов льна масличного. Меньше всего жира содержали семена сорта Norlin из Канады (32,2 %), Воронежский (33,3 %) и Северный (33,9 %) из России, Linda (34,0 %) из Франции, Flanders (34,7 %) из Канады. Все перечисленные сорта и селекционный номер – ЛМ-96, N 3829, Atalante, Мо Eregor, ЛМ-98, Исток, ВНИИМК 620, ФН, Уральский,

Бирюза, Флиз имели тенденцию увеличения накопления жира в семенах относительно его содержания в семенах стандартного сорта.

Таблица 1 – Содержание сырого жира и сбор масла с урожаем семян сортов льна масличного

Сорт и селекционный номер	Сырой жир, %	Сбор масла с урожаем семян	
		кг/га	отклонение
ВНИИМК 620 – ст.	36,4	490	-
Norlin	32,2	286	-204
Воронежский	33,3	296	-193
ЛМ-96	39,6	300	-190
N 3829	40,4	464	-25
Atalante	37,5	319	-170
Mo Eregor	38,3	635	145
ЛМ-92	35,2	393	-97
Clark	36,4	324	-166
Culbert	35,6	222	-267
Barbara	35,6	490	1
Северный	33,9	413	-76
Ставропольский край	35,7	281	-208
ЛМ-98	38,5	392	-98
Linda	34,0	229	-260
Flanders	34,7	587	98
Исток	38,0	570	80
ВНИИМК 620 ФН	40,8	422	-68
РФН	40,4	539	50
Уральский	40,8	467	-22
Бирюза	41,6	296	-194
Флиз	41,0	274	-216
Абакус	36,7	296	-193
Среднее	37,2	391	-
НСР ₀₅	-		50

Сбор масла с урожаем семян отечественных и зарубежных сортов льна масличного в 2022 г. в среднем составил 391 кг/га. Наибольший сбор масла обеспечивал сорт Mo Eregor (635 кг/га) из Венгрии, что превышает на 65–413 кг/га аналогичный показатель у всех остальных изучаемых сортов льна масличного, кроме сорта Flanders при НСР₀₅ – 50 кг/га. Наименьший сбор масла с урожаем семян 222 кг/га и 229 кг/га получен у сортов Culbert из США и Linda из Франции. Относительно стандартного сорта ВНИИМК 620 прибавку сбора масла с урожаем семян 145, 97 и 80 кг/га сформировали

соответственно сорта Mo Eregor, Flanders и Исток, на одном уровне со стандартом по этому показателю находились N 3829 из России, Barbara из Венгрии, РФН и Уральский отечественной селекции.

Выводы и рекомендации. Относительно большее содержание жира 40,4–41,6 % наблюдали в семенах отечественных сортов ВНИИМК 620 ФН и РФН – фотонейтральной группы, Уральский, Бирюза, Флиз, селекционного номера N 3829. Наибольший сбор масла обеспечивали сорта Mo Eregor и Flanders зарубежной селекции, а также сорт Исток отечественного происхождения.

Список литературы

1. Галиева, Г. Р. Содержание жира и сбор масла при разной глубине посева семян Среднерусской однодомной конопли Надежда в среднем Предуралье / Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, Ижевск, 17–19 ноября 2021 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 3–7.
2. Гордеева, Е. А. Биосинтез жира семенами льна масличного в Северном Казахстане / Е. А. Гордеева // Аграрное образование и наука. – 2017. – № 4. – С. 18.
3. Гореева, В. Н. Содержание жира и сбор масла с урожаем семян льна масличного при разных приемах уборки / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 75–79.
4. Оценка сортов льна масличного по содержанию и сбору белка с урожаем семян / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, Ч. М. Исламова, Г. Р. Галиева // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 57–59.
5. Поляков, А. В. Лен как источник пищевого белка и незаменимых аминокислот / А. В. Поляков, Н. В. Загоскина // Клиническая фитотерапия и фитохитодестерапия, биологически активные пищевые добавки (БАД). – Черноголовка: Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т биол. пром-сти, 2009. – С. 128–132.
6. Пономарева, М. Л. Селекционно-генетические аспекты изучения льна масличного в условиях Республики Татарстан / М. Л. Пономарева, Д. А. Краснова. – Казань: Фэн АН РТ, 2010. – 144 с.
7. Урожайность маслосемян отечественных и зарубежных сортов льна масличного / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 80–85.
8. Химический состав и физические свойства молока при использовании в рационах коров маслосемян льна и рапса / Е. М. Кислякова, Г. Ю. Березкина, С. Л. Воробьева, И. В. Стрелков // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 9 (176). – С. 3.
9. Особенности химического состава семян некоторых масличных культур / И. В. Шведов, Г. З. Шишков, В. С. Петибская [и др.] // Технологические свойства но-

вых гибридов и сортов масличных и эфиромасличных культур. Научно-технические аспекты производства экологически чистых масел, белковых продуктов с высокими потребительскими качествами: сб. докл. Междунар. научно-производств. конф. – Краснодар, 2003. – С. 80–87.

УДК 633.16:001.5:574.2

Ю. Ю. Долинный¹, Д. С. Базилова², Г. Н. Иванова³

^{1,2,3}ТОО «НПЦ ЗХ им. А. И. Бараева», Республика Казахстан

¹E-mail: ura_dolin@mail.ru

²E-mail: dana2810@mail.ru

³E-mail: galina26-05@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

В статье приведены результаты исследований образцов ярового ячменя по хозяйственно-ценным признакам. Выделены сорта и образцы по скороспелости: СР 060189 04 АВ097С (СИММИТ), Княжич, Ястреб, (Россия), Козак (Украина); по урожайности: Беркут, Заветный, Княжич, Тонус (Россия), Козак (Украина); по высоте растений: Беркут, Ястреб, Нутанс 302, Ясный (Россия), Л-2033 (Германия); СР 060135 04АВ093-А, СР 060309 FEG 126-1-А (СИММИТ); по количеству зерен в колосе: Безенчукский 3 (Россия), СР 060309 FEG 126-1-А, СР060030 VARI 6 В03-4375, СР 060268 УТ 04В 208-Д (СИММИТ); по массе зерна с колоса: Безенчукский 3 (Россия), СР 060152 04 АВ022-В, СР 060309 FEG 126-1-А, СР 060187 04АВ071 (СИММИТ); по массе 1000 зерен: Ястреб (Россия), СР 060135 04 АВ093-А, СР060768 МТ 050241, СР 060765 МТ 050236 (СИММИТ).

Актуальность. Мировые генетические ресурсы растений являются исходным материалом – основой для создания новых высокоурожайных и высокотехнологичных конкурентоспособных сортов. Наиболее доступным из всех факторов, обеспечивающих получение высоких урожаев ячменя, является сорт. Однако реализация их использования лимитируется такими факторами, как неблагоприятные условия среды, полегание посевов и повреждение болезнями. Увеличение и стабильность валовых сборов сельскохозяйственной продукции связаны с использованием сортов с различными биологическими свойствами и признаками [1].

Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) принадлежит к числу древнейших культурных растений. Его площадь во всем мире занимает более 90 млн га. Ячмень – важнейшая продовольственная, зернофуражная и техническая культура [2]. Его зерно в среднем содержит:

протеина – 10,5, жира – 2,3, клетчатки – 5,5, безазотистых экстрактивных веществ – 65,7, золы – 3, кальция – 0,11, фосфора – 0,34 %. В 1 кг ячменя содержится 1,2 кормовой единицы [3]. Яровой ячмень является второй культурой по значимости среди зерновых культур в Казахстане. Посевная площадь в стране составляет около 1,5 млн га. Средняя урожайность данной культуры составляет 10–12 ц/га (от 8,7 до 12,0 ц/га).

Кроме внутренней потребности зерно ячменя является также экспортным в зарубежные страны. Поэтому большое значение приобретает поиск резервов повышения урожайности ярового ячменя и качества его зерна. Ведущая роль в этом направлении отводится сорту. Выращиваемые на сегодняшний день сорта ярового ячменя не удовлетворяют всех требований сельскохозяйственного производства: они недостаточно устойчивы к неблагоприятным условиям среды, нуждаются в улучшении качества зерна, при неблагоприятных условиях возделывания не устойчивы к полеганию [6].

Культура ячменя обладает некоторыми особыми свойствами, которые позволяют ему приспосабливаться к различным неблагоприятным климатическим условиям по сравнению с другими культурами, начиная от условий засушливых земель и заканчивая арктическими регионами земли с более продолжительным зимним периодом и коротким солнечным периодом на разных континентах. В засушливых районах ячмень благодаря своей скороспелости превышает по урожаю пшеницу и овес, так как успевает в короткие сроки сформировать основные органы растений данной культуры. Повышенной устойчивости к атмосферной и почвенной засухе благоприятствует скороспелость, а также способность к интенсивному использованию питательных веществ в ранние периоды роста и развития. Поэтому в районах, где основным лимитирующим фактором является влага, ячмень может давать наиболее высокие и стабильные урожаи по сравнению с другими культурами [5].

Материалы и методы. Полевые и лабораторные оценки проводились согласно методическим указаниям ВИР по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя [7]. Высевались образцы в оптимальные сроки посева, сеялкой ССФК-7, площадь делянок 2 м². Учетная площадь делянки – 1 м².

Исследования проводились в 2017–2019 гг. в лаборатории генетических ресурсов зерновых культур Научно-производственного центра им. А. И. Бараева, расположенного в Акмолинской области.

Основная задача изучения образцов заключалась в выделении из них источников с комплексом хозяйственно-ценных признаков для использования в селекционном процессе. Материалом для ис-

следований служили образцы из России, Нидерландов, Украины, Германии, Латвии и питомника гибридных популяций челночной селекции СИММИТ. В качестве стандарта был использован районированный сорт ярового ячменя Астана 2000.

Метеорологические условия вегетационного периода за годы исследований (2017–2019 гг.) ярового ячменя значительно различались между собой по температурному режиму и влагообеспеченности.

В 2017 г. выпадение осадков в течение вегетации было крайне неравномерным. Так, во второй декаде июля выпал максимум осадков (43,2 мм). Температурный фон августа был выше среднеемноголетнего показателя на 2,7 °С, а осадки ниже на 34,7 мм среднеемноголетних показателей.

Температурный режим 2018 г. (8,7 °С) был ниже среднеемноголетней нормы (12,4 °С). Осадки в июне месяце превышали многолетнюю норму (40,3 мм) на 29,0 мм, что благоприятствовало формированию и развитию растений ячменя. Осадки, выпавшие в августе, превысили среднеемноголетнюю норму на 45,8 мм, при этом температурный режим (9,1 °С) был ниже среднеемноголетней нормы (13,9 °С), что способствовало задержке развития зерновых культур и появлению болезней. Погодные условия августа и сентября оказали влияние на увеличение продолжительности вегетационного периода зерновых культур на 12–15 дней.

Температурный фон в 2019 г. в период вегетации растений сохранялся на уровне среднеемноголетнего значения. Гидротермический коэффициент, по Г. Т. Селянинову, в 2019 г. составил 0,5. В мае 2019 г. наблюдался недобор осадков в 3 раза. За месяц выпало 10,1 мм, по сравнению с многолетней нормой (32,4 мм). Осадки в июне месяце – на уровне среднеемноголетней нормы (39,5 мм), что способствовало росту и развитию ярового ячменя. Отсутствие осадков в первой и второй декадах июля (ГТК составил 0,0–0,1) при температуре 20,0–26,4 °С, сдерживало ростовые процессы ярового ячменя. В третьей декаде – ливневый дождь. В августе месяце также в первой-второй декадах наблюдался недобор осадков.

Неравномерное распределение осадков за годы исследований по месяцам, декадам оказали существенное влияние на ростовые процессы, сроки прохождения фенологических фаз и продуктивность ярового ячменя.

Положительные результаты селекционной работы при создании сортов во многом зависят от наличия разнообразного, хорошо изученного исходного материала. Вовлечение в гибридизацию изученных коллекционных образцов различного эколого-географического происхождения необходимо для получения перспективного мате-

риала, сочетающего в себе высокую урожайность, качество зерна, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам [8].

Результаты исследований. Вегетационный период – один из существенных критериев при селекции ячменя, его продолжительность определяет возможность возделывания сортов в различных климатических зонах. Влияние метеорологических условий на длину вегетационного периода – факт установленный. Анализируя данные по продолжительности вегетационного периода ярового ячменя, получили следующие результаты:

– в 2017 г. период всходы-восковая спелость составил 86–91 дней, у стандарта Астана 2000 – 85 дней. Коротким вегетационным периодом отличились образцы: Rosaline, из России – Заветный, Беркут, Княжич, Ясный, Тонус, Нутанс 302, Ястреб, из питомника гибридных популяции челночной селекции СИММИТ: СР060030 ВARI 6 В03-4375, СР 060384 GEN 2-28.

– в 2018 г. данный период варьировал от 82 до 104 дней. У стандарта Астана 2000 составила 86 дней. На уровне стандарта созрели 5,1 % образцов. Более скороспелыми были образцы: Козак (Украина), Княжич, Ястреб (Россия), СР 060189 04 АВ097С (СИММИТ).

– в 2019 г. период вегетации у образцов составил 77–89 дней. На уровне стандарта Астана 2000 (83 дня) созрели образцы из России: Беркут, Княжич, Нутанс, из СИММИТ: СР060030 ВARI 6 В03-4375, СР060765 МТ050236. Скороспелее стандарта были образцы – Княжич и Нутанс 302 (Россия).

За годы исследований по скороспелости были выделены образцы: СР 060189 04 АВ097С (СИММИТ), Княжич, Ястреб (Россия), Козак (Украина).

При поиске устойчивых к полеганию форм селекционеры большое внимание уделяют высоте растений. В селекции ячменя на устойчивость к полеганию и высокую продуктивность стоит использовать образцы из группы среднерослых сортов, поскольку среди них с большей вероятностью можно выбрать формы, проявляющие высокую и стабильную урожайность в различных условиях возделывания [4].

По результатам проведенных нами наблюдений, высота растений ярового ячменя в 2017 г. изменялась от 32 до 54 см. Данный показатель в 2018 г. варьировал от 53 до 85 см и в 2019 г. от 40 до 70 см. В то время, как у стандарта Астана 2000 этот показатель в течение трех лет составил 45–66 см. При анализе данных по высоте растений выделены среднерослые образцы ярового ячменя: Беркут, СР060135, СР060309, Ястреб, Нутанс 302, Л-2033, Ясный. Все образцы отличались устойчивостью к полеганию.

В засушливых условиях Северного Казахстана продуктивность, озерненность главного колоса и масса 1000 зерен являются основными признаками, определяющими урожайность зерновых культур.

Высокой озерненностью колоса (37–39) зерен в 2017 г. отличались сортообразцы – Безенчукский 3 (Россия), СР060152 04АВ022-В, СР060265 УТ04В208-А (СИММИТ), у стандарта Астана 2000 составила 14 зерен. 73,6 % образцов ячменя сформировали высокую озерненность колоса.

В условиях 2018 и 2019 гг. с наиболее высокой озерненностью колоса (40–46 зерен) выделены образцы из СИММИТ: СР 060309 FEG 126-1-А, СР 060152 04АВ022-В, СР060030 ВARI 6 В03-4375, СР060187 04АВ071. У стандарта Астана 2000 число зерен составило 16–17 штук. У 81,6 % образцов ячменя в 2018 г. и 73,6 % в 2019 г. озерненность колоса была выше, чем у стандарта Астана 2000.

В среднем за три года наибольшее количество зерен сформировано у образцов: Безенчукский 3 – 39 зерен (Россия), СР060309 (39 зерен), СР060030 (42 зерна), СР060268 (37 зерен) из СИММИТ.

По результатам изучения коллекционных образцов ярового ячменя по массе зерна с колоса в условиях 2017 г. были выделены образцы: Безенчукский 3 (1,37 г) из России, СР060152 (1,55 г), СР060265 (1,42 г) из СИММИТ. В благоприятных условиях 2018 г. данный показатель у стандарта был на уровне 0,77 г. Значительно превысили стандарт Астана 2000 образцы – Безенчукский 3 (1,82 г) из России, СР060309 (1,78 г), СР060268 (1,71 г) из СИММИТ. В условиях 2019 г. наиболее высокую массу зерна с колоса имели образцы из СИММИТ – СР060152 (1,75 г), СР060187 (1,77 г).

За три года исследований были выделены образцы – Безенчукский 3 (Россия), СР060152, СР 060309 (СИММИТ) по массе зерна с колоса.

Масса 1000 зерен – генетически определяемый признак, который сильно зависит от климатических факторов, складывающихся в период налива и созревания зерна. Сорты, которые в засушливых условиях отличаются крупным, выполненным зерном, имеют повышенную засухоустойчивость.

В засушливых условиях 2017 г. у стандарта Астана 2000 масса 1000 зерен составила 44,3 г. Высокую массу 1000 зерен у ячменя в наших исследованиях имели сортообразцы из питомника СИММИТ: СР060135 (61,6 г.), СР060597 (53,5 г), СР060768 (55,2 г), СР060765 (53,2 г), из Германии: Beattrice (53,5 г). Из изученных образцов ярового ячменя 71 % сформировали высокую массу 1000 зерен.

В 2018 г. по крупности зерна выделены образцы из питомника СИММИТ: СР060135 (56,6 г), СР060765 (56,2 г), Нутанс 302 (55,8 г)

и Ястреб (55,8 г) из России. У стандарта масса 1000 зерен составила 49,3 г. Превысили стандарт по данному признаку 31,6 % сортов образцов ячменя.

Высокую массу 1000 зерен в условиях 2019 г. сформировали образцы ячменя из Германии Josephine (50,5 г), СИММИТ – СР060135 (53,4 г), СР060737 (52,6 г) и образец Rosaline (51,3 г). У стандартного сорта Астана 2000 данный показатель был на уровне 45,4 г. А превысили стандарт в 2019 г. 26,3 % образцов ячменя.

По итогам изучения за 3 года по крупнозерности выделились сорта образцы: Ястреб (Россия), СР060135, СР060768, СР 060765 (СИММИТ).

Урожайность – наиболее важный критерий, характеризующий селекционную ценность образцов. Ценность исходного материала в первую очередь определяется способностью формировать стабильно высокий урожай в широком диапазоне погодных-климатических условий.

По результатам проведенных исследований в 2017 г. по урожайности были выделены образцы из России – Заветный (264 г/м²), Беркут (228 г/м²), Ясный (232 г/м²), Тонус (200 г/м²), Нутанс 302 (203 г/м²), превысившие стандартный сорт Астана 2000 (161 г/м²). Большинство изученных образцов сформировали урожайность ниже стандарта, что можно объяснить сложившимися погодными условиями 2017 г., когда выпадение осадков и температурный режим были крайне неравномерными. Поэтому 15,8 % образцов, имеющих урожайность выше стандарта, могут служить источником для использования в селекции.

В 2018 г. 52,6 % образцов сформировали высокую урожайность, превысив стандарт Астана 2000: Тонус (Россия), Madlen (Германия), СР060737, СР060265 (СИММИТ), (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность коллекционных образцов ярового ячменя, 2017–2019 гг.

Год	Урожайность, г/м ²			Выделенные образцы
	Астана 2000, st	Min	Max	
2017	161	20	264	Заветный, Беркут, Ясный, Тонус, Нутанс 302
2018	356	246	480	Rosaline, Сибиряк, 2585 СР 060 597 03WA-137, 2625 СР 060 265 UT04B208-A, 2633 СР060 737 МТ050 191, Madlen, Тонус
2019	385	54	280	–

В условиях 2019 г. урожайность коллекционных образцов ярового ячменя варьировала от 54 г до 280 г. У стандарта Астана 2000 составила 385 г/м².

В среднем за три года изучения коллекции ярового ячменя по урожайности выделены образцы: Беркут, Заветный, Княжич, Тонус (Россия) и Козак (Украина). Выделенные формы имеют оптимальное сочетание элементов структуры урожая и позволяют использовать в селекционном процессе.

Выводы. Комплексное изучение позволило дать оценку и выделить образцы ярового ячменя по ценным признакам – вегетационный период, высота растений, озерненность, масса зерна главного колоса, масса 1000 зерен и урожайность. Из 38 образцов ячменя в среднем за три года исследований выделены – по скороспелости: СР 060189 04 АВ097С (СИММИТ), Княжич, Ястреб, (Россия), Козак (Украина); по урожайности: Беркут, Заветный, Княжич, Тонус (Россия), Козак (Украина); по высоте растений: Беркут, Ястреб, Нутанс 302, Ясный (Россия), Л-2033 (Германия); СР 060135 04 АВ093-А, СР 060309 FEG 126-1-А (СИММИТ); по количеству зерен в колосе: Безенчукский 3 (Россия), СР 060309 FEG 126-1-А, СР060030 BARI 6 B03-4375, СР 060268 UT 04В 208-D (СИММИТ); по массе зерна с колоса: Безенчукский 3 (Россия), СР 060152 04 АВ022-В, СР 060309 FEG 126-1-А, СР 060187 04 АВ071 (СИММИТ); по массе 1000 зерен: Ястреб (Россия), СР 060135 04 АВ093-А, СР060768 МТ 050241, СР 060765 МТ 050236 (СИММИТ). Выделившиеся коллекционные образцы в сложных климатических условиях являются достаточно пластичными и адаптированными к нашим условиям. В связи с этим они имеют большую ценность для селекции в Северном Казахстане и переданы селекционерам для дальнейшего использования в создании нового гибридного материала ярового ячменя.

Список литературы

1. Абрамов, М. В. Испытание ярового ячменя в условиях Центрального Казахстана / М. В. Абрамов, Т. А. Дубовец, Л. А. Кротова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (135). – С. 15–19.
2. Братцева, Л. И. Селекция ярового ячменя в Западной Сибири / Л. И. Братцева, П. Н. Николаев, П. В. Поползухин // Достижения техники и науки АПК. – 5-2013. – С. 11–13.
3. Зюба, С. Н. Изучение сортов ярового ячменя в условиях Белгородской области / С. Н. Зюба // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3 (98), выпуск 14/1. – С. 84–86.
4. Левакова, О. В. Изучение и подбор ярового ячменя по признакам устойчивости к полеганию и урожайности / О. В. Левакова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 3-2018. – С. 39–41.
5. Липшин, А. Г. Сибирский генофонд ячменя и его использование для селекции в Восточной Сибири: авторефер. дис... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 2016. – 155 с.

6. Мергалиев, Д. Б. Результаты изучения сортов и линий ярового ячменя в условиях Северо-востока Казахстана / Д. Б. Мергалиев, Л. В. Бекенова, В. П. Шаманин // Вестник Алтайского ГАУ. – 2015. – № 7 (129). – С. 36–40.

7. Методические указания ВИР по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. – Л., 2012. – 63 с.

8. Сурин, Н. А. Оценка коллекционных образцов ярового ячменя в селекции на продуктивность и качество зерна в условиях Восточной Сибири / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова, С. А. Герасимов, А. Г. Липшин // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 5. – Том 32. – С. 48–52.

УДК 633.854.434:631.5

**Е. В. Корепанова¹, Г. Р. Галиева²,
В. Н. Гореева³, Ч. М. Исламова⁴, В. М. Юдин⁵**

^{1,2,3,4,5}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: k_evital@mail.ru

УРОЖАЙНОСТЬ И МАСЛИЧНОСТЬ СЕМЯН СОРТОВ ОДНОДОМНОЙ КОНОПЛИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Приведены результаты исследований по оценке сортов однодомной конопли по урожайности семян, содержанию сырого жира и сбору масла с урожаем семян в абиотических условиях вегетационного периода 2022 г. На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Среднего Предуралья сорта технической конопли Надежда, Вера, Сурская, Сейм, ЮСО 31 и Родник достигли урожайность семян от 43 до 97 г/м² с содержанием сырого жира в семенах 30–34 %. По урожайности семян 84 и 97 г/м² и сбору масла 220 и 256 кг/га в урожае семян выделились сорта Вера и ЮСО 31 соответственно.

Техническая конопля – одна из масличных культур, выращиваемых на территории Российской Федерации. Селекционерам удалось создать сорта, которые не обладают наркотической активностью. Конопля названа культурой XXI века наряду с пшеницей и соей [16]. Гендиректор УК «Коноплекс» Милена Александрова отмечает [цит. по А. Белая, 2021], что «агрокультура обладает огромным, пока не используемым экономическим потенциалом, она уникальна по доходности с 1 га, так как практически безотходна и имеет крайне широкое применение» [1].

Перспективность данной культуры Е. А. Иуков [6] связывает с тем, что растения конопли активно поглощают парниковый газ. Её относят к углерод-отрицательным культурам, снижающим уровень

CO₂ в воздухе. Также коноплю можно выращивать на участках, загрязнённых токсическими металлами. Учёный считает, что «у конопли есть чёткий путь к закреплению за собой лидерства на пути создания экологического сегмента сельскохозяйственных культур и необходимо использовать огромный потенциал этой альтернативной и экологически многообещающей культуры» [6].

Интерес технической конопли также вызван применением её семян как источника питательных веществ в производстве пищевых продуктов, конопляного масла [4, 8, 12, 17]. В урожае семян конопли, полученных в условиях Пензенской области, содержание жира в семенах достигает 30–35 % и характеризуется оптимальным соотношением ненасыщенных жирных кислот [4]. В условиях Среднего Предуралья на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве конопля сорта Надежда обеспечивала сбор масла с урожаем семян 363 г/м² при масличности 31 % [2].

Исследованиями ряда учёных установлено, что масличность семян сельскохозяйственных растений зависит от сортовых особенностей [10, 18], вида культуры и условий выращивания [15], доз вносимых минеральных удобрений [7, 11], сроков посева [14], приёмов уборки [3] и других элементов технологии возделывания. В связи с этим **цель исследования** – оценить сорта технической конопли по урожайности и масличности полученных семян.

Материалы и методы исследования. Объект исследования – сорта однодомной конопли среднерусского экотипа: Надежда, Вера, Сурская и южного экотипа: Сейм, ЮСО 31, Родник. Научные исследования проведены в 2022 г. с использованием общепринятых методик [5, 9] на опытном участке в УНПК – Агротехнопарк ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в зернотравяном севообороте, предшественник – озимые зерновые. Эксперименты были заложены на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве с очень низким содержанием гумуса в пахотном слое, высоким – подвижного фосфора, очень высоким – подвижного калия, при близкой к нейтральной обменной кислотности.

Результаты исследований. Вегетационный период 2022 г. характеризовался как прохладный и влажный в первой половине, засушливый и жаркий – во второй половине вегетации. В сравнении со средними многолетними данными, в апреле среднесуточная температура воздуха была выше на 0,8°, осадков выпало 182 % от нормы [13]. В мае и июне средняя температура воздуха в отдельные дни опускалась ниже на 0,8 ... 8,9° и 0,6 ... 7,2° соответственно, относительно среднемноголетнего значения. Сумма выпавших осадков в мае была близка к норме (96 %), однако в июне холодная погода сопровождалась обилием осадков – 174 % от среднегодового их коли-

чества. В июле и августе установилась засушливая погода с суммой осадков 28 и 1 мм соответственно, или 42 и 2 % от нормы. Среднесуточная температура воздуха в эти месяцы превышала среднестатистические значения на 1,5 и 4,5⁰ соответственно. В сентябре показатели среднесуточной температуры воздуха 10,5⁰ и суммы выпавших осадков 50 мм соответствовали среднемноголетним параметрам.

Урожайность семян сортов технической конопли изменялась по сортам и составила 43–97 г/м² (рис. 1).

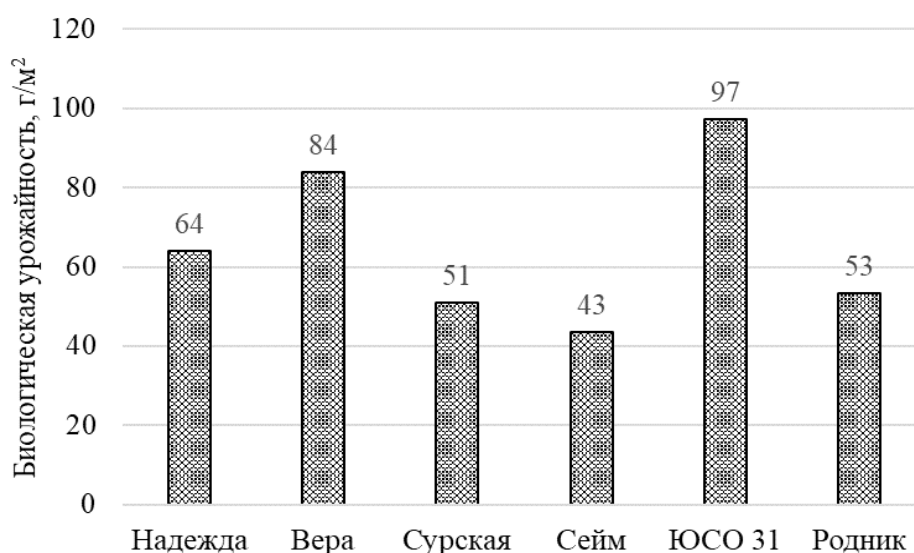


Рисунок 1 – Биологическая урожайность семян сортов однодомной конопли, г/м² (НСР₀₅ = 10 г/м²)

Сорт конопли ЮСО 31 южного типа сформировал урожайность семян выше на 13–54 г/м² (НСР₀₅ – 10 г/м²), по сравнению с урожайностью всех исследуемых сортов. Среднерусская конопля сорта Вера уступала на 13 г/м², или на 13 %, только южной конопле сорта ЮСО 31. Другие изучаемые сорта имели урожайность семян ниже на 20–41 г/м², относительно урожайности сорта Вера.

Содержание сырого жира в полученных семенах сортов конопли достигало 30–34 % (табл. 1). По данному показателю выделились сорта среднерусского и южного типов: Сурская и Сейм соответственно, масличность которых составила 34 %. Однако по урожайности семян перечисленные сорта отставали от других сортов в 1,3–2,3 раза, за исключением сорта Родник. Это обусловило разный сбор масла с урожаем семян сортов конопли. По сравнению со сбором масла стандартного сорта Надежда увеличение аналогичного показателя обеспечивали только сорт Вера и ЮСО 31.

Наибольший сбор масла с урожаем семян выявлен у сорта ЮСО 31 южного типа – 256 кг/га. Остальные изучаемые сорта уступали по данному показателю на 36–129 кг/га при НСР₀₅ – 27 кг/га.

Таблица 1 – Содержание сырого жира и сбор масла с урожаем семян сортов однодомной конопли

Сорт	Содержание сырого жира, %	Сбор масла	
		кг/га	отклонение от стандарта, кг/га
Надежда – стандарт	32	180	-
Вера	30	220	40
Сурская	34	152	-28
Сейм	34	127	-53
ЮСО 31	30	256	76
Родник	32	147	-33
НСР ₀₅	-		27

Закключение. Таким образом, в абиотических условиях вегетационного периода 2022 г. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Среднего Предуралья сорта технической конопли Надежда, Вера, Сурская, Сейс, ЮСО 31 и Родник обеспечивали урожайность семян от 43 до 97 г/м² с содержанием сырого жира в семенах 30–34 %. По урожайности семян 84 и 97 г/м², сбору масла 220 и 256 кг/га в урожае семян выделились сорта Вера и ЮСО 31 соответственно.

Список литературы

1. Белая, А. От тресты до семечки. Плюсы и проблемы выращивания и переработки технической конопли в России / А. Белая // Агроинвестор. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytcs/article/36096-ot-tresty-do-semechki-plyusy-i-problemy-vyrashchivaniya-i-pererabotki-tekhnicheskoj-konopli-v-rossii/> (дата публикации 2 июля 2021).
2. Галиева, Г. Р. Содержание жира и сбор масла при разной глубине посева семян Среднерусской однодомной конопли Надежда в Среднем Предуралье / Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, Ижевск, 17–19 ноября 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 3–7.
3. Гореева, В. Н. Содержание жира и сбор масла с урожаем семян льна масличного при разных приемах уборки / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 75–79.
4. Гущина, В. А. Урожайность и масличность семян конопли в лесостепи Среднего Поволжья / В. А. Гущина, А. Д. Смирнов // Нива Поволжья. – 2022. – № 2 (62). – С. 1004.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.

6. Иуков, Е. А. Конопля: союзник в борьбе с изменением климата? / Е. А. Иуков // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы: материалы VII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Кемерово, 29 декабря 2021 года. – Кемерово: Кузбасская ГСХА, 2021. – С. 201–205.

7. Корепанова, Е. В. Содержание жира и сбор масла с урожаем семян льна-долгунца Томский 18 при применении удобрений, гербицидов и некорневой подкормки / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, К. Н. Осипов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 175–181.

8. Крюкова, Е. В. Использование нетрадиционного сырья в технологии сдобного печенья / Е. В. Крюкова, Е. А. Кадрицкая // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 20 апреля 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2021. – С. 79–83.

9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск третий / Под общ. ред. М. А. Федина: Гос. ком. по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при МСХ СССР. – Москва, 1983. – 253 с.

10. Оценка сортов льна масличного по содержанию и сбору белка с урожаем семян / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, Ч. М. Исламова, Г. Р. Галиева // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 57–59.

11. Пампура, В. Д. Влияние азотных удобрений на содержание жира и белка в семенах озимого рапса сорта Северянин / В. Д. Пампура // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений: материалы XI Междунар. научно-методической конф., Махачкала, 09–13 июня 2014 года. – Махачкала: ИП Овчинников М. А., 2014. – С. 50–52.

12. Петренко, А. В. Обоснование применения продуктов переработки семян конопли современной селекции в производстве пищевых продуктов / А. В. Петренко, В. В. Илларионова // Инновации в индустрии питания и сервисе: электронный сборник материалов IV Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 27 ноября 2020 года. – Краснодар: КубГТУ, 2020. – С. 620–623.

13. Погода в Ижевске. Температура воздуха и осадки // Погода и климат. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411&month=4&year=2022> (дата обращения 02.11.2022).

14. Романцевич, Д. И. Урожайность и содержание жира в семенах редьки масличной в зависимости от сроков сева и норм высева / Д. И. Романцевич, А. С. Мастеров // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 23–24 июня 2016 года. – Горки: Белорусская ГСХА, 2016. – С. 104–106.

15. Содержание жира и ненасыщенных жирных кислот в зерне злаковых и бобовых культур Оренбургской области / А. В. Кудашева, Б. Х. Галиев, Н. М. Ширнина, И. А. Рахимжанова // Кормопроизводство. – 2013. – № 6. – С. 40–42.

16. Сухорада, Т. И. Конопля – культура будущего / Т. И. Сухорада // Сборник научных трудов, посвященный 100-летию В. А. Невинных / Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко. – Краснодар: Агропромполиграфист, 2000. – С. 8–13.

17. Умрилова, М. М. Совершенствование рецептуры производства плюшки «Московская» с добавлением семян конопли в колхозе (СХПК) им. Мичурина Вавожского района УР / М. М. Умрилова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА; отв. за вып. Н. М. Итешина. – Том 1 (14). – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 1202–1207.

18. Шкляева, А. П. Оценка сортов и селекционных номеров льна-долгунца по содержанию жира и сбору масла / А. П. Шкляева, У. К. Чиркова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА; отв. за вып. Н. М. Итешина. – Том 1 (14). – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 328–331.

УДК 635.21:631.526.32

Е. В. Лекомцева¹, Т. Е. Иванова²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: agrotemam@mail.ru

²E-mail: ivanova.tan13@yandex.ru

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

В 2018 г. проведены исследования по сравнительной оценке продуктивности сортов картофеля. В результате исследований установлено, что достоверную прибавку товарной урожайности картофеля обеспечили сорта из группы ранних Беллороза, среднеранних – Джелли и среднеспелых – Волчок. При анализе кулинарных качеств клубней картофеля максимальную оценку получили сорта Ред Фэнтези и Лада.

Актуальность. Картофель – ценная продовольственная культура. Пищевая ценность картофеля определяется оптимальным соотношением необходимых веществ, которые хорошо усваиваются и легко перевариваются. Кулинарные качества картофеля в большой степени зависят от сорта. Одними из важных условий в технологии выращивания культур является выбор сортов [2, 8, 9], применение органических и минеральных удобрений [1, 3–7, 10].

Цель и задачи. Сравнительная оценка продуктивности и качества сортов картофеля разных групп спелости для условий Удмуртской Республики. В задачи исследований входил анализ урожайности и кулинарных показателей качества сортов картофеля.

Объект и методы. В 2018 г. был заложен однофакторный полевой опыт по изучению сортов картофеля разных групп спелости

сти: ранние: Жуковский ранний (ст.), Беллароза; среднеранние: Глория (ст.), Джелли, Вираз, Виза, Голубка, Лада, Ред Фэнтези, Услава; среднеспелые: Чайка (ст.), Кулон, Волчок, Костер. Размещение вариантов методом рендомизированных повторений в пятикратной повторности. Схема посадки 70×30 см. Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 14,7 м². Опыт закладывали в п. Италмас Завьяловского района Удмуртской Республики на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. Содержание гумуса в почве – 1,99 %. Реакция почвенного раствора – близкая к нейтральной (рН – 5,85). Степень насыщенности основаниями высокая (91 %). Обеспеченность подвижными формами фосфора почвы очень высокая (341 мг/кг) и обменного калия повышенная (145 мг/кг).

Результаты исследований и обсуждение. Из группы ранних по сорту Беллароза в сравнении с сортом Жуковский ранний повышение товарной урожайности составило 5,3 т/га. Из среднеранних по сорту Джелли относительно Глории прибавка получена 8,4 т/га и по среднеспелым сорт Волчок в сравнении с Чайкой – на 12,0 т/га при НСР₀₅ 4,6 т/га (рис. 1). Снижение товарной урожайности по группе среднеранних отмечено по сортам Вираз, Голубка и Услава на 4,7, 6,7 и 5,7 т/га соответственно (контроль 41,7 т/га), по среднеспелым по сорту Костер на 6,0 т/га (контроль 22,9 т/га).

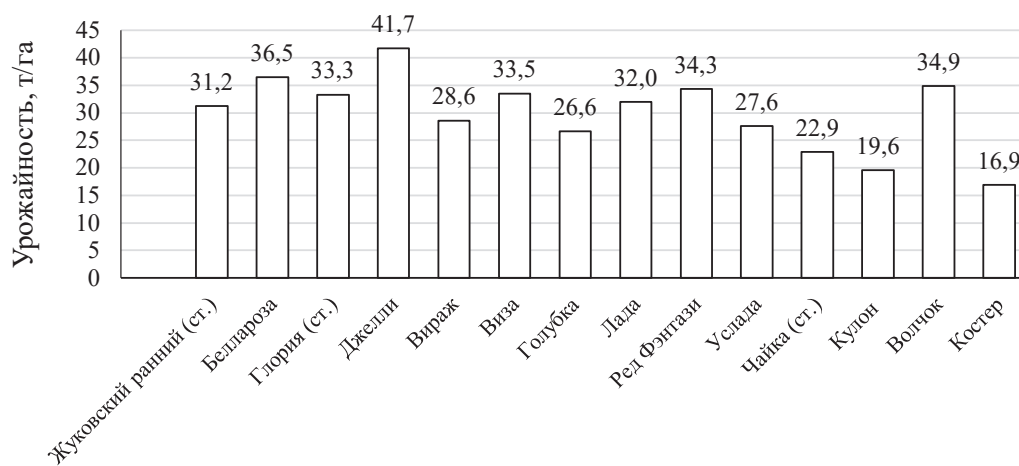


Рисунок 1 – Урожайность сортов картофеля

Таким образом, среди изучаемых сортов наибольшую товарную урожайность картофеля обеспечил сорт Джелли.

Показатели качества определяются многими факторами и зависят от сорта, технологии возделывания, фазы спелости во время уборки, экологических факторов.

Кулинарные качества картофеля определяются вкусом, запахом, структурой мякоти (мучнистостью, консистенцией мякоти, влажностью), потемнением, развариваемостью клубней.

По консистенции мякоти клубней картофеля максимальный балл получил среднеранний сорт Джелли в сравнении с сортом Глория выше на 1,2 балла. Существенное снижение данного показателя наблюдается по среднеспелому сорту Кулон, по остальным сортам разница оценки находится в пределах ошибки опыта (табл. 1).

Таблица 1 – Консистенция, мучнистость и развариваемость сортов картофеля по группам спелости, балл

Группа сортов по спелости	Вариант (Сорт)	Консистенция	Мучнистость	Развариваемость
Ранние	Жуковский ранний (ст.)	4,9	5,7	3,5
	Беллароза	4,7	3,4	3,4
Среднеранние	Глория (ст.)	4,5	3,9	2,6
	Джелли	5,7	3,8	3,3
	Вираз	4,6	3,3	3,0
	Виза	4,9	3,0	2,6
	Голубка	4,7	3,6	3,3
	Лада	4,6	5,0	3,1
	Ред Фэнтези	5,3	5,1	4,2
	Услада	4,6	3,0	3,1
Среднеспелые	Чайка (ст.)	5,3	3,3	2,5
	Кулон	4,1	2,4	2,2
	Волчок	5,5	4,4	4,2
	Костер	4,7	2,3	2,1
НСР ₀₅	–	1,1	1,2	1,0

Повышение мучнистости отмечено по среднеранним сортам Лада, Ред Фэнтези на 1,2 балла и снижению показателя по раннему сорту Беллароза на 2,3 балла при НСР₀₅ 1,2 балла.

Развариваемость клубней зависит не только от количества белка и крахмала, но и от их качества величины крахмальных зерен, наличия в клубнях пектиновых соединений, которые при нагревании должны быстро переходить в растворимый пектин, не обладающий цементирующими свойствами. По развариваемости мякоти клубней картофеля выделились из среднеранних Ред Фэнтези и среднеспелых Волчок, повышение показателя относительно контрольных сортов на 1,6 и 1,7 балла при НСР₀₅ 1,0 балла. По остальным сортам развариваемость была на одном уровне.

Снижение водянистости отмечено по сортам Беллароза, Виза, Услада, Кулон в сравнении со стандартом по группам спелости на 0,8–1,1 балл при НСР₀₅ 0,8 балл (табл. 2).

Для переработки большое значение имеют и такие признаки качества, как вкус и запах картофеля, определяемые прежде всего веществами, содержащимися в клубне. В ряде случаев установле-

на положительная корреляция между вкусовой характеристикой сорта и содержанием в клубнях свободных аминокислот, нуклеотидов, липидов. На вкусовые качества влияют условия возделывания и химические реакции, происходящие в процессе кулинарной обработки.

По запаху клубней картофеля худшими оказались среднеранний сорт Виза, среднеспелые Кулон, Волчок. По другим сортам отклонения показателей составили в пределах ошибки опыта.

По вкусу наименьшее значение имел среднеспелый сорт Кулон в сравнении с сортом Чайка ниже на 1,9 балла. Максимальное количество баллов набрал сорт Услада – 6 баллов.

По сортам Джелли и Лада выявлено увеличение потемнения на 1,2 балла при НСР₀₅ 1,1 балл (табл. 3).

Таблица 2 – Водянистость, запах и вкус сортов картофеля по группам спелости, балл

Группа сортов по спелости	Вариант (Сорт)	Водянистость	Запах	Вкус
Ранние	Жуковский ранний (ст.)	6,3	3,8	4,4
	Беллароза	5,5	4,0	5,1
Среднеранние	Глория (ст.)	6,1	4,5	5,1
	Джелли	6,1	4,7	5,1
	Вираз	5,8	5,3	4,7
	Виза	5,1	3,1	3,9
	Голубка	5,6	3,9	3,8
	Лада	6,2	5,0	5,7
	Ред Фэнтези	5,7	4,3	5,6
	Услада	5,1	4,7	6,0
Среднеспелые	Чайка (ст.)	6,2	5,0	4,8
	Кулон	5,1	3,4	2,9
	Волчок	6,5	3,1	3,9
	Костер	5,9	4,7	5,1
НСР ₀₅	–	0,8	1,0	1,6

Таблица 3 – Потемнение и общая дегустационная оценка сортов картофеля по группам спелости, балл

Группа сортов по спелости	Вариант (Сорт)	Потемнение	Общая дегустационная оценка
Ранние	Жуковский ранний (ст.)	7,8	36,5
	Беллароза	6,9	33,1
Среднеранние	Глория (ст.)	6,7	33,4
	Джелли	7,9	36,5
	Вираз	7,5	34,1
	Виза	7,1	29,7
	Голубка	7,1	32,0
	Лада	7,9	37,5
	Ред Фэнтези	7,3	37,5
	Услада	7,3	33,8

Группа сортов по спелости	Вариант (Сорт)	Потемнение	Общая дегустационная оценка
Среднеспелые	Чайка (ст.)	7,5	34,5
	Кулон	6,8	26,9
	Волчок	7,8	35,4
	Костер	8,2	33,1
НСР ₀₅	–	1,1	-

Максимальную дегустационную оценку получили сорта Ред Фэнтези и Лада, наименее качественными оказались сорта Кулон и Виза.

Выводы. Сорта Беллароза, Джелли, Волчок обеспечили получение достоверной прибавки товарной урожайности на 5,3, 8,4, 12,0 т/га при НСР₀₅ 4,6 т/га. Сорта Вираз, Голубка, Улада, Костер снизили товарную урожайность картофеля. Среднеранние сорта Виза, Лада, Ред Фэнтези и из группы среднеспелых Волчок сформировали товарную урожайность картофеля на уровне стандартов.

По оценке кулинарных качеств клубней картофеля выделились сорта Ред Фэнтези и Лада.

Список литературы

1. Эффективность использования золы биологических отходов в качестве удобрения картофеля на дерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / Т. Ю. Бортник, Е. В. Лекомцева, Д. В. Яковлев, О. Г. Долговых // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 9 (143). – С. 17–20.
2. Иванова, Т. Е. Урожайность и качество сортов моркови / Т. Е. Иванова // Юбилейные чтения: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию профессоров А. В. Юриной и Л. А. Котова. – Екатеринбург: ФГОУ ВПО Уральская ГСХА, 2009. – С. 47–51.
3. Эффективность биологических удобрений азотовит и фосфатовит при возделывании картофеля на дерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / А. В. Игнатъев, В. А. Иудин, Т. Ю. Бортник [и др.] // Пермский аграрный вестник, 2021. – № 2 (34). – С. 31–41.
4. Эффективность применения различных форм минеральных удобрений на картофеле / Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова, И. Л. Иванов, Ю. В. Козлова // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. – С. 101–103.
5. Эффективность различных форм минеральных удобрений при выращивании раннего картофеля / Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова, И. Л. Иванов [и др.] // Агрохимия в Предуралье: история и современность: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. – С. 82–85.

6. Удобрения картофеля / Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова, И. Л. Иванов, Т. Ю. Бортник // Картофель и овощи, 2015. – № 4. – С. 34–35.

7. Лекомцева, Е. В. Сравнительная оценка применения различных форм минеральных удобрений под картофель на дерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию д. с.-х. наук, профессора кафедры земледелия и землеустройства В. М. Холзакова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 162–165.

8. Лекомцева, Е. В. Действие различных комплексных удобрений на урожайность сортов моркови / Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики, почетного работника ВШ РФ профессора В. П. Ковриго. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 235–238.

9. Лекомцева, Е. В. Сравнительная оценка продуктивности и качества сортов картофеля в Удмуртской Республике / Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова // Сортотехнику полевого картофеля – в производство: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения профессора кафедры растениеводства И. В. Осокина. – Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д. Н. Прянишникова, 2020. – С. 106–109.

10. Лекомцева, Е. В. Применение органических удобрений при выращивании картофеля на дерново-среднеподзолистой супесчаной почве / Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2022. – С. 147–150.

УДК 664.68

А. В. Мильчакова¹, Н. И. Мазунина²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

¹E mail: milannavl@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУБЛИМИРОВАННОЙ МАЛИНЫ И ВИШНИ, КАКАО-ПОРОШКА И СЕМЯН КУНЖУТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ БАРАНОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Представлены результаты использования сублимированной вишни и малины, какао-порошка, семян кунжута при производстве хлебобулочных бараночных изделий для дальнейшего улучшения качества и увеличения ассортимента.

Бараночные изделия – это изделия, приготовленные из пшеничного теста в виде колец, челночков, подвергнутых специальной обработке и выпеченные. К бараночным изделиям относят различные виды сушек, баранок и бубликов. Изделия обладают высокой калорийностью и усвояемостью, отличаются приятным вкусом, привлекательным внешним видом. Благодаря низкой влажности большинство изделий представляет собой ценный пищевой концентрат с длительным сроком хранения. Высокая пищевая ценность бараночных изделий обусловлена значительным содержанием углеводов, жиров и белков [1].

Бараночные и сухарные изделия занимают особое место среди хлебобулочных изделий благодаря своим пищевкусовым и сытным свойствам. Они могут храниться длительный период и выдерживают транспортировку. С целью производства бараночных изделий формируют специализированные цеха. Со временем спрос на бараночные изделия только возрастает во много раз, а ассортимент продолжает очень быстро расширяться. Бараночные изделия становятся все более конкурентоспособными, пользуясь спросом не только в нашей стране, но и за ее пределами. Конкуренция среди производителей бараночных изделий нарастает из года в год. Многие хлебопекарные предприятия стремятся расширить рынки сбыта как у себя в стране, так и за ее пределами [11].

Баранки – одно из традиционных и любимых выпечных изделий русской кухни. Сегодня существует множество разнообразных сортов баранок, которые можно увидеть практически на каждом столе российской семьи. Различные виды добавок, пряностей, семян добавляют в бараночные изделия для повышения пищевой ценности, вкусовых, ароматических и физико-химических свойств изделий. Для постоянного расширения ассортимента продукции появление новых интересных новинок, вопросами введения в рецептуры пищевых продуктов дополнительного сырья или частичной замены основного сырья на более функциональное на протяжении нескольких лет в ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА занимались Вафина Э. Ф. [3], Ившина Е. В. [4], Мазунина Н. И. [5, 6], Мильчакова А. В. [7–10].

Целью работы является совершенствование технологии производства баранок с добавлением сублимированной вишни и малины, какао-порошка, семян кунжута для дальнейшего улучшения качества и увеличения ассортимента хлебобулочных бараночных изделий в ООО «Хлебозавод № 5» г. Ижевска.

Методика проведения исследований. В схему опыта входили следующие варианты: 1. Сахарная баранка с маком (контроль); 2. Баранка с сублимированной малиной; 3. Баранка с сублимиро-

ванной вишней; 4. Баранка с семенами кунжута; 5. Баранка с какао-порошком. Методика: отбор и подготовка проб к анализу – ГОСТ 7128-91; органолептические и физико-химические показатели качества – ГОСТ 32124-2013; методы определения кислотности – ГОСТ 5670-96; метод определения влажности – ГОСТ 21094-75.

Основная часть исследований по разработке новой рецептуры баранок на основе имеющейся была проведена в условиях перерабатывающего предприятия ООО «Хлебозавод № 5» г. Ижевске Удмуртской Республики. Были определены органолептические и физико-химические показатели полученного продукта, которые проводились в лаборатории на данном предприятии.

Результаты исследований. По результатам видно, что форма всех образцов была в виде округлого кольца. По внешнему виду поверхность сахарной баранки с маком, баранок с сублимированной малиной глянцевиная, гладкая, без вздутий и трещин, без загрязнений. У баранок с сублимированной вишней, с какао-порошком и с семенами кунжута поверхность глянцевиная, гладкая, без загрязнений, но на одной стороне имеются небольшие трещины длиной не более $1/3$ поверхности кольца. Цвет образцов равномерный, от светло-желтого до светло-коричневого, без подгорелости. Внутреннее состояние сахарной баранки с маком разрыхленное, пропеченное, без признаков непромеса, имеются вкрапления мака.

Внутреннее состояние баранки с сублимированной малиной разрыхленное, пропеченное, без признаков непромеса, имеются вкрапления малины. Внутреннее состояние баранки с сублимированной вишней разрыхленное, пропеченное, без признаков непромеса, имеются вкрапления вишни. Внутреннее состояние баранок с семенами кунжута разрыхленное, пропеченное, без признаков непромеса, имеются вкрапления семян кунжута. Внутреннее состояние баранок с какао-шоколадом разрыхленное, пропеченное, без признаков непромеса, цвет мякиша коричневый. Вкус у сахарной баранки с маком приятный, со вкусом мака, без постороннего привкуса, запах мака. Вкус у баранки с сублимированной малиной приятный, со вкусом малины, запах малины. Вкус у баранки с сублимированной вишней приятный, со вкусом вишни, запах вишни. Вкус у баранки с семенами кунжута приятный, со вкусом кунжута, без посторонних привкусов, запах кунжута. Вкус у баранок с какао-порошком приятный, со вкусом шоколада, запах шоколада. По показателю хрупкости баранки получились хрупкие, что соответствует требованиям ГОСТ 32124-2013. После изготовления баранок были проведены физико-химические исследования по определению кислотности и влажности в исследуемых образцах.

Кислотность сахарной баранки с маком (контроль) составила 2,14 град. Увеличение показателя кислотности на 0,1 град. наблюдали при добавлении сублимированной малины. Кислотность в баранках с добавлением сублимированной вишни, семян кунжута и какао-порошка не имела существенных изменений, и она составила 2,18 град., 2,16 град. и 2,14 град. соответственно. У сахарной баранки с маком (контроль) влажность составила 17,13 %. Существенное увеличение влажности на 5,59 % наблюдали при добавлении сублимированной малины, при НСР₀₅ 1,45 %. Уменьшение влажности от контроля на 0,42 наблюдается в баранках с добавлением семян кунжута. Влажность баранок с добавлением сублимированной вишни и какао-порошка составила 18,56 % и 18,34 % соответственно.

Дегустационную оценку проводили по следующим показателям: форма, поверхность, цвет, внутреннее состояние, вкус и запах. Каждый показатель качества оценивается по 5-балльной шкале. Итоговой оценкой является сумма баллов по показателям. Изделие считается отличным с 25–30 баллами, с 19–24 баллами хорошим, 13–18 – удовлетворительного качества и с 12 и ниже – плохого качества. Форма всех образцов правильная, соответствующая виду изделий, допускается заметное место соединения концов жгута, что соответствует требованиям ГОСТ 32124-2013. Высший балл по поверхности получили сахарная баранка с маком (контроль) (5,0), баранка с сублимированной вишней (5,0) и баранка с сублимированной малиной (5,0), а баранки с семенами кунжута и с какао-порошком получили по 4,85 балла.

Сахарная баранка с маком получила 28,84 балла, баранка с сублимированной малиной – 28,99 балла, баранка с сублимированной вишней – 29,41 балла, баранка с семенами кунжута – 28,94 балла и баранка с какао-порошком получила 29,11 балла. Все баранки получились отличными по качеству.

Вывод. Для улучшения качества и увеличения ассортимента бараночных изделий, производимых в ООО «Хлебозавод № 5» г. Ижевска Удмуртской Республики, рекомендуем производить баранки с заменой 1 кг мака на какао-порошок и баранки с заменой 1 кг мака на семена кунжута на 100 кг муки.

Список литературы

1. Бараночные изделия. – URL: https://www.yaneuch.ru/cat_97/baranochnye-izdeliya/540429.3403953.page1.html.
2. Вафина, Э. Ф. Производство пампушек с применением муки из тритикале / Э. Ф. Вафина, Т. А. Михайлова // Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом: материалы Всерос. (Нац.) науч.-практ. конф. с междуна-

родным участием, посвящённой 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, профессора, доктора с.-х. наук Хуснидинова Шарифзяна Кадировича. – Молодёжный, 2021. – С. 37–40.

3. ГОСТ 30354-96 «Изделия хлебобулочные бараночные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей, и масса изделий».

4. Ившина, Е. В. Производство хлеба пшеничного с добавлением прованских трав в ООО «Ижевский хлебозавод № 3» г. Ижевска / Е. В. Ившина, А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2022. – С. 76–83.

5. Мазунина, Н. И. Влияние добавления моркови на качество хлеба из пшеничной муки / Н. И. Мазунина, А. В. Мильчакова // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в 2-х томах. – Ижевск, 2022. – С. 81–84.

6. Мазунина, Н. И. Особенности технологии производства хлебобулочного изделия «Слоеные сырные палочки» и оценка их качества / Н. И. Мазунина, А. В. Мильчакова, С. С. Крылова // Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии; отв. за вып. И. Ш. Фатыхов. – 2020. – С. 229–235.

7. Мильчакова, А. В. Производство и экспертиза хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением розмарина / А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Ижевск, 2021. – С. 207–211.

8. Мильчакова, А. В. Производство пшеничного хлеба с добавлением васоби в ООО «Ижевский хлебозавод № 3» г. Ижевска / А. В. Мильчакова, А. В. Зайцева, Н. И. Мазунина // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2022. – С. 95–101.

9. Мильчакова, А. В. Производство хлеба «Фитнес» и «Фитнес гречневый» в ИП Попова М.З., пекарня «Хлебница» Удмуртской Республики / А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина, Ю. А. Лыскова // Тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 163–166.

10. Мильчакова, А. В. Сравнительная оценка пшеничного хлеба с тмином и гвоздикой и соответствие его требованиям стандарта / А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника ВПО РФ, профессора В. М. Холзакова и 75-летию кандидата с.-х. наук, доцента А. И. Венчикова. – Ижевск, 2022. – С. 164–168.

11. Производство бараночных изделий. – URL: <https://www.borodinsky.ru/enciklopedia/439-proizvodstvo-baranochnyh>.

А. В. Мильчакова¹, Н. И. Мазунина²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

¹E mail: milannavl@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БАРАНОК С ДОБАВЛЕНИЕМ ИЗЮМА, АРОНИИ, ЯБЛОКА, ГОЛУБИКИ И ТЕРНА

Приводятся исследования влияния изюма, аронии, яблока, голубики и терна на качественные показатели баранок, по результатам которых выявлено, что производство баранок с добавлением яблок увеличит ассортимент производимой продукции с новым вкусовым разнообразием.

Актуальность. Одна из основных глобальных проблем человечества – продовольственная. Цель предоставления жителям земли провианта имеет древние исторические корни. Недостаток товаров всегда сопутствовал обществу. Бараночные и сухарные изделия играют особую роль среди хлебобулочных изделий благодаря своим пищевкусным свойствам. Они хранятся длительный период и хорошо выдерживают транспортировку. С целью производства бараночных изделий формируют специализированные цеха [10, 11].

Конкуренция среди производителей бараночных изделий нарастает из года в год. Многие хлебопекарные предприятия стремятся расширить рынки сбыта как у себя в стране, так и за ее пределами.

Важную долю вырабатываемого ассортимента составляют хлебобулочные бараночные изделия из смеси пшеничной хлебопекарной муки (одного сорта или смеси различных сортов) и пшеничной муки совместного предназначения (одного типа или смеси различных типов).

Важным фактором, обуславливающим свойство баранок, являются свойства сырья, используемого в производстве, которые определяют вкус и аромат мучного изделия. Выбор и правильное введение вспомогательного сырья позволяет улучшить качество мучных кондитерских изделий и разнообразить ассортимент. В связи с этим создание изделий массового потребления повышенной пищевой и биологической ценности с одновременным обеспечением технологических показателей качества хлеба выдвигает решение проблемы совершенствования сырьевой базы отечественной промышленности [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Целью работы является совершенствование рецептуры баранок с добавлением аронии черноплодной, яблока, голубики и терна

на для дальнейшего увеличения ассортимента хлебобулочных бараночных изделий.

Материалы и методы. Разработанные изделия представлены в следующих вариантах: 1. Баранки с изюмом (контроль); 2. Баранки с аронией черноплодной; 3. Баранки с яблоком; 4. Баранки с голубикой; 5. Баранки с терном. В качестве исходной рецептуры, по которой проводилась разработка новых образцов, была выбрана рецептура баранок с изюмом. Для производства данного вида баранок использовали следующие виды сырья: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, дрожжи хлебопекарные быстродействующие, соль поваренная пищевая, сахар-песок, масло растительное, вода питьевая, патока. При производстве новых образцов баранок количество изюма по рецептуре заменили на аронию, яблоко, голубику и терн. Количество муки, дрожжей, соли, сахар-песка, масла, воды и патоки, используемых в исходной рецептуре и в рецептуре опытных вариантов, остается неизменной. Определение качества баранок по органолептическим показателям проводилось по ГОСТ 30354-96 «Изделия хлебобулочные бараночные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей, и масса изделий». Определение качества баранок по органолептическим показателям проводилось по ГОСТ 30354-96 «Изделия хлебобулочные бараночные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей, и масса изделий» [2].

Результаты исследований. После выпечки были проведены исследования образцов по органолептическим и физико-химическим показателям.

Получившиеся баранки соответствуют всем органолептическим показателям. Форма баранок округлая. Поверхность гладкая. Без вздутий. Цвет выпеченных изделий у всех светло-желтый, только вариант с терном имеет темно-коричневый цвет. Вкус у баранок соответствует стандарту, с привкусом добавок, без постороннего привкуса. Запах у всех вариантов соответствует данному виду изделия, без постороннего запаха. Внутреннее состояние баранок разрыхленное; пропеченное; без признаков непромеса; ломкие, что соответствует требованиям ГОСТ по всем показателям.

Все нужное сырье, поступающее на предприятие, отвечает требованиям ГОСТ, ОСТ, ТУ и других руководящих документов и подвергается контролю по показателям качества в соответствии с Положением о производственных лабораториях и объемом работы лаборатории по анализу сырья.

По результатам физико-химических исследований баранок выявлено, что наибольшую влажность имеет вариант с добавлением

изюма (18,6 %), а наименьшую массовую долю влаги имеют баранки с добавлением аронии черноплодной (18,3 %), но абсолютно все варианты не превышают влажность по ГОСТу не более 19 %. Кислотность всех баранок соответствует ГОСТ (не более 3,0). Наибольшее значение кислотности принадлежит варианту с добавлением терна – 2,4 град., так как ягоды имеют кисловатый вкус.

После выпечки баранок была также проведена дегустационная оценка. В результате наибольшее количество баллов набрали варианты с яблоком, голубикой и терном – 34,4. Наименьшее количество баллов набрал вариант с добавлением аронии черноплодной – 33,2.

Вывод. Таким образом, производство баранок с добавлением яблок увеличит ассортимент производимой продукции с новым вкусовым разнообразием.

Список литературы

1. Вафина, Э. Ф. Производство пампушек с применением муки из тритикале / Э. Ф. Вафина, Т. А. Михайлова // Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом: материалы Всерос. (Нац.) науч.-практ. конф. с международным участием, посвящённой 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, профессора, доктора с.-х. наук Хуснидинова Шарифзяна Кадировича. – Молодёжный, 2021. – С. 37–40.
2. ГОСТ 30354-96 «Изделия хлебобулочные бараночные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей, и масса изделий».
3. Ившина, Е. В. Производство хлеба пшеничного с добавлением прованских трав в ООО «Ижевский хлебозавод № 3» г. Ижевска / Е. В. Ившина, А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2022. – С. 76–83.
4. Мазунина, Н. И. Влияние добавления моркови на качество хлеба из пшеничной муки / Н. И. Мазунина, А. В. Мильчакова // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в 2-х томах. – Ижевск, 2022. – С. 81–84.
5. Мазунина, Н. И. Особенности технологии производства хлебобулочного изделия «Слоеные сырны палочки» и оценка их качества / Н. И. Мазунина, А. В. Мильчакова, С. С. Крылова // Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии. Отв. за вып. И. Ш. Фатыхов. – 2020. – С. 229–235.
6. Мильчакова, А. В. Производство и экспертиза хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением розмарина / А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Ижевск, 2021. – С. 207–211.

7. Мильчакова, А. В. Производство пшеничного хлеба с добавлением васоби в ООО «Ижевский хлебозавод № 3» г. Ижевска / А. В. Мильчакова, А. В. Зайцева, Н. И. Мазунина // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2022. – С. 95–101.

8. Мильчакова, А. В. Производство хлеба «Фитнес» и «Фитнес гречневый» в ИП Попова М. З., пекарня «Хлебница» Удмуртской Республики / А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина, Ю. А. Лыскова // Тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 163–166.

9. Мильчакова, А. В. Сравнительная оценка пшеничного хлеба с тмином и гвоздикой и соответствие его требованиям стандарта / А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника ВПО РФ, профессора В. М. Холзакова и 75-летию кандидата с.-х. наук, доцента А. И. Венчикова. – Ижевск, 2022. – С. 164–168.

10. Фролов, Д. И. Безопасность продовольственного сырья / Д. И. Фролов. – Пенза: Пензенский государственный технический университет, 2015. – 144 с.

11. Цыганова, Т. Б. Технология хлебопекарного производства: учеб. пособ. / Т. Б. Цыганова. – Москва: ПрофОбрИздат, 2008. – 216.

УДК 635.17:581.13

Л. А. Несмелова

Удмуртский ГАУ

E-mail: lubownesmelow@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ РЕДЬКИ КИТАЙСКОЙ

Представлены результаты исследований влияния площади питания на урожайность сортов редьки китайской (лоба) при выращивании в условиях Удмуртской Республики. В результате проведенных исследований высокая урожайность корнеплодов редьки китайской была получена у сорта Джапэн бол рабу и составила 5,6 кг/м². Оптимальная площадь питания для получения высокого урожая корнеплодов редьки китайской – 0,06 м² при схеме посева 30×20 см.

При изучении культуры площадь питания является одним из важнейших факторов, влияющих на рост и развитие растений. Для получения высоких урожаев и качественного продукта необходимо правильно размещать растения на площади, также нельзя исключать необходимость агротехники [1, 2, 5, 8]. Многочисленными исследованиями

установлено, что для каждой культуры в определенных условиях ее выращивания характерна оптимальная площадь питания [3, 6].

Редька китайская (лоба) является новой, весьма ценной овощной культурой для России. Лоба популярна во многих странах мира, а в Японии, Китае и Корее является ведущей овощной культурой. По площадям возделывания и объему производства редьки на первом месте среди зарубежных стран находится Япония. В Российской Федерации и странах СНГ китайскую редьку (лобу) возделывают преимущественно на приусадебных и дачных участках, в существенных объемах ее выращивают только на Дальнем Востоке [7].

Вопросы производства редьки-лобы в Удмуртской Республике изучены недостаточно. Незначительное наличие отечественных сортов и гибридов в реестре селекционных достижений на сегодняшний день свидетельствует об актуальности дальнейшего изучения данной культуры [4, 9–11].

Цель исследований – выявление оптимальной площади питания для выращивания корнеплодов редьки китайской в условиях Удмуртской Республики.

Задачи – определить влияние площади питания на урожайность корнеплодов редьки китайской.

Материал и методы исследований. В 2020 г. на территории Воткинского района Удмуртской Республики был заложен двухфакторный полевой опыт. В опыте изучались сорта (фактор А) редьки китайской Завтрак гурмана (st.) и Джапэн бол рабу. За фактор В (схема посева (площадь питания) были взяты следующие варианты: 30×15 см (0,045 м²), 30×20 см (0,06 м²) (к) и 30×25 см (0,075 м²). Размещение вариантов методом рендомизированных повторений в 3-кратной повторности. Срок посева – 30 июня.

Результаты исследований. Одним из весомых показателей, влияющих на выход продукции, является средняя масса редьки китайской. Масса корнеплода редьки китайской зависела как от сортовых особенностей, так и от площади питания. Достоверное увеличение на 61,0 г при НСР₀₅–7,0 г массы корнеплода редьки китайской отмечено у сорта Джапэн бол рабу и составила 347,7 г, тогда как у сорта Завтрак гурмана – 286,7 г (табл. 1).

По площади питания было отмечено существенное снижение массы корнеплода, при схеме посева 30×15 по сравнению с контролем на 122,2 г при НСР₀₅ – 8,6 г (контроль 358,7 г) и равняется 236,5 г соответственно. При схеме посева 30×25 см существенных отклонений по сравнению с контролем не наблюдалось.

По количеству стандартных корнеплодов редьки китайской достоверное увеличение на 0,8 шт./м² при НСР₀₅ – 0,6 шт./м² было

отмечено у сорта Джапэн бол рабу. Количество стандартных корнеплодов в данном варианте составило 11,9 шт./м² (контроль 11,1 шт./м²) (табл. 2).

Таблица 1 – Средняя масса корнеплода сортов редьки китайской в зависимости от площади питания, г

Схема посева, см (фактор В)	Сорт (фактор А)		Средние по фактору В	Отклонение по фактору В НСР ₀₅ – 8,6
	Завтрак гурмана (st.)	Джапэн бол рабу		
30×20 (к)	318,3	399,0	358,7	–
30×15	221,3	251,7	236,5	-122,2
30×25	320,3	392,3	356,3	-2,3
Средние по фактору А	286,7	347,7	НСР ₀₅	
Отклонение по фактору А НСР ₀₅ – 7,0	–	+61,0	частных различий – 12,2	

Таблица 2 – Количество стандартных корнеплодов сортов редьки китайской в зависимости от площади питания, шт./м²

Схема посева, см (фактор В)	Сорт (фактор А)		Средние по фактору В	Отклонение по фактору В НСР ₀₅ – 0,7
	Завтрак гурмана (st.)	Джапэн бол рабу		
30×20 (к)	10,3	11,7	11,0	-
30×15	13,3	13,7	13,5	+2,5
30×25	9,7	10,3	10,0	-1,0
Средние по фактору А	11,1	11,9	НСР ₀₅	
Отклонение по фактору А НСР ₀₅ – 0,6	-	+0,8	частных различий – 1,0	

При схеме посева 30×15 наблюдалось существенное увеличение количества стандартах корнеплодов на 2,5 шт./м² при НСР₀₅ – 0,7 шт./м² и составило 13,5 шт./м² (контроль 11,0 шт./м²). При схеме посева 30×25 было отмечено достоверное снижение количества стандартных корнеплодов редьки китайской на 1,0 шт./м² и составило 10,0 шт./м² соответственно.

Существенное увеличение массы и количества корнеплодов редьки китайской у сорта Джапэн бол рабу повлияли на общую урожайность лобы. Общая урожайность корнеплодов в данном варианте составила 5,6 кг/м² при НСР₀₅ – 0,1 кг/м², тогда как контроль – 4,7 кг/м² (табл. 3). При схемах посева 30×15 и 30×25 см было отмечено существенное снижение урожайности на 0,5 и 1,2 кг/м² при НСР₀₅ – 0,2 кг/м² и составило 5,2 и 4,6 кг/м² (контроль 5,7 кг/м²). Высокими товарными качествами обладают стандартные корнеплоды.

Достоверное увеличение урожайности в стандартах корнеплодов отмечено у сорта Джапэн бол рабу на 1,0 кг/м² при НСР₀₅ – 0,2 кг/м². Урожайность в данном варианте составила 4,1 кг/м² (контроль 3,1 кг/м²) (табл. 4).

Таблица 3 – Общая урожайность корнеплодов редьки китайской в зависимости от площади питания и сорта, кг/м²

Схема посева, см (фактор В)	Сорт (фактор А)		Средние по фактору В	Отклонение по фактору В НСР ₀₅ – 0,2
	Завтрак гурмана (st.)	Джапэн бол рабу		
30×20 (к)	5,1	6,4	5,7	–
30×15	4,9	5,5	5,2	-0,5
30×25	4,1	5,1	4,6	-1,2
Средние по фактору А	4,7	5,6	НСР ₀₅	
Отклонение по фактору А НСР ₀₅ – 0,1	–	+0,9	частных различий – 0,2	

Таблица 4 – Урожайность стандартных корнеплодов сортов редьки китайской в зависимости от площади питания, кг/м²

Схема посева, см (фактор В)	Сорт (фактор А)		Средние по фактору В	Отклонение по фактору В НСР ₀₅ – 0,2
	Завтрак гурмана (st.)	Джапэн бол рабу		
30×20 (к)	3,3	4,8	4,0	–
30×15	2,9	3,4	3,2	-0,8
30×25	3,2	4,0	3,6	-0,4
Средние по фактору А	3,1	4,1	НСР ₀₅	
Отклонение по фактору А НСР ₀₅ – 0,2	–	+1,0	частных различий – 0,3	

При схемах посева 30×15 и 30×25 см отмечалось существенное снижение урожайности стандартных корнеплодов на 0,8 и 0,4 кг/м² при НСР₀₅ – 0,6 кг/м², по сравнению с контролем. Урожайность в данных вариантах составила 3,2 и 3,6 кг/м² (контроль 4,0 кг/м²).

Таким образом, в результате проведенных исследований высокая урожайность корнеплодов редьки китайской отмечена у сорта Джапэн бол рабу и составила 5,6 кг/м². Оптимальной площадью питания для редьки китайской, обеспечивающей наибольший сбор товарных корнеплодов в условиях Удмуртской Республики, является площадь питания 0,06 м² при схеме посева 30×20 см. Урожайность стандартных корнеплодов в данном варианте составила 4,0 кг/м².

Список литературы

1. Болотских, А. С. Редька европейская, китайская и японская / А. С. Болотских, У. Чжень // Главный агроном. – Москва: 2008. – № 9. – С. 55–58.
2. Бунин, М. С. Новые овощные культуры России / М. С. Бунин. – Москва: Росинформагротех, 2002. – С. 150–155.
3. Иванова, Т. Е. Распределение осадков за вегетационный период / Т. Е. Иванова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 34–38.
4. Интродукция редьки китайской в Удмуртской Республике / Л. А. Несмелова, Т. Е. Иванова, Е. В. Соколова, Т. Н. Тутова // Труды по интродукции и акклиматизации.

зации растений. Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук. – Ижевск, 2021. – С. 176–179.

5. Курина, А. Б. Биологические особенности редьки и редиса (*Raphanus Sativus* L.) коллекции ВИР при летнем сроке выращивания в условиях Ленинградской области / А. Б. Курина, А. М. Артемьева // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 46. – С. 25–31.

6. Леунов, В. И. Столовые корнеплоды в России / В. И. Леунов. – Москва: Товарищество науч. изд. КМК, 2011. – 271 с.

7. Литвинов, Д. О. Сортоизучение китайской редьки в условиях юга Тюменской области / Д. О. Литвинов // Инновационное развитие АПК Северного Зауралья: материалы региональной науч.-практ. конф. молодых ученых. – Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2013. – С. 41–44.

8. Соколова, Е. В. Сравнить на практике / Е. В. Соколова, О. В. Коробейникова, В. М. Мерзлякова // Агробизнес. – 2020. – № 6 (65). – С. 18–20.

9. Солодянкина, П. А. Влияние площади питания на урожайность корнеплодов редьки китайской / П. А. Солодянкина // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 256–258.

10. Федоров, А. В. Особенности интродукции некоторых видов рода *Raphanus* L. в Среднем Предуралье: моногр. / А. В. Федоров, А. М. Швецов, Л. А. Несмелова. – Ижевск: Шелест, 2018. – 150 с.

11. Швецов, А. М. Урожайность товарных корнеплодов редьки китайской в зависимости от срока посева в условиях Удмуртской Республики / А. М. Швецов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 4 (29). – С. 42–44.

УДК 635.621:631.5(470.51)

Л. А. Несмелова¹, Т. Н. Тутова², Т. Е. Иванова³, Е. В. Соколова⁴

^{1,2,3,4}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: lubownecmelowa@yandex.ru

²E-mail: toutova@udm.ru

ОСОБЕННОСТИ РОСТА, РАЗВИТИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ТЫКВЕННЫХ КУЛЬТУР В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Представлены результаты исследований особенностей роста, развития и продуктивности разных видов тыквы при выращивании в условиях Удмуртской Республики. В результате проведенных исследований выявили, что высокая урожайность получена у видов тыквы крупноплодная (сорт Волжская серая 92), фиголистная и мускатная. Урожайность соответственно составила 6,2; 6,7 и 5,7 кг/м². По количеству плодов на одном растении выделилась тыква фиголистная – до 6 шт.

Актуальность. Проблема питания населения становится все более острой в современном мире. В решении этого вопроса огромную роль играют овощи, обладающие не только высокой продуктивностью, но и значительной питательной ценностью [3, 9]. В последнее время среди овощных культур все большее распространение получила тыква. Тыква – одно из древнейших растений, обладающих многочисленными достоинствами. Она высокоурожайна, неприхотлива, плоды хорошо хранятся, их употребляют в пищу в вареном, жареном, пареном и печеном виде, готовят пюре, варенья, цукаты и т.д. [1] Все вещества, входящие в состав яркой мякоти, не теряют своей пользы даже в процессе термической обработки. Кроме того, семечки тыквы помогают предотвратить авитаминоз и другие проблемы со здоровьем [2].

В мире существует более 20 видов тыквы. В России в культуре выращивают три вида: крупноплодную (*Cucurbita maxima*) – в Госреестр РФ включен 41 сорт, мускатную (*Cucurbita moschata*) – 9 сортов, твердокорую (*Cucurbita pepo*) – 12 сортов. В настоящее время возрос интерес к малораспространенным тыквенным культурам, таким, как лагенария (*Lagenaria*), бенинказа (*Benincasa hispida*) и тыква фиголистная (*Cucurbita ficifolia*). Их возделывают в странах Юго-Восточной Азии и Центральной Америки безрассадным методом [4–6].

В отечественной и зарубежной литературе по особенностям выращивания лагенарии, бенинказы и тыквы фиголистной информации недостаточно, поэтому изучение биологических особенностей и разработка элементов технологии выращивания разных видов тыквы в Удмуртской Республике является актуальным [7, 8].

Цель исследований – сравнительная оценка роста, развития и урожайности видов тыквы.

Задачи:

- изучить особенности роста и развития видов тыквы;
- определить урожайность видов тыквы.

Материал и методы исследований. Опыты закладывались в 2018 г. в Завьяловском районе Удмуртской Республики. Опыт однофакторный полевой, мелкоделяночный. За фактор А были изучены виды тыквы: крупноплодная – сорт Волжская серая 92 (к), сорт Улыбка; твердокорая – сорт Дачная, сорт Голосемянка; мускатная – сорт Жемчужина; лагенария, бенинказа и тыква фиголистная. Повторность – трехкратная. Размещение делянок – методом полной рендомизации. Площадь учетной делянки 2,94 м². Схема размещения вариантов 1,4×2,1 м. Срок посева в открытый грунт 25 мая.

Результаты исследований. Для более полного изучения особенностей роста и развития растений тыквы необходимо отмечать даты наступления основных фенологических фаз (табл. 1).

Проведенные фенологические наблюдения выявили некоторые различия развития растений между видами тыквы по продолжительности периодов от всходов до наступления основных фаз развития. Посев в открытый грунт проводили 25 мая. Дружные всходы отмечены: у тыквы крупноплодной и твердокорой на 5–6 сутки, у тыквы мускатной и фиголистной на 8–9 сутки, у лагенарии и бененказы на 11–12 сутки от посева.

Таблица 1 – Наступление основных фенологических фаз развития растений разных видов тыквы, 2017 г.

Вариант (вид тыквы)	Всходы	Появление первых наст. листьев	Цветение		Созревание плодов (кол-во дней от всходов)
			ед.	масс.	
крупноплодная (к) (сорт Волжская серая 92)	31.05	05.06	14.07	26.07	100–110
крупноплодная (сорт Улыбка)	30.05	05.06	10.07	20.07	80–95
твердокорая (сорт Дачная)	30.05	05.06	10.07	20.07	85–95
твердокорая (сорт Голосемянка)	31.05	05.06	14.07	26.07	100–115
мускатная (сорт Жемчужина)	02.06	07.06	26.07	03.08	100–110
Лагенария	05.06	08.06	03.08	06.08	130–140
Бенинказа	06.06	09.06	03.08	07.08	130–140
Фиголистная	03.06	07.09	26.07	03.08	110–120

Фаза цветения у тыквы имеет растянутый временной период. Сначала отмечено цветение мужских цветков, через семь-десять – женских. При этом мужских цветков было в пять раз больше, чем женских. Более раннее цветение, от 10 до 20 июля, в наших исследованиях отмечено у тыквы Крупноплодной (сорт Улыбка) и тыквы твердокорой (сорт Дачная). Более поздним периодом цветения отмечены теплолюбивые тыквенные культуры вида лагенария и бенинказа – с 03 по 07 августа. Тыква фиголистная, хоть и является теплолюбивой культурой, но фаза цветения у данной культуры наступила вместе с контрольным вариантом тыква крупноплодная (сорт Волжская серая 92) и тыква мускатная (сорт Жемчужина).

Раннее созревание плодов у разных видов тыквенных культур наблюдалось у тыквы крупноплодной (сорт Улыбка) и тыквы твердокорой (сорт Дачная), вегетационный период у данных культур составил от 80 до 95 дней. У тыквы твердокорой (сорт Голосемянка) и тыквы мускатной (сорт Жемчужина) вегетационный период был на уровне контрольного варианта тыква крупноплодная (сорт Волжская серая 92) и составил от 100–115 дней, что характерно для произрастания тыквенных культур в условиях Удмуртской Республики.

Видовые особенности оказали существенное влияние на продолжительность основных фаз развития растений. У лагенарии и бе-

нинказы наступление технической спелости было намного позднее, что связано с понижением ночных температур и меньшей интенсивностью освещения. Несмотря на скороспелость данных видов тыквы (по литературным данным), при семенном способе посева в условиях Удмуртской Республики лагенария и бенинказа не успевают завершить полный цикл развития растений – плоды не вызревают полностью.

Существенное снижение длины главного стебля наблюдалось у тыквы крупноплодной (сорт Улыбка), тыквы мускатной и бенинказы на 178; 132 и 189 см при НСР₀₅ – 47 см. У тыквы твердокорой, лагенарии и тыквы фиголистной существенных различий по данному показателю не наблюдалось, длина главного стебля была на уровне контрольного варианта и составила от 283 до 296 см (табл. 2).

Таблица 2 – Длина главного стебля одного растения разных видов тыквы, см

Вариант (вид тыквы)	Длина главного стебля, см	Количество боковых побегов, шт.
Крупноплодная (к) (сорт Волжская серая 92)	286,0	2,0
Крупноплодная (сорт Улыбка)	107,7	3,3
Твердокорая (сорт Дачная)	282,0	1,7
Твердокорая (сорт Голосемянка)	283,3	3,0
Мускатная (сорт Жемчужина)	154,3	6,0
Лагенария	266,7	2,0
Бенинказа	96,7	2,0
Фиголистная	295,7	7,0
НСР ₀₅	47,0	1,0

Количество боковых побегов значительно зависело от вида тыквенных культур. Существенное увеличение количества побегов на одном растении наблюдалось у тыквы крупноплодной (сорт Улыбка), тыквы твердокорой (сорт Голосемянка), тыквы мускатной и тыквы фиголистной от 1,0 до 5,0 шт. при НСР₀₅ – 1,0 шт. и составило от 3,0 до 7,0 шт. соответственно. В вариантах тыква твердокорая (сорт Дачная), лагенария и бенинказа количество боковых побегов находилось на уровне контрольного варианта и составила от 1,7 до 2 шт.

На урожайность плодов тыквы разных видов повлияли видо-вые и сортовые особенности (рис. 1).

Существенное снижение урожайности плодов тыквы наблюдалось у тыквы крупноплодной (сорт Улыбка) на 3,8 кг/м², у тыквы твердокорой от 2,2 до 2,7 кг/м², у лагенарии на 3,8 кг/м² и бенинказы на 5,5 кг/м² при НСР₀₅–2,3 кг/м². В вариантах тыква мускатная и тыква фиголистная существенных различий по сравнению с контролем не наблюдалось. Урожайность в данных вариантах составила 5,7 и 6,7 кг/м² (контроль 6,2 кг/м²).

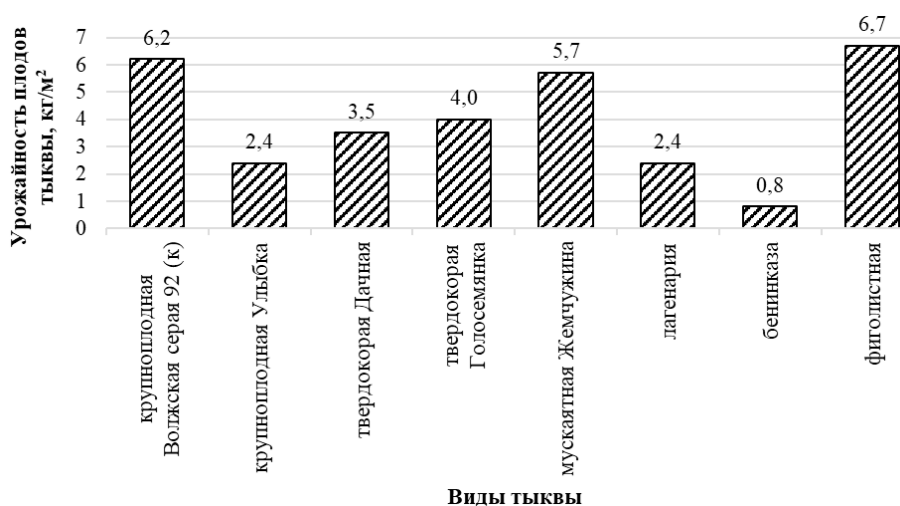


Рисунок 1 – Урожайность плодов разных видов тыквы, кг/м²

Количество плодов тыквы в совокупности с их массой на одном растении оказывает влияние на урожайность и на качественные показатели овощной продукции. Как показывают полученные данные, на показатель количества плодов на одном растении тыквы повлияли видовые особенности. Существенное увеличение количества плодов тыквы на одном растении наблюдалось у тыквы крупноплодной (сорт Улыбка) на 3,7 шт. и тыквы фиголистной на 2,3 шт. при НСР₀₅ – 1,2 шт. (табл. 3).

Таблица 3 – Длина главного стебля одного растения разных видов тыквы, см

Вариант (вид тыквы)	Масса плода, кг	Количество плодов на одном растении, шт.
Крупноплодная (к) (сорт Волжская серая 92)	7,6	2,3
Крупноплодная (сорт Улыбка)	1,2	6,0
Твердокорая (сорт Дачная)	6,5	1,7
Твердокорая (сорт Голосемянка)	4,3	2,7
Мускатная (сорт Жемчужина)	5,6	3,0
Лагенария	2,4	3,0
Бенинказа	0,9	2,3
Фиголистная	4,2	4,7
НСР ₀₅	1,5	30,4

У тыквы видов твердокорая, мускатная и бенниказа существенных различий между вариантами не наблюдалось. По количеству плодов на одном растении они находились на уровне контрольного варианта и составили от 1,7 до 3,0 шт. (контроль 2,3 шт.).

Достоверное снижение массы плода наблюдалось у тыквы крупноплодной (сорт Улыбка), тыквы твердокорой (сорт Голосемянка), тыквы мускатной, лагенарии, бенниказы и тыквы фиголистной на 6,5; 3,3; 2,0; 5,3; 6,7 и 3,4 кг при НСР₀₅–1,5 кг (табл. 3).

У тыквы твердокорая (сорт Дачная) существенных различий по сравнению с контрольным вариантом не наблюдалось, масса плода составила 6,5 кг (контроль 7,6 кг).

Вывод. При изучении выращивания видов тыквы в Удмуртской Республике высокой урожайностью отличились такие виды, как тыква крупноплодная (сорт Волжская серая 92) – контрольный вариант, тыква фиголистная и мускатная. Урожайность соответственно составила 6,2; 6,7 и 5,7 кг/м².

Уменьшение длины главного стебля до 154,3 см и увеличение числа боковых побегов до 6 шт. было выявлено у тыквы вида мускатная (сорт Жемчужина), по количеству плодов на одном растении до 6 шт. превзошел вид тыквы фиголистная.

Список литературы

1. Бухаров, А. Ф. Разнообразие отечественных сортов тыквы крупноплодной столового назначения / А. Ф. Бухаров, Н. В. Степанюк, А. Р. Бухарова // Овощи России. – 2017. – № 2 (35) – С. 55–61.
2. Гончаров, А. В. Тыква в Нечерноземной зоне России: моногр. / А. В. Гончаров. – Москва: Изд-во ФГОУ ВПО РГАУ, 2011. – 176 с.
3. Иванова, Т. Е. Распределение осадков за вегетационный период / Т. Е. Иванова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Международ. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 34–38.
4. Коробейникова, О. В. Оценка сортов тыквы в условиях Удмуртской Республики / О. В. Коробейникова, Е. В. Соколова, В. М. Мерзлякова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4 (60) – С. 24–27.
5. Сравнительный анализ действия регулятора роста растений на овощных культурах / О. В. Коробейникова, Е. В. Соколова, Т. Н. Тутова, В. М. Мерзлякова // Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию со дня рождения М. Г. Концевого. – Ижевск: Удмуртский ГАУ, 2022. – С. 137–143.
6. Несмелова, Л. А. Оценка уровня содержания нитратов в плодах тыквы при выращивании в Удмуртской Республике / Л. А. Несмелова // Высшему агрономическому образованию в Удмуртской Республике – 65 лет: материалы Нац. научн. практ. конф., посвященной 65-летию агрономического факультета ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 134–137.
7. Несмелова, Л. А. Биологические особенности тыквенных культур в зависимости от видового происхождения / Л. А. Несмелова // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию государственности Удмуртской Республики, 18–21 февр. 2020 г. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 60–64.
8. Несмелова, Л. А. Оценка уровня содержания нитратов в плодах тыквы при выращивании в Удмуртской Республике / Л. А. Несмелова // Высшему агроно-

мическому образованию в Удмуртской Республике – 65 лет: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию агрономического факультета ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 23–24 октября 2019 г. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 134–136.

9. Показатели качества овощных культур в зависимости от технологии выращивания / Т. Е. Иванова, О. В. Любимова, Л. А. Несмелова [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1 (57). – С. 10–23.

УДК 633.11"321":631.5

**А. А. Никитин¹, М. П. Маслова²,
О. В. Коробейникова³, О. В. Эсенкулова⁴**

^{1,2,3,4}Удмуртский ГАУ

³E-mail: korobejnikova.olga@inbox.ru

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ И ПОСЛЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Представлены результаты исследований по изучению реакции сортов яровой пшеницы на обработку почвы. На урожайность зерна яровой пшеницы существенное влияние оказали как изучаемые приёмы обработки почвы, так и сорта. Наибольшая прибавка продуктивности отмечена при проведении послепосевного прикатывания почвы. Среди исследуемых сортов наибольшей урожайностью отличался сорт Йолдыз. Технологические показатели качества зерна яровой пшеницы в зависимости от изучаемых показателей изменялись незначительно.

Актуальность. Яровая пшеница – является одной из наиболее древних и распространенных сельскохозяйственных культур на планете. Культура требовательна к условиям произрастания, т.к. имеет слаборазвитую корневую систему. Поэтому она больше других зерновых культур страдает от недостатка в почве элементов питания и влаги, хуже сопротивляется сорнякам [6]. Большую часть территории Удмуртской Республики занимают дерново-подзолистые почвы, мощность пахотного слоя таких почв всего 18–20 см. Малогумусные дерново-подзолистые почвы характеризуются кислой реакцией почвенной среды и низким содержанием органического вещества [5, 7]. В связи с этим освоение научно обоснованных технологий возделывания яровых зерновых культур является первоочередной задачей сельскохозяйственного производства зоны, направленной на получение стабильно высоких урожаев [2]. Одним из основных фак-

торов получения высоких и стабильных урожаев при возделывании сельскохозяйственных культур является сорт [1, 9]. В настоящее время неотъемлемой частью современного сельскохозяйственного производства является выявление и отбор высокопродуктивных адаптированных к условиям региона сортов различных культур [4, 8].

В связи с вышеизложенным большую научную и практическую значимость имеет вопрос изучения параметров технологии возделывания сортов данной культуры.

Целью работы являлось обоснование применения различных видов обработок почвы в технологии возделывания сортов яровой пшеницы.

Материалы и методика исследования. Полевые исследования проводились в 2020 г. на опытном поле АО «Учхоз «Июльское» ИжГСХА» Воткинского района Удмуртской Республики на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве, агрохимическая характеристика которой приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы в опыте

Год	Органическое вещество, %	рН _{КС1}	Физико-химические показатели, ммоль/100 г		V, %	Содержание подвижных элементов, мг/кг	
			S	N _r		P ₂ O ₅	K ₂ O
2020	2,03	5,14	12,4	1,55	88	175	110

Пахотный слой почвы характеризовался низким содержанием гумуса, слабокислой реакцией среды, высоким содержанием подвижного фосфора, средним – обменного калия.

Объектами исследований являлась яровая пшеница сортов Йолдыз, Екатерина и Черноземноуральская 2 и различные варианты допосевной и послепосевной обработки почвы. Опыт полевой, расположение вариантов методом расщеплённых делянок в четырёхкратной повторности в два яруса.

Результаты исследований. Исследованиями установлено, что на урожайность зерна яровой пшеницы существенное влияние оказали как изучаемые приёмы обработки почвы, так и сорта. В результате исследований выявлено, что урожайность зерна сорта Йолдыз, взятого за контрольный вариант, была наибольшей и составила в среднем 2,03 т/га (табл. 2).

В условиях 2020 г. яровая пшеница Черноземноуральская 2 сформировала существенно меньшую урожайность зерна (1,62 т/га) относительно продуктивности зерна контрольного варианта. Снижение урожайности 0,41 т/га достоверно при НСР₀₅ главных эффектов фактора А 0,29 т/га.

Все приёмы обработки почвы, за исключением варианта с применением КМН-4, обеспечили существенное увеличение урожайности зерна на 0,49–0,90 т/га (НСР₀₅ главных эффектов фактора В 0,37 т/га.). Наибольшим (2,25 т/га) данный показатель в среднем по фактору В был отмечен в варианте с послепосевным прикатыванием почвы.

Влияние сорта и приемов обработки почвы обусловили формирование продуктивности яровой пшеницы по вариантам опыта за счёт изменения основных элементов структуры урожайности. Для определения тесноты и формы связи урожайности зерна яровой пшеницы с элементами её структуры был проведен корреляционный анализ (табл. 3). Анализ показал прямую сильную корреляционную связь урожайности зерна яровой пшеницы с количеством продуктивных стеблей ($r = 0,79$), прямую среднюю корреляционную связь с полевой всхожестью семян длиной колоса, количеством продуктивных растений к уборке и продуктивностью одного соцветия ($r = 0,43 \dots 0,69$). Также стоит отметить, что была выявлена обратная средняя корреляционная связь с кустистостью растений ($r = -0,58$).

Таблица 2 – Урожайность сортов яровой пшеницы в зависимости от обработки почвы, т/га

Фактор В (обработка почвы)	Фактор А (сорт)			Среднее В
	Йолдыз (контроль)	Екатери-на	Черноземно-уральская 2	
КПЭ-3,8+КПЭ-3,8 (контроль, фон)	1,55	1,34	1,17	1,35
Фон + ЗККШ-6 до посева	2,12	1,85	2,31	2,09
Фон + ЗККШ-6 после посева	2,56	2,22	1,95	2,25
Фон + КМН-4	1,53	1,96	1,40	1,63
Фон + КМН-4 + ЗККШ-6 после посева	2,37	1,87	1,29	1,84
Среднее А	2,03	1,85	1,62	
НСР ₀₅ фактора А	0,29			
НСР ₀₅ фактора В	0,37			
НСР ₀₅ част. раз. А	0,64			

Таким образом, изучаемые факторы обеспечили увеличение количества продуктивных стеблей, которое оказало влияние 62 % на формирование урожайности зерна яровой пшеницы (коэффициент детерминации $d_{yx} = 0,62$).

Количество продуктивных стеблей к уборке находилось в пределах от 193 шт./м² до 385 шт./м² (табл. 4).

При этом можно сделать вывод, что в среднем по фактору А наибольшее количество продуктивных стеблей (355 шт./м²) яровой пшеницы было отмечено у сорта Екатерина. Существенно меньшим данный показатель был у сортов Йолдыз (на 33 шт./м²) и у со-

рта Черноземноуральская 2 (на 91 шт./м²) при НСР₀₅ главных эффектов фактора А 24 шт./м².

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна сортов яровой пшеницы с элементами её структуры при разных приемах обработки почвы

Элементы структуры урожайности	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (d _{yx})
Полевая всхожесть	0,51	0,26
Количество продуктивных стеблей	0,79*	0,62
Длина колоса	0,43	0,18
Количество продуктивных растений	0,69	0,47
Кустистость	-0,58	0,34
Продуктивность одного соцветия	0,43	0,19

Таблица 4 – Количество продуктивных стеблей к уборке в зависимости от обработки почвы, шт./м²

Фактор В (обработка почвы)	Фактор А (сорт)			Среднее В
	Йолдыз (контроль)	Екатерина	Черноземноуральская 2	
КПЭ-3,8+КПЭ-3,8 (контроль, фон)	261	332	236	276
Фон + ЗККШ-6 до посева	316	381	364	353
Фон + ЗККШ-6 после посева	376	367	285	343
Фон + КМН-4	274	328	243	281
Фон + КМН-4 + ЗККШ-6 после посева	385	369	193	316
Среднее А	322	355	264	
НСР ₀₅ фактора А	24			
НСР ₀₅ фактора В	31			
НСР ₀₅ част.раз.	53			

Изучаемые приёмы обработки почвы, за исключением варианта с применением КМН-4, также оказали существенное влияние на количество продуктивных стеблей к уборке. Так, повышение густоты стеблестоя на 40–77 шт./м² достоверно при НСР₀₅ главных эффектов фактора В 31 шт./м².

Качество зерна и хлебопекарные свойства яровой пшеницы зависят в основном от количества и качества клейковины (табл. 5). Массовая доля сырой клейковины является основополагающим показателем при определении качества зерна яровой пшеницы продовольственного назначения [3].

Все сорта по натуре, стекловидности и массовой доле клейковины зерна соответствовали требованию ГОСТ Р 52554-2006 для 3 класса (не менее 730 г/л, 40 % и 23,0 %), и превышали требования для показателей ГОСТ: сорт Екатерина (на 19 г/л, 11 % и 1,7 %),

сорт Черноземноуральская 2 (на 8 г/л, 10 % и 2,9 %). Сорт Йолдыз (на 3 г/л, 4 % и 0,3 %) соответственно.

Таблица 5 – Технологические показатели качества зерна яровой пшеницы

Сорта пшеницы	Натура, г/л	Стекловидность, %	Массовая доля клейковины, %	Качество клейковины, ед ИДК
Йолдыз	733	44	23,3	91,5 (II)
Екатерина	749	51	24,7	106,6 (III)
Черноземноуральская 2	738	50	25,9	84,1 (II)
ГОСТ Р 52554-2006 (для 3 класса качества)	730	40	23,0	45–75 (I) 80–100 (II) 105–120 (III)

Хлебопекарная оценка зерна яровой пшеницы зависит не только от содержания клейковины в зерне, но и от её качества. По качеству клейковины зерно яровой пшеницы в сорте Йолдыз относилось ко II группе качества – удовлетворительная слабая (91,5 ед. ИДК). Для зерна сорта Екатерина данный показатель составил – 106,6 ед. ИДК, что соответствует III группе качества и характеризуется как неудовлетворительно слабая. Сорт Черноземноуральская 2 относится ко II группы качества – удовлетворительная слабая – 84,1 ед. ИДК.

Выводы. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что наибольшей урожайностью зерна среди исследуемых сортов отличался сорт Йолдыз (в среднем 2,03 т/га). Изучаемые приёмы обработки почвы, за исключением варианта с применением КМН-4, обеспечили существенное увеличение урожайности зерна, наибольшая прибавка продуктивности отмечена при проведении послепосевного прикатывания почвы. Технологические показатели качества зерна яровой пшеницы в зависимости от изучаемых показателей изменялись незначительно.

Список литературы

1. Агробиологическая оценка сортов и сортообразцов люпина узколистного (*lupinus angustifolius*) в условиях Удмуртской Республики / А. В. Ястребова, С. И. Коконев, А. В. Меднов [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (67). – С. 79–82.
2. Вернер, А. В. Приемы повышения продуктивности яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана / А. В. Вернер, С. И. Коконев // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2 (70). – С. 4–11.
3. Влияние приёмов предпосевной и послепосевной обработки почвы на агрофитоценоз яровой пшеницы / О. В. Эсенкулова, М. П. Маслова, А. А. Никитин, О. В. Коробейникова // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф.,

посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ, профессора В. М. Холзакова и 75-летию кандидата с.-х. наук, доцента А. И. Венчикова. – Ижевск, 2022. – С. 278–284.

4. Коконов, С. И. Агроэкологическая оценка сортов люцерны изменчивой (*medicágo varia*) в условиях Удмуртской Республики / С. И. Коконов, Е. Т. Широиков, Т. Н. Рябова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3 (63). – С. 4–9.

5. Ухов, П. А. Производственная эффективность промежуточных культур при выращивании яровой пшеницы / П. А. Ухов, А. М. Ленточкин // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 1 (29). – С. 91–100.

6. Ухов, П. А. Влияние различных доз некорневой подкормки карбамидом на урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы / П. А. Ухов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 186–189.

7. Холзаков, В. М. Повышение продуктивности дерново-подзолистых почв в Нечернозёмной зоне: монография / В. М. Холзаков. – Ижевск, 2006. – 436 с.

8. Ястребова, А. В. Сравнительная оценка адаптивных свойств и эффективность возделывания сортов люпина узколистного / А. В. Ястребова, С. И. Коконов, Т. Н. Рябова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4 (64). – С. 12–19.

9. Formation of the yield of oil crops of the brassicaceae family in the middle Cis-Urals / E. F. Vafina, S. I. Kokonov, N. I. Mazunina, A. V. Milchakova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. «International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021». – 2022. – С. 012078.

УДК 57.017:634.1.03

А. В. Никитина¹, Т. Г. Леконцева², А. М. Ленточкин³

^{1,3}Удмуртский ГАУ

²УдмФИЦ УрО РАН

¹E-mail: anya-mashkovceva@yandex.ru

РИЗОГЕНЕЗ КЛОНОВОГО ПОДВОЯ ЯБЛОНИ ПАРАДИЗКА БУДАГОВСКОГО В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

Для успешного корнеобразования применяют различные методы и способы укоренения, однако успешность этапа ризогенеза зависит от многих факторов: генотипа сорта и культуры, гормонального состава питательной среды, количества пассажей, условий проведения эксперимента. Цель исследования – выявить оптимальную концентрацию индолил-масляной (ИМК) и индолил-уксусной (ИУК) кислоты при предварительном замачивании микрочеренков Парадизка Будаговского на эффективность корнеобразования в культуре *in vitro*.

Актуальность. Яблоня является наиболее распространённой плодовой культурой во многих странах мира. В качестве одного из важнейших технологических элементов современного плодового сада яблони широко используются клоновые подвои, обладающие комплексом ценных биологических и хозяйственно-производственных признаков. Это обуславливает интерес к закладке садов современными и районированными сортами с принципиально новыми качественными характеристиками и экологическими возможностями, в связи с чем растёт потребность в таком посадочном материале [2, 9].

Актуальным остается создание оздоровленных коллекций и закладка маточников подвоев плодовых культур. Вместе с тем проблема получения высококачественного безвирусного материала в необходимых количествах для закладки маточников не решена до сих пор. Данную потребность может решить метод клонального микроразмножения растений за счет высокого коэффициента размножения, получения максимального числа растений с единицы площади, возможности длительного хранения [3–8].

Один из важных этапов клонального микроразмножения – укоренение микропобегов. Процесс корнеобразования – это серия различных биохимических, физиологических и гистологических событий. Место заложения корней влияет на жизнеспособность укорененных растений, особенно полученных *in vitro* [10]. Начальные этапы клонального микроразмножения достаточно хорошо отработаны и изучены, укоренение микропобегов в культуре *in vitro* является заключительным этапом, от которого зависит успех всего клонального микроразмножения [4, 5].

Цель исследования – выявить оптимальную концентрацию индолил-масляной (ИМК) и индолил-уксусной (ИУК) кислот при предварительном замачивании микрочеренков Парадизка Будаговского на процесс корнеобразования в культуре *in vitro*.

Объект и методы. Исследования проводили в 2021–2022 гг. в лаборатории биотехнологии отдела интродукции и акклиматизации растений УрО РАН. В качестве объекта использовали микрочеренки клонового подвоя яблони Парадизка Будаговского длиной 2 см. Перед посадкой на укоренение микропобеги замачивали в ауксинах в течение 24 часов: ИМК в концентрации 25 мг/л (ИМК 25) и ИУК в концентрациях 50 мг/л (ИУК 50). Растения-регенеранты культивировали в условиях световой комнаты при фотопериоде 16/8 час., температуре +23...+25 °С и влажности воздуха 75–80 % на безгормональной питательной среде Мурасиге-Скуга с разбавлением минерального состава в 2 раза [3]. Через 3 недели учиты-

вали количество, количество и среднюю длину корней в расчёте на одно растение, высоту побега, оценку корневой системы и укореняемость.

Повторность опыта четырехкратная, по 15 растений в каждом варианте. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по алгоритмам дисперсионного анализа, изложенного Б. А. Доспеховым [1].

Результаты исследования и обсуждение. Индуктором ризогенеза в условиях *in vitro* является ауксин. Присутствие ауксина оказывает положительное действие только на первой стадии ризогенеза – заложение корневых зачатков, на рост же корней проявляет ингибирующее действие и способствует каллусообразованию. Поэтому достаточно воздействие ауксинами на микрочеренки в течение небольшого периода времени, после чего проводят их посадку на среду без гормонов [3].

В ходе проведенных исследований установлено, что посадка подвоя Парадизка Будаговского на безгормональную среду не дала положительного результата – ни один микрочеренок не укоренился. При замачивании микрочеренков в исследуемых вариантах с ИМК 25; ИУК 50; ИМК 25 + ИУК 50 улучшилась корневая система микрочеренков и укореняемость составила соответственно 67, 90, 71 % ($НСР_{05} = 9,9\%$), существенно превысив контрольный вариант (табл. 1).

Таблица 1 – Укореняемость и качество корневой системы клонового подвоя яблони Парадизка Будаговского в зависимости от концентрации ауксинов

Стимуляторы корнеобразования, мг/л	Укореня- емость, %	Количество корней на растении, шт.	Средняя длина корней, см
Без гормонов (к)	0,0	0,0	0,0
ИМК 25	67,0	7,4	3,5
ИУК 50	90,0	8,8	3,8
ИМК 25 + ИУК 50	71,0	13,0	8,0
$НСР_{05}$	9,9	5,4	3,0

Замачивание микропобегов в растворе смеси ауксинов ИМК 25 + ИУК 50 мг/л оказало существенное стимулирующее действие на количество корней и их длину (рис. 1). С применением данных ауксинов количество корней составило 13 шт., что существенно выше контрольного варианта и ИМК 25 мг/л ($НСР_{05} = 5,4$ шт.). При измерении средней длины наблюдается существенное увеличение в сравнении со всеми изучаемыми вариантами ($НСР_{05} = 3,0$ см).



Рисунок 1 – Внешний вид укорененного микрочеренка клонового подвоя Парадизка Будаговского после замачивания в растворе ИМК 25 + ИУК 50

Вывод. Таким образом, установлено, что лучшая корневая система микрочеренков (среднее количество корней на растении – 13 шт., средняя длина корней – 8 см) и укореняемость (71 %) получена в варианте с совместным применением гормонов и их замачивании на 24 часа в концентрации ИМК 25 + ИУК 50 мг/л.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Колос, 1985. – 351 с.
2. Гурьянова, Ю. В. Зимостойкость привойно-подвойных комбинаций яблони в питомнике / И. Б. Кирина // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 32. – № 1. – С. 92–96.
3. Кирина, И. Б. Технология получения оздоровленного посадочного материала садовых культур / И. Б. Кирина, К. С. Акимова // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 62.
4. Матушкина, О. В. Технология клонового микроразмножения яблони и груши : методические рекомендации / О. В. Матушкина, И. Н. Пронина. – Мичуринск: ВСТИСП, 2008. – 32 с.
5. Муратова, С. В. Биотехнологические аспекты размножения плодовых и ягодных культур / С. В. Муратова // Сборник научных трудов государственного Никитского ботанического сада. – 2017. – Т. 144-2. – С. 84–89.
6. Влияние способ стерилизации на жизнеспособность эксплантов клонового подвоя яблони 54-118 / А. В. Никитина, Т. Г. Леконцева, А. В. Федоров, А. М. Лен-

точкин // Труды по интродукции и акклиматизации растений. Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук. – Ижевск, 2021. – С. 408–410.

7. Влияние способа стерилизации и срока введения в культуру *in vitro* на жизнеспособность эксплантов клонового подвоя яблони 54-118 / А. В. Никитина, А. М. Ленточкин, Т. Г. Леконцева, А. В. Федоров // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о земле. – 2020. – Т. 30. – № 4. – С. 411–416.

8. Никитина, А. В. Динамика роста и коэффициент размножения клоновых подвоев яблони в культуре *in vitro* / А. В. Никитина, Т. Г. Леконцева // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, 17–19 ноября 2021 г. – Ижевск, 2021. – С. 31–33.

9. Новые слаборослые клоновые подвои яблони / Н. М. Соломатин, Р. В. Папихин, Л. В. Григорьева, И. М. Зуева [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1-1. – С. 58–61.

10. Шипунова, А. А. Влияние некоторых факторов культивирования на клональное микроразмножение плодовых и ягодных растений / А. А. Шипунова, В. А. Высоцкий // Плодоводство и ягодоводство России. – 2002. – № 9. – С. 193–200.

УДК 637.12.073

В. А. Руденок

Удмуртский ГАУ

E-mail: rudenva@rambler.ru

СПОСОБ ОЦЕНКИ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

В работе рассматривается механизм образования окислительно-восстановительного потенциала молока. На основе изучения кинетики изменения ОВП молока с разбавлением высказано предположение о формировании ОВП в процессе перехода молочной кислоты в пировиноградную.

Производство продуктов питания лежит в основе сельскохозяйственного производства. Важнейшей характеристикой продуктов является не только функция поставки строительного материала для организма, но и функция поддержания внутренней среды организма в оптимальных пределах значений ее важнейших параметров.

В последнее время уделяется большое внимание окислительно-восстановительному потенциалу (ОВП) продуктов питания [1–3]. Считается, что одной из причин долголетия горцев является отрицательное значение ОВП природной воды, которую они берут из горных рек. При этом вода в кранах водопроводов больших городов

имеет большое положительное значение. Такая вода не может участвовать в важнейших процессах внутри организма, и при ее употреблении организм теряет значительную энергию на переработку воды до отрицательной величины ОВП, свойственной самому организму. Считается, что человек теряет здесь до пяти лет жизни.

Таблица 1 – Изменение ОВП молока с разбавлением

Содержание молока	ОВП свежего молока коровы	ОВП кислого молока коровы	ОВП кислого молока козы
100	+178	-505	-533
98	+180	-499	-533
90-	+184	-459	-531
70	+190	-422	-531
55	+202	-420	-528
45	+210	-410	-527
38	+222	-381	-526
33	+248	-372	-525
25	+249	-363	-524
22	+255	-350	-523
20	+260	-305	-523

Исследовали ОВП молока. Для измерений брали свежее молоко из домашнего хозяйства, не претерпевшее никаких технологических преобразований.

Измеряли во времени изменение величины потенциала молока по мере разбавления его водопроводной водой (ОВП водопроводной воды + 310 мВ), с целью установить влияние ОВП воды на ОВП молока. Повторно измеряли ОВП через сутки, после скисания молока. Сопоставили величину ОВП скисшего коровьего молока с ОВП скисшего козьего молока (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что по мере разбавления потенциал свежего молока закономерно сдвигается в сторону исходного потенциала добавляемой воды. Но при этом смещение потенциала в положительную сторону происходит не пропорционально степени разбавления, а существенно отстает от скорости поступления воды, характеризующейся большим значением положительного потенциала. Особенно это заметно для скисшего молока. Очевидно, это связано с особенностью поведения компонента молока, обеспечивающего собственно эффект появления ОВП. Следует предположить, что основная роль здесь принадлежит кислоте, содержащейся в молоке [1, 2]. Кислота образуется при окислении глюкозы под действием бактерий, попадающих в молоко из воздуха. Известно, что в молоке присутствуют несколько органических кислот [3] (табл. 2).

Таблица 2 – Кислоты в составе молока и их свойства

Кислота			
Молочная	Масляная	Валериановая	Капроновая
Степень диссоциации кислоты			
$1,37 \times 10^{-4}$	$1,52 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-5}$	$1,39 \times 10^{-5}$

В литературе чаще всего говорят только о молочной кислоте. Действительно, это наиболее сильная кислота. Степень диссоциации остальных кислот на порядок меньше, и соответственно меньше их влияние на кислотные свойства молока. Поэтому далее будем обсуждать только роль молочной кислоты. Выше упоминалось, что степень разбавления молока не вызывает синхронное снижение ОВП. Снижение потенциала происходит с заметно меньшей скоростью. Очевидно, такое отставание можно связать с законом Оствальда.

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_d}{C}},$$

где α – степень диссоциации слабого электролита;

K_d – константа диссоциации электролита;

C – концентрация электролита.

Сопоставили график зависимости ОВП кислого молока коровы и график зависимости степени диссоциации слабого электролита от концентрации раствора слабого электролита, отвечающего формуле закона Оствальда. На рисунке 1 левый график представляет собою гиперболу, отвечающую графической форме степенной обратной функции, описываемой этим законом. На правом графике представлена экспериментальная кривая зависимости ОВП кислого молока от степени его разбавления. Видно, что кривые формально совершенно идентичны. Соответственно можно допустить, что природа появления окислительно-восстановительного потенциала в молоке связана с накоплением в нем молочной кислоты. Из левого графика (рис. 1) видно, что, в соответствии с законом Оствальда, по мере снижения концентрации слабого электролита в растворе увеличивается степень его диссоциации. Из идентичности графиков на рисунке 1 следует ожидать, что ОВП в молоке связано с наличием молочной кислоты, которая подвергается диссоциации, и тем самым противодействует снижению кислотности молока при его разбавлении, а, следовательно, и ОВП.

Особенно это видно в случае скисшего молока, где накопление кислоты очень сильно сдвигает ОВП в отрицательную сторону, то есть по мере снижения концентрации кислоты все новые ее мо-

лекулы диссоциируют, противодействуя снижению уровня кислотности среды от ожидаемого значения (рис. 1, 2). И только при очень сильном разбавлении ОВП молока приближается к ОВП воды. Особенно ярко это проявляется на примере молока козы, где ОВП скисшего молока почти не зависит от степени разбавления.

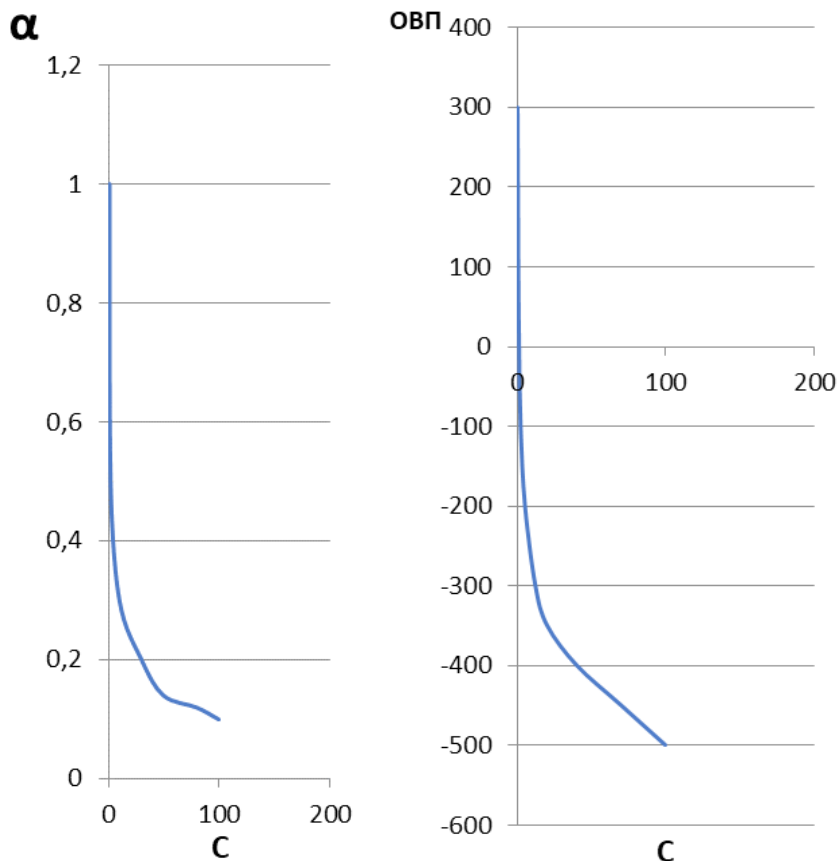


Рисунок 1 – Зависимость величины ОВП кислого молока от разбавления, в сопоставлении с графиком зависимости степени диссоциации α слабого электролита от разбавления (в соответствии с законом Оствальда).
C – концентрация

Влияние кислотности молока на величину значения ОВП следует искать в ее свойствах. Известно, что при недостатке кислорода соль молочной кислоты (лактат) превращается в пируват (соль виноградной кислоты). Реакция катализируется ферментами дигидрогеназами с участием коферментов НАД(Ф), являющихся важными редокс-системами.

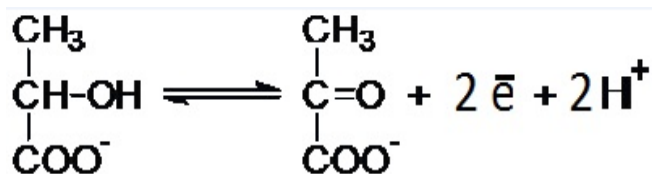


Рисунок 2 – Реакция перехода соли молочной кислоты (лактата) в соль пировиноградной кислоты (пируват)

В процессе превращения лактата в пируват выделяется два электрона. Электроны, накапливаясь в молоке, придают системе электронно-донорные свойства и смещают его ОВП в отрицательную сторону. Сопоставление данных таблицы 1 говорит о большой пользе употребления молока, преимущественно кислого, и особенно – молока козы. Это в известной мере способствует увеличению продолжительности жизни человека.

Заключение. Установлен механизм формирования отрицательного значения ОВП в процессе насыщения молока электронами за счет перехода молочной кислоты в пировиноградную и высказано предположение о связи эффекта увеличения жизни человека с возможностью включения в рацион питания продуктов животноводства с отрицательным значением окислительно-восстановительного потенциала.

Список литературы

1. Дымар, О. В. Производство казеина: основы теории и практики / О. В. Дымар, С. И. Чаевский. – Минск, 2007. – 70 с.
2. Шалыгина, А. М. Общая технология молока и молочных продуктов / А. М. Шалыгина, Л. В. Калинина. – Москва: КолосС, 2004.
3. Шейфель, О. А. Биохимия молока и молочных продуктов: конспект лекций / О. А. Шейфель. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 2010. – 126 с.

УДК 631.541.3

А. В. Фёдоров¹, О. А. Ардашева²

^{1,2}УдмФИЦ УрО РАН

¹E-mail: o.ardashewa@udman.ru.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МЕТОДА ПРИВИВКИ НА ТЫКВЕННЫХ КУЛЬТУРАХ

Изложены результаты многолетних исследований по выращиванию привитых растений огурца, арбуза и дыни в условиях теплиц и утепленного грунта. В качестве наилучших подвоев определены виды тыкв, способствующих увеличению устойчивости растений к основным распространенным болезням, паутинному клещу и галловой нематоды, дающие максимальное увеличение урожайности: для огурца – тыква фиголистная, для арбуза – лагенария, а для дыни – тыква твердокорая.

В связи с повышением важности проблемы производства в современных условиях экологически безопасной овощной продукции актуален поиск новых высокоэффективных способов повышения

устойчивости растений к фитопатогенам и неблагоприятным условиям произрастания. Прививка – один из способов размножения и повышения устойчивости прививаемых растений в овощеводстве, плодоводстве и декоративном садоводстве, способствующая снижению пестицидной нагрузки. Преимущество привитых растений в том, что привой, не обладая необходимыми качествами, приобретает их благодаря подвою, поэтому при выращивании травянистых овощных культур в мировой практике придается огромное значение использованию метода прививки. Во многих странах мира успешно применяется прививка томата, перца, баклажана, огурца, арбуза и дыни для выращивания этих культур в открытом и защищенном грунте и повышения их урожайности.

В Южной Корее и Японии прививают на разные устойчивые подвои около 95 % арбузов, более 50 % огурцов защищенного грунта и до 30 % огурцов открытого грунта. В Японии в 1987 г. были созданы первые роботы для выполнения прививки овощных культур. Производительность труда роботов оказалась в три раза выше по сравнению с человеком, освоившим эту операцию. В 1993 г. появились роботы для прививки тыквенных культур, в настоящее время они используются в промышленном овощеводстве Японии, Кореи и Китая.

В России выращивание привитых овощей семейства Тыквенные было впервые предпринято в середине 1920-х годов С. П. Лебедевой на овощной опытной станции Тимирязевской академии. Основные данные по возделыванию привитых дынь в Центральной России были получены в 1930–1940-х гг.

В Удмуртии исследования по прививке арбуза и дыни на разные виды подвоев были начаты в 1994 г. под руководством профессора Пермской сельскохозяйственной академии А. Н. Папонова на территории Удмуртского ботанического сада и продолжены на кафедре плодоводства и овощеводства Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. Были достигнуты определенные успехи в условиях как открытого, так и защищенного грунта.

Исследования по выращиванию огурца, арбуза и дыни в условиях защищенного грунта нами были начаты с 2001 г., опыты проводили в условиях зимних остекленных теплиц в зимне-весеннем обороте и весенних пленочных теплиц в весенне-летнем обороте ОАО «Тепличный комбинат «Завьяловский» и ОАО «Совхоз «Металлург».

Полевые вегетационные опыты по изучению влияния вида подвоя на рост и развитие, урожайность привитых арбуза и дыни в условиях утепленного грунта с использованием временных пленочных укрытий проводили в 2010–2014 гг. в Ботаническом саду УдГУ.

В нашей стране огурец является основной овощной культурой защищенного грунта. Однако одной из проблем его производства в грунтовых теплицах является накопление возбудителей болезней, в таких случаях привитая на устойчивый подвой культура выручает овощеводов.

На втором месте по значимости среди тыквенных культур в защищенном грунте – арбузы и дыни. Кроме того, использование прививки также дает хорошие результаты и при выращивании арбуза и дыни с применением временных укрытий в утепленном грунте.

При прививке ткани привоя и подвоя должны совпадать: это обеспечивает лучшее их срастание. Подвой через свою корневую систему снабжает привой питательными элементами, а тот, в свою очередь, питает все растение органическими веществами, вырабатываемыми в листьях в процессе фотосинтеза, то есть подвой и привой оказывают друг на друга взаимное влияние [1–5].

В качестве подвоев используются различные виды и сорта с высокой устойчивостью к неблагоприятным внешним факторам и лучше приспособленные к почвенно-климатическим условиям местности [6, 7]. В качестве подвоев для тыквенных культур в годы исследований испытывали тыквенные, относящиеся к разным родам и видам: лагенария (тыква-горлянка) – *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.; тыква фиголистная – *Cucurbita ficifolia* Vouche, тыква крупноплодная – *C. maxima* Duch.; бенинказа (тыква восковая, или зимняя) – *Benincasa hispida* Cogn., тыква твердокорая – *C. pepo* L. На них прививали распространенные гибриды огурца, (F₁ Эстафета пчелоопыляемый), а также сорта арбуза (Сверхранний Дютина) и дыни (Казачка). Привитые растения сравнивали с корнесобственными.

Прививка ускоряет развитие растений, повышается устойчивость к неблагоприятным погодным условиям, повышается урожайность в 1,5–2 раза, качество плодов выше, увеличивается период вегетации [8, 9].

Проанализировав полученные результаты при прививке растения огурца, арбуза и дыни, выделили лучшие подвои, при прививке на которых улучшались рост и развитие, повышалась урожайность привоя. Лучшими подвоями для огурца оказались тыквы фиголистная и крупноплодная, на втором месте – тыква твердокорая. Арбуз лучше всего себя чувствовал при прививке на лагенарию, в этом случае получали самые высокие урожаи, а дыни лучше развивались при прививке на тыкву твердокорую, на втором месте по эффективности оказались тыквы крупноплодная и фиголистная [10–16].

Сроки прививки подбирали так, чтобы на постоянное место высаживать рассаду стандартного возраста и размеров. Учитыва-

ли, что семена лагенарии и бенинказы, а также тыквы фиголистной прорастают медленно (особенно при недостатке тепла), поэтому их посев проводили заблаговременно.

Оптимальная температура прорастания для всех семян тыквенных культур – 25–28 °С, в начале развития сеянцев такая температура способствует вытягиванию подсемядольного колена привоя и подвоя, что облегчает прививку.

К прививке приступали через 2–3 дня после появления всходов. Показателем срока прививки служило полное раскрытие семядольных листьев у сеянцев. У привоя и подвоев первый настоящий лист должен находиться в самом начале роста. При более поздних сроках прививки приживаемость растений значительно снижалась.

Существует несколько способов прививки овощных культур. Нами были изучены способы – прививка сближением с язычком и в расщеп. Лучшие результаты были получены, когда растения прививали сближением с язычком. Привой быстро прижился на подвое, и в итоге получилась хорошая рассада. Растения раньше вступили в плодоношение, площадь листьев становилась больше, чем у растений, привитых способом в расщеп, что положительно сказалось на урожайности [17, 18].

Изучаемые культуры различались по способности образовывать собственные корни после прививки. Привитые растения даже в случае образования собственных корней имели повышенную устойчивость к болезням за счет выделения иммунных веществ корневой системой подвоя. Появление корней отмечено у дыни и огурца, а у привитых арбузов они отсутствовали [19].

Обеспечение оптимальных условий срастания привоя с подвоем является одним из важных условий недопущения образования собственных корней привоя и успеха прививки.

Первые сутки после прививки особенно важны для растений огурца: если не обеспечить быстрое срастание привоя с подвоем, то привитые растения могут отстать в росте и развитии от корнесобственных растений, быстрое срастание компонентов прививки обеспечивается за счет поддержания оптимальных условий в реабилитационной камере. В этот период необходимо следить, чтобы растения не теряли тургор, иначе это может привести к их гибели.

Если прививку проводим в весеннее время, то в реабилитационной камере для прививки складываются совсем другие условия, которые могут существенно снизить приживаемость растений: повышенная температура и пониженная влажность воздуха днем, для стабилизации микроклимата камеру надо притенять нетканым укрывным материалом.

Рассаду высаживали в грунт, не допуская засыпания стебля в месте прививки, чтобы избежать развития гнили в месте прививки. После посадки растения поливали теплой водой. Последующий полив проводили по мере необходимости. Через 2–3 дня после высадки рассады на постоянное место растения подвязывали к шпалере.

Основной уход за растениями и формирование проводили согласно принятой для зоны технологии выращивания сортов и гибридов огурца [20, 21], арбуза и дыни согласно рекомендациям [22].

Сборы плодов огурца производили 2–3 раза в неделю, арбуза и дыни по мере созревания. Учет урожая вели отдельно с каждого учетного растения и поделяночно.

При выращивании привитых культур овощеводы могут отказаться от многих средств защиты растений и получать высокие урожаи высококачественной экологически чистой продукции.

Результат проведенных нами многолетних исследований: при прививке тыквенных культур следует использовать способ сближением с язычком с удалением надземной части подвоя через пять суток после прививки. В качестве подвоев следует использовать виды тыкв, способствующие увеличению устойчивости растений к основным распространенным болезням, паутинному клещу и галловой нематоде, дающие максимальное увеличение урожайности: для огурца – тыкву фиголистную в условиях защищенного грунта, для арбуза – лагенарию, а для дыни – тыкву твердокорую как в защищенном грунте, так и в открытом грунте.

Список литературы

1. Федоров, А. В. На тыквенных корнях / А. В. Федоров // Сельская Новь. – 2010. – № 4 (274). – С. 28–29.
2. Федоров, А. В. Использование прививки при выращивании огурца в защищенном грунте / А. В. Федоров, Т. Н. Тутова, А. Н. Папонов // Гавриш. – 2004. – № 4. – С. 7–10.
3. Федоров, А. В. Привитая культура арбуза в зимних теплицах в условиях Удмуртии / А. В. Федоров // Гавриш. – 2003. – № 2. – С. 7–10.
4. Тутова, Т. Н. Использование прививки в целях экологизации овощеводства / Т. Н. Тутова, А. В. Федоров, А. Н. Папонов // Экология и научно-технический прогресс: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пермь, 2005. – С. 227–230.
5. Федоров, А. В. Перспективы применения метода прививки в овощеводстве / А. В. Федоров // Овощеводство и плодоводство: материалы межвузовской науч.-практ. конф. – Пермь: ФГОУ ВПО Пермская ГСХА, 2007. – С. 10–14.
6. Мусихин, С. А. Влияние вида подвоя на рост и развитие *Momordica charantia* и *Trichosanthes cucumerina* / С. А. Мусихин, А. В. Федоров // Новые

и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2017. – № S13. – С. 236–238.

7. Влияние подвоя на фитосанитарное состояние растений огурца и арбуза / Н. В. Шмакова, А. В. Федоров, Т. Н. Тутова, Е. Л. Гагарина // Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию агрономического факультета. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2005. – С. 333–336.

8. Алексеева, М. В. Продвижение культуры дыни на север: дис. ... канд. с.-х. наук / М. В. Алексеева. – Москва, 1941. – 156 с.

9. Федоров А. В. Прививка тыквенных культур / А. В. Федоров, Т. Н. Тутова // Новый садовод и фермер. – 2005. – № 2. – С. 12–14.

10. Федоров, А. В. Морфобиологические особенности и урожайность привитых огурца, арбуза и дыни / А. В. Федоров, Т. Н. Тутова // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Коняевские чтения». – Уральская ГСХА, 2006. – С. 109–122.

11. Федоров, А. В. Изменение морфометрических показателей и урожайности растений арбуза и дыни в зависимости от вида подвоя / А. В. Федоров, О. А. Ардашева, Т. А. Кочеткова // Биологический потенциал плодовых, ягодных и овощных культур в зоне Урала и инновационные технологии в современных условиях агропроизводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 27–28 июня 2012 г. – Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. – С. 109–112.

12. Кренке, Н. И. Трансплантация растений / Н. И. Кренке. – Москва: Наука, 1966. – 335 с.

13. Уоринг, Ф. Рост растений и дифференцировка / Ф. Уоринг, И. Филепс; пер. с англ. – Москва: Мир, 1984. – 512 с.

14. Полевой, В. В. Физиология роста и развития растений: учеб. Пособие / В. В. Полевой, Т. С. Саламатова. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. – 240 с.

15. Кружилин, А. С. Физиология срастания и взаимовлияния привоя и подвоя растений / А. С. Кружилин // Физиология сельскохозяйственных растений; под ред. Б. А. Рубина. – Москва: МГУ, 1968. – С. 82–99.

16. Федоров, А. В. Лагенария (*LAGENARIA SICERARIA* (MOLINA) STANDL.), тыква фиголистная (*CUCURBITA FICIFOLIA* BOUCHE), бенинказа (*BENINCASA HISPIDA* (TUNB.) CODN.) и ангурия (*CUCUMIS ANGURIA* L.) в условиях Западного Предуралья / А. В. Федоров // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы V Международного симпозиума, 2003. – С. 478–480.

17. Тутова, Т. Н. Влияние способа прививки на рост, развитие и урожайность огурца / Т. Н. Тутова, А. В. Федоров, А. Н. Папанов // Перспективы развития садоводства и овощеводства на Южном Урале: материалы науч.-практ. конф., 2005. – С. 120–122.

18. Федоров, А. В. Биологические и технологические основы применения прививки при выращивании тыквенных культур в сооружениях защищенного грунта: монография / А. В. Федоров, О. А. Ардашева; Удмуртский научный центр. – Ижевск: Шелест, 2017. – 260 с. – ISBN 978-5-906027-65-8.

19. Федоров, А. В. Результаты изучения совместимости арбуза и дыни на различных видах подвоев / А. В. Федоров, О. А. Ардашева, Т. А. Кочеткова // Политема-

тический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 1080–1089.

20. Тепличное овощеводство / А. В. Юрина, Л. Г. Мамонова, Л. А. Кардашина [и др.]. – Свердловск: Среднеуральское книжное издательство, 1989. – 208 с.

21. Научные основы системы ведения сельского хозяйства в Удмуртской Республике. Книга 3. Адаптивно-ландшафтная система земледелия / В. М. Холзаков [и др.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2002. – 479 с.

22. Тулупов, Ю. К. Арбузы в теплицах / Ю. К. Тулупов, Н. П. Знобин // Тр. Быковской бахчевой селекционной станции. – Волгоград, 1982. – С. 24–33.

УДК 633.112.9«321»

**О. В. Эсенкулова¹, К. А. Густенева²,
А. И. Хамади³, Т. А. Бабайцева⁴**

^{1,2,3,4}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: o.w.esen@mail.ru

ЯРОВАЯ ТРИТИКАЛЕ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ КУЛЬТУРА

Яровая тритикале – перспективная сельскохозяйственная культура для Удмуртской Республики. Рассмотрена история возникновения культуры, её значение и возможности использования. Представлен анализ статистических данных, информационно-аналитических материалов Федеральной службы государственной статистики в Российской Федерации: площади посева и урожайности озимой и яровой тритикале в хозяйствах всех категорий 2020–2021 гг. в Российской Федерации и по округам. Так, общая площадь посевов тритикале (озимой и яровой) составляла всего лишь в 2020 г. – 111,4 тыс. га, а в 2021 г. – 124,8 тыс. га., при урожайности соответственно 28,1 и 24,1 ц/га, а в том числе яровой тритикале соответственно – 13,8 и 15,4 тыс. га и урожайность 25,0 и 19,2 ц/га.

Актуальность. «Большие перспективы в увеличении кормовой базы животноводства открываются в связи с созданием и внедрением в производство новой сельскохозяйственной культуры тритикале», утверждает А. М. Тысленко [14]. Тритикале (*x Triticosecale Wittmack ex A. Camus*) – род злаковой культуры, полученный в результате скрещиваний между пшеницей и рожью [1–7]. Тритикале как озимая, так и яровая были созданы в первую очередь для обеспечения стабильного производства зерна [20]. Она конкурентоспособна относительно других злаковых культур в продовольственном и кормовом плане [2]. Интерес к тритикале как к кормовой культуре вызван тем, что по сравнению с другими хлебными злаками она содержит больше белка с лучшим аминокислотным составом. Зер-

но и отруби тритикале используют на фураж как высокобелковый и высоколизинный корм для скота и домашней птицы. Содержание белка в среднем на 1,5 % больше, чем в пшенице, и на 4 % больше, чем во ржи, и составляет 18–19 %, отличаясь высокой усвояемостью [14]. Кормовые сорта тритикале выращивают для производства зеленого корма, силоса, травяной муки, брикетов и гранул. В 100 кг зеленой массы содержится 22–25 кормовых единиц и 2,3–2,7 кг переваримого протеина. Зелёная масса тритикале медленнее грубеет, чем у озимой ржи, и охотно поедается скотом. В зелёной массе имеется больше белка, лизина, углеводов, каротиноидов, минеральных веществ, чем в зеленой массе яровой пшеницы и озимой ржи [1, 14].

Тритикале в первую очередь рекомендуется как кормовая культура, но в то же время решается проблема повышения хлебопекарных качеств тритикале [17]. Зерно тритикале может использоваться для производства муки и выпечки хлеба и кондитерских изделий. Хлеб из тритикале имеет специфический вкус и приятный аромат, длительное время сохраняет свежесть и не черствеет 3–4 дня, обладает диетическими свойствами, препятствует ожирению. Зерно тритикале пригодно для получения крахмала, пива, спирта и кваса [1, 22]. Т. А. Горянина, А. М. Медведев утверждают, что «по качеству зерна и муки современные сорта тритикале приближаются к сортам озимой ржи и пшеницы. Органолептические показатели хлеба сортов тритикале оказались на одном уровне с пшеничными и ржаными. Применение тритикале в хлебопекарном производстве позволит расширить ассортимент хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности» [12, 20].

Яровая тритикале и в Нечерноземье способна конкурировать с другими яровыми зерновыми культурами, причем это ее преимущество возрастает по мере ухудшения условий возделывания [9, 21]. Благодаря такой особенности яровую тритикале можно использовать в районах, плохо пригодных для возделывания озимых культур. Ю. А. Лапшин, В. А. Максимов, Р. И. Золотарева [15–16] утверждают, что «благодаря адаптивности тритикале к условиям выращивания, значительно большему потенциалу урожайности на обедненных почвах в сравнении с пшеницей, способности обеспечивать лучшее качество зерна, чем у ржи, эта культура уже сейчас может значительно разнообразить и удешевить производство высококачественного кормового и продовольственного зерна».

Работы по изучению культуры в условиях определенной зоны всегда весьма актуальны. Яровая тритикале не возделывается в Удмуртской Республике, но является весьма перспективной культурой для региона. Поэтому в задачи наших исследований входило изу-

чить историю появления яровой тритикале, представить анализ состояния возделывания яровой тритикале в Российской Федерации и её округах, выявить перспективы возделывания в нашем регионе.

Материалы и методы. Объект исследования – яровая тритикале. Для анализа использованы эмпирические методы исследования: изучение разнообразных источников информации (справочных, литературных и статистических) для обследования исследуемого объекта – сравнение, анализ, статистический, мониторинг и анализ состояния возделывания яровой тритикале в Российской Федерации и по округам.

Результаты исследования. Впервые описание пшенично-ржаного гибрида опубликовано в 1876 г. английским ботаником С. А. Вильсоном. Гибрид был синтезирован автором в процессе изучения биологии опыления пшеницы и ржи. Несколько позже такие же гибриды также получил в США Е. С. Кармен. В России яровая тритикале создана в середине 1940-х гг. В. Е. Писаревым методом гибридизации яровой пшеницы и озимой-яровой ржи [1, 13]. Г. Н. Гончаров утверждает, что «от пшеницы тритикале унаследовала хозяйственно ценные признаки зерна, а от ржи – высокую зимостойкость, устойчивость к грибным болезням и неприхотливость к условиям произрастания, хорошую переносимость стрессов» [10].

Как отмечает А. М. Тысленко [14], «в России объемы выращивания тритикале относительно других зерновых и зернобобовых незначительны. Несмотря на это, тритикале считается перспективной сельскохозяйственной культурой, так как селекционерами постепенно выводятся новые сорта, а характеристики тритикале благоприятны для выращивания даже в северных регионах страны. Официальная статистика по возделыванию тритикале в России ведется Росстатом с 2009 г. Ранее данные об этой культуре отдельно не выделялись, а «растворялись» в озимой ржи и пшенице».

И в настоящее время возделывание тритикале в Российской Федерации незначительно по сравнению с другими зерновыми культурами. По данным информационно-аналитических материалов Федеральной службы государственной статистики, в Российской Федерации общая площадь посевов тритикале (озимой и яровой) в 2020–2021 гг. варьирует от 111,4 до 124,8 тыс. га, в том числе яровой – 13,8 и 15,4 тыс. га (табл. 1).

Доля озимой и яровой тритикале во всей посевной площади страны в 2020 г. составляет 0,1 % и 2021 г. – 0,2 %; или соответственно 0,2 и 0,3 % в площади зерновых и зернобобовых культур [8].

В Приволжском федеральном округе Российской Федерации возделывают яровую тритикале на площади 1,1–1,2 тыс. га,

или 8,0 и 7,8 % от общей площади посева яровой тритикале. Наибольшая площадь – 0,2 тыс. га в 2020 г. была засеяна в Чувашской Республике и получена отличная урожайность 47,2 ц/га, и в 2021 г. 0,2 тыс. га – в Республике Башкортостан с урожайностью 3,6 ц/га, хотя выше отмечена урожайность и в Чувашской Республике (5,7 ц/га), и в Нижегородской области (13,6 ц/га) при конфиденциальных площадях [8].

Таблица 1 – Урожайность и площадь посева озимой и яровой тритикале в хозяйствах всех категорий в Российской Федерации в 2020–2021 гг. [8]

Регион	Площадь посева тритикале, тыс. га				Урожайность тритикале, ц/га			
	2020 г.		2021 г.		2020 г.		2021 г.	
	озимой и яровой	в т.ч. яровой	озимой и яровой	в т.ч. яровой	озимой и яровой	в т.ч. яровой	озимой и яровой	в т.ч. яровой
Российская Федерация	111,4	13,8	124,8	15,4	28,1	25,0	24,1	19,2
Центральный федеральный округ	40,4	8,0	35,0	7,3	34,0	29,1	26,1	20,5
Северо-Западный федеральный округ	4,1	0,2	4,6	0,05	31,0	22,9	23,3	15,4
Южный федеральный округ	20,5	0,6	22,5	1,7	23,0	18,2	28,3	18,2
Северо-Кавказский федеральный округ	2,6	0,02	4,8	...	19,9	41,9	25,7	...
Приволжский федеральный округ	27,3	1,1	24,9	1,2	26,6	28,1	15,6	14,9
Республика Башкортостан	9,9	...	5,5	0,2	23,5	...	12,4	3,6
Республика Марий Эл	...	-	-	-	...	-	-	-
Республика Мордовия	1,3	...	4,1	-	41,4	...	21,2	-
Республика Татарстан	2,3	...	2,5	...	46,3	...	19,0	...
Удмуртская Республика	0,5	-	0,2	-	14,6	-	16,7	-
Чувашская Республика	1,4	0,2	0,6	...	37,5	47,2	13,3	5,7
Пермский край	...	-	0,3	-	...	-	23,9	-
Кировская область	1,1	...	1,2	...	31,8	...	17,1	...
Нижегородская область	0,4	0,02	1,2	...	22,9	...	23,3	13,6
Оренбургская область	4,7	-	4,8	-	22,7	-	8,9	-
Пензенская область	0,6	-	0,6	-	21,2	-	19,0	-
Самарская область	0,6	-	0,9	-	34,7	-	17,9	-
Саратовская область	4,1	-	2,9	-	20,2	-	14,5	-
Ульяновская область	0,3	-	0,1	-	10,0	-	16,9	-
Уральский федеральный округ	6,8	1,3	10,0	1,2	21,0	15,3	10,7	11,4
Сибирский федеральный округ	7,1	0,1	19,9	0,9	27,3	19,8	33,1	27,1
Дальневосточный федеральный округ	2,6	2,6	3,1	3,0	17,6	17,6	21,2	20,5

Примечание: ... – данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных от организаций, в соответствии с Федеральным законом от 29.11.2007 г. № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учёте и системе государственной статистики в Российской Федерации»

-- явление отсутствует [8]

В настоящее время выбор сортов яровой тритикале мал, поскольку в стране ее селекция началась относительно недавно. С. Е. Скатова и А. М. Тысленко отмечают, что «в Нечерноземной зоне селекция яровой тритикале ведется с 2003 г. Содружеством учёных многих научно-исследовательских учреждений созданы сорта, различающиеся по направлению использования (зерно-кормовые, зерно-сенажные), уровню интенсивности выращивания, устойчивости к неблагоприятным внешним факторам (условиям увлажнения, болезням, температурному режиму, к неблагоприятным почвенным условиям и прочим)» [19]. Первый сорт яровой тритикале Укро был включен в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, по Центрально-Черноземному и Средневолжскому регионам с 2000 г. На 2022 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, включено 28 сортов яровой тритикале [12].

Выводы. Доля озимой и яровой тритикале во всей посевной площади Российской Федерации в 2020–2021 гг. составляла 0,1–0,2 %, или 0,2–0,3 % в общей площади зерновых и зернобобовых культур, что в абсолютных выражениях соответствует 111,4–124,8 тыс. га, в том числе яровой – 13,8 и 15,4 тыс. га. Однако яровая тритикале – интересная, перспективная, хотя и малоизученная сельскохозяйственная культура с большими биологическими возможностями.

Список литературы

1. Абделаал Хани Камал Кекеал. Продуктивность сортов и качество зерна яровой тритикале при применении разных доз азотных удобрений и регулятора роста Рэгги: дис. ... канд. с.-х. наук / Абделаал Хани Камал Кекеал. – Москва, 2020. – 181 с.
2. Абделькави, Р. Н. Ф. Технологические свойства зерна яровой тритикале в условиях ЦРНЗ / Р. Н. Ф. Абделькави, А. Ж. Турбаев, А. А. Соловьев / Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 5. – С. 87–97.
3. Бабайцева, Т. А. Хозяйственно-биологическая оценка сортов озимой тритикале / Т. А. Бабайцева, Т. В. Гамберова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3 (32). – С. 54–56.
4. Бабайцева, Т. А. Оценка исходного материала для селекции озимой тритикале в Среднем Предуралье: монография / Т. А. Бабайцева, Т. В. Гамберова. – Ижевск, 2018. – 155 с.
5. Бабайцева, Т. А. Селекционная оценка коллекции озимой тритикале / Т. А. Бабайцева, Т. М. Главатских, Т. В. Гамберова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 4 (14). – С. 23–25.
6. Бабайцева, Т. А. Оценка сортов озимой тритикале на разных фонах минерального питания / Т. А. Бабайцева, Е. Н. Полторыдядько // Нива Поволжья. 2021. – № 3 (60). – С. 38–45.

7. Бабайцева, Т. А. Модель сорта озимой тритикале для условий Среднего Предуралья / Т. А. Бабайцева, Т. В. Гамберова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 1 (62). – С. 27–31.

8. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) // Бюллетень «Посевные площади Российской Федерации в 2021 году», Бюллетень «Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2021 году» (часть 1). Информационно-аналитические материалы Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения 09.10.2022 г.).

9. Васильев, В. В. Агроэкологическая оценка ярового тритикале СИММУТ в условиях Нечерноземной зоны РФ / В. В. Васильев, С. Е. Скатова, А. М. Тыщенко // Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. – 2006. – № 4. – С. 30–32.

10. Гончаров, Г. Н. Селекционно-генетическая оценка сортов и гибридов тритикале по устойчивости к прорастанию зерна на корню в условиях центра Нечерноземной зоны России: дис. ... канд. с.-х. наук / Г. Н. Гончаров. – Немчиновка, 1996. – 105 с.

11. Горянина, Т. А. Хлебопекарное качество зерна озимых тритикале, пшеницы и ржи / Т. А. Горянина, А. М. Медведев // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 1 (67). – С. 28–32.

12. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию Том 1. Сорта растений. – URL: <https://reestr.gossortrf.ru/> (дата обращения 08.10.2022 г.).

13. Густенева, К. А. Яровая тритикале Ровня / К. А. Густенева, О. В. Эсенкулова // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: материалы Всерос. науч.-практ. конф.: в IV томах. – Молодежный: Иркутский ГАУ, 2022. – Т. I. – С. 26–31.

14. Инновационные сорта и технологии возделывания ярового тритикале: коллективная монография. – Владимир: ПресСто. – Иваново, 2017. – 295 с.

15. Лапшин, Ю. А. Сравнительная оценка сортов и линий ярового тритикале по зерновой продуктивности в условиях Республики Марий Эл / Ю. А. Лапшин, В. А. Максимов, Р. И. Золотарёва // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (64). – С. 24–31.

16. Лапшин, Ю. А. Яровое тритикале – перспективная культура для Республики Марий Эл / Ю. А. Лапшин, В. А. Максимов, Р. И. Золотарёва // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2019. – Т. 5. – № 3 (19). – С. 309–316.

17. Новые кормовые сорта ярового тритикале для адаптивного земледелия России / С. Е. Скатова, В. В. Васильев, А. М. Тыщенко, Д. В. Зуев / Владимирский земледелец, 2016. – № 2 (76). – С. 18–20.

18. Результаты и перспективы селекции озимой тритикале для хлебопекарных целей в Центральном Нечерноземье / А. М. Медведев, В. В. Осипов, А. В. Осипова [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 2 (22). – С. 99–106.

19. Скатова, С. Е. Технология возделывания яровой тритикале / С. Е. Скатова, А. М. Тысленко // Верхневолжский ФАНЦ. – URL: <https://vnish.org/tehnologiya-vozdelyvaniya-yarovoj-tritikale/> (дата обращения 10.10.2022 г.).

20. Скатова, С. Е. Сорт для адаптивного земледелия Нечерноземной зоны: яровая тритикале Кармен / С. Е. Скатова, А. М. Тысленко, Д. В. Зуев // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 10. – С. 15–18.

21. Тысленко, А. М. Использование экологического принципа в организации селекционного процесса при создании сортов яровой тритикале / А. М. Тысленко, С. Е. Скатова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2015. – Т. 176. – № 1. – С. 98–109.

22. Яровая тритикале – перспективная зерновая культура для Тамбовской области / Ж. А. Арькова, Л. И. Коновалова, А. О. Голощепов, К. А. Арьков // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4. – № 2.

УДК 631.162:657.9:633.2/.3

Р. А. Алборов¹, С. М. Концевая²

^{1,2}*Удмуртский ГАУ*

¹E-mail: udtipb@yandex.ru

ОЦЕНКА КОРМОВ СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО ТРАНСФЕРТНЫМ (СПРАВЕДЛИВЫМ) ЦЕНАМ В ЦЕНТРАХ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Рассматриваются вопросы взаимоотношений подразделений кормопроизводства и животноводства, организации оплаты труда работником кормопроизводства в зависимости от конечных результатов отрасли животноводства. В связи с этим предложена методика оценки кормов собственного производства по трансфертным (справедливым) ценам, разработанным на основе справедливой стоимости продукции животноводства и качества кормов.

Устойчивое развитие животноводства в сельскохозяйственных организациях зависит от многих факторов и зооветеринарных и агробιологических условий. Однако эффективность производства продукции различных видов и групп животных больше всего зависит от состояния кормовой базы, обеспеченности хозяйств кормами собственного производства высокого качества и низкой себестоимостью.

В современных условиях кормопроизводство можно характеризовать как самостоятельный вид производственной деятельности, представляющий собой соединение таких элементов, как трудовые ресурсы и средства производства (средств труда, предметов труда). С другой стороны, кормопроизводство можно считать как сложную упорядоченную систему, включающую технологические, технические, биологические элементы структуры и связанные между собой организационно-экономическими механизмами, направленными на обеспечение экономической эффективности использования земельных и других ресурсов для производства необходимого количества кормов (грубых, сочных, зеленых) высокого качества и нормальной себестоимостью.

Для эффективного производства кормов в сельскохозяйственных организациях возникает необходимость оценки работы трудо-

вых коллективов подразделений кормопроизводства и организации им оплаты труда не только за заготовленные корма, но и за конечные результаты их использования в животноводстве [3, 4]. В современных условиях цехи (бригады, звенья) по кормопроизводству самостоятельно не продают свою продукцию – корма, поэтому в сельскохозяйственных организациях не предусматривается доведение до них заданий по выручке от продажи продукции. Действующий порядок учета кормов, потребляемых внутри хозяйства и списываемых в оценке по себестоимости, исключает возможность объективной оценки работы трудовых коллективов подразделений кормопроизводства (производителей кормов) и животноводства (то есть трудовых коллективов животноводства).

«Добившись низкой себестоимости кормов, работники кормопроизводства тем самым обеспечивают рентабельность отрасли животноводства и наоборот. В связи с этим считаем, что в каждом хозяйстве должна действовать глубоко продуманная система организации данной отрасли, в т.ч. организации труда и его оплаты.

Оплата труда работников кормопроизводства должна зависеть не только от стоимостных и натуральных показателей производства кормов, но и от результатов их конечных потребителей – животноводства. Здесь, как нигде, должна прослеживаться биологическая взаимосвязь: земля – продукция растениеводства (корма) – животные (продукция животноводства) – побочная продукция (навоз и др.) животноводства (снова земля)» [1, 2].

Взаимосвязь, определенная самой природой, должна лежать в основе организации кормопроизводства, оплаты труда и материального поощрения работников кормопроизводства за конечные результаты производства продукции животноводства. Этого можно достичь при внутрихозяйственном расчете путем учета выхода продукции кормопроизводства, ее внутрихозяйственного использования и оценки затрат на корма по трансфертным (справедливым) ценам.

Для их расчета можно пользоваться разработанной методикой определения трансфертных (справедливых) цен на корма:

$$TC_{инн} = CЦ_{жс} \times (Y_{зк} : 100) \times KЭU_{ик} \times KE_{ик}$$

где $TC_{инн}$ – трансфертная цена или справедливая стоимость 1 ц i -го вида корма, руб.;

$CЦ_{жс}$ – трансфертная цена или справедливая стоимость 1 ц продукции данного вида (группы) животноводства, руб.;

$U_{зк}$ – удельный вес затрат на корма собственного производства в структуре себестоимости продукции данного вида (группы) животноводства, %;

$КЭU_{ik}$ – коэффициент эффективности использования обменной энергии i -го вида корма для производства продукции данного вида (группы) животноводства;

$КЕ_{ik}$ – содержание кормовых единиц в 1 ц i -го вида корма, ц.

Расчет трансфертной цены (справедливой стоимости) отдельных видов кормов приведем в таблице 1.

Оценка затрат на корма по трансфертным ценам или по справедливой стоимости рекомендуется использовать при внутрихозяйственном расчете и создании в подразделениях организации центров ответственности, когда между подразделениями существуют товарно-денежные отношения и они рассчитываются между собой с использованием чеков-накладных или внутрихозяйственных денежных знаков. Таким образом, не нарушая принцип оценки биологических производственных запасов по себестоимости (историческую оценку), в рамках этой оценки можно использовать принцип осторожности (консерватизма), который позволяет отражать затраты на корма собственного производства в приемлемой оценке. Это является одним из важных условий постепенного перехода к периодическому калькулированию себестоимости сельскохозяйственной продукции.

Для оценки эффективности работы трудового коллектива структурного подразделения кормопроизводства рекомендуется определять и анализировать следующие показатели:

а) валовой доход кормопроизводства:

$$ВДК = ВПКТ - МЗК - БЗК,$$

где $ВДК$ – валовой доход кормопроизводства, тыс. руб.;

$ВПКТ$ – валовая продукция кормопроизводства в оценке по трансфертным (справедливым) ценам, тыс. руб.;

$МЗК$ – материальные затраты кормопроизводства, тыс. руб.;

$БЗК$ – биологические затраты кормопроизводства, тыс. руб.;

б) чистый доход кормопроизводства:

$$ЧДК = ВДК - ТЗК,$$

где $ЧДК$ – чистый доход кормопроизводства, тыс. руб.;

$ТЗК$ – трудовые затраты кормопроизводства (фонд оплаты труда с отчислениями на социальные нужды), тыс. руб.

Таблица 1 – Методика определения трансфертных (справедливых) цен кормов собственного производства

Корма	Содержится в 1 ц		Концентрация обменной энергии (КОЭ) в 1 кг СВ = $\sqrt{\frac{\text{к.ед.}}{\text{кг СВ}} \times 123,46}$	Коэффициент эффективности ОЭ для образования молока (0,3 + 0,03 × КОЭ)	Справедливая стоимость 1 ц, руб. $2300 \times \frac{28}{100} \times 4 \text{ гр.} \times 1 \text{ гр.}$
	кормовых единиц	сухого вещества (СВ)			
Сено клеверно-луговое	0,47	0,82	8,4	0,552	167,1
Сено луговое	0,46	0,85	8,2	0,546	161,7
Сено из смеси многолетних трав	0,43	0,81	8,1	0,543	150,4
Силос ячменно-овсяный	0,21	0,25	10,2	0,606	82,0
Силос кукурузно-гороховый	0,20	0,27	9,6	0,588	75,7
Силос злаковых культур	0,14	0,21	9,07	0,572	52,0
Сенаж клеверно-злаковый	0,27	0,40	9,1	0,573	99,6
Сенаж травы луговой	0,22	0,39	8,3	0,549	77,8
Сенаж из смеси однолетних трав	0,18	0,31	8,4	0,552	64,0
Зеленая масса бобовых культур	0,19	0,26	9,5	0,585	71,6
Солома ржаная	0,20	0,84	5,4	0,462	59,5
Морковь кормовая	0,14	0,13	11,5	0,645	58,2
Брюква	0,11	0,11	11,2	0,636	45,1

Примечание: средняя реализационная цена 1 ц молока – 2300 руб.; удельный вес затрат на корма собственного производства в структуре затрат на производство молока – 28 %. Концентрация обменной энергии, коэффициент эффективности использования обменной энергии – рассчитаны по методике члена – корреспондента ВАСХНИЛ Н. Г. Григорьева. (Оценка питательности кормов по обменной энергии. Резервы кормопроизводства: сборник. – Москва: Московский рабочий, 1987. – С. 109–128).

Для более точного расчета указанных показателей эффективности кормопроизводства необходимо учитывать урожайность продукции кормовых культур с учетом наиболее рационального использования естественного плодородия почвы, то есть качества почвы посевных площадей. Для этого необходимо в сельскохозяйственной организации определять нормализованную урожайность продукции кормовых культур, используя следующую формулу:

$$НУПК = КПр \times ЦКПУо,$$

где *НУПК* – нормализованная урожайность продукции кормовой культуры в хозяйстве, ц или ц. корм. ед.;

КПр – качество почвы пашни в районе, балл;

ЦКПУо – цена одного балла качества почвы пашни по урожайности в организации, ц или ц. корм. ед.

Использование нормализованной урожайности и валовых сборов продукции кормовых культур для расчета валового и чистого дохода по кормопроизводству позволит более обоснованно оценивать эффективность работы трудовых коллективов подразделений кормопроизводства и организации им оплаты труда за конечные результаты не только кормопроизводства, но и животноводства.

Список литературы

1. Алборов, Р. А. Влияние на урожайность сельскохозяйственных культур естественного плодородия земли / Р. А. Алборов, Е. Л. Мосунова, Е. В. Захарова, С. Р. Концевая // Землеустройство и экономика АПК: информационно-аналитическое и налоговое обеспечение АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. – С. 13–16.
2. Алборов, Р. А. Управленческий учет в организациях АПК / Р. А. Алборов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2016. – 346 с.
3. Бодрикова, С. В. Совершенствование управленческого учета и его оплаты в сельском хозяйстве / С. В. Бодрикова, Е. Л. Мосунова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 3 (40). – С. 16–22.
4. Селезнева, И. П. Оценка темпов роста производительности труда и его оплаты / И. П. Селезнева, И. А. Селезнева, Е. А. Шляпникова, Л. А. Бибинаева // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3 (36). – С. 75–79.

Н. А. Алексеева

Удмуртский ГАУ

E-mail: 497477@mail.ru

РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ АПК

Исследовано состояние и движение производственных мощностей объектов АПК за 2018–2021 гг. в Удмуртской Республике. Осуществлен сравнительный анализ развития объектов АПК в сельском хозяйстве региона в целом и в секторе производственной кооперации в частности. Научная новизна исследования заключается в обосновании коэффициентов движения основных средств по натуральным показателям ввода, вывода мощностей в сравнительном анализе показателей сельского хозяйства в целом и сектора СПК.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 24 ноября 2018 г. № 1413 «Об утверждении Правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на возмещение части прямых понесенных затрат на создание и (или) модернизацию объектов агропромышленного комплекса» уже четвертый год осуществляется субсидирование объектов АПК [1, 10, 12]. К объектам АПК относятся объекты, чьи производственные мощности созданы не ранее, чем за три года до вступления в силу данного постановления правительства. Необходимо оценить возможности сельского хозяйства Удмуртской Республики в целом и сектора производственных сельскохозяйственных кооперативов в частности в развитии данных мощностей и получении субсидий (табл. 1) [2–4].

В целом по республике первоначальная стоимость объектов АПК на конец года увеличилась с 2018 по 2021 г. в 1,75 раза: с 3,8 до 6,7 млрд. руб. Незавершенное строительство составляло от 6,4 до 9,4 % за этот же период, что является незначительным и свидетельствует о высоких темпах строительства [8].

Среди объектов АПК в наибольшей степени в республике представлены животноводческие комплексы – молочные фермы, что соответствует выбору республикой перспективного направления развития – мясомолочного скотоводства. В меньшей степени представлены мощности хранилищ, тепличных комплексов, льноперерабатывающих предприятий.

По первоначальной стоимости на конец года мощности, созданные в секторе производственной кооперации (выборка из 70 про-

изводственных сельскохозяйственных кооперативов), составляли даже более одной трети от аналогичных мощностей по сельскому хозяйству в целом. Это больше, чем вклад данного сектора в сельское хозяйство региона, например, по выручке [2].

Молочные фермы в секторе производственной кооперации занимали также более одной трети по размеру мощностей от соответствующих показателей в республике в целом, что соответствовало вкладу данного сектора в объемных показателях сельского хозяйства.

Флодо- и овощехранилища в составе СПК республики составляли львиную долю – 85,7 % в 2018 г., но к 2021 г. доля снизилась до 41,2 %.

Таблица 1 – Наличие производственных мощностей на конец года [5, 9]

Наименование	Сельское хозяйство УР				Доля сектора СПК УР, %			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Хранилище (плодо-, овощехранилища), тыс. т	12,5	6,8	7,5	11,5	85,7	69,4	63,2	41,2
Тепличный комплекс для производства овощей, тыс. га	0,01	101,5	0,01	0,01	5,7	0,0	3,4	3,8
Селекционно-семеноводческий центр (по производству семян), тыс. т	4	4	4	4	0,0	0,0	0,0	0,0
Селекционно-семеноводческий центр (по производству посадочного материала), тыс. шт.	10	10	10	10	0,0	0,0	0,0	0,0
Селекционно-питомниководческий центр, тыс. шт.	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Льно-, пенькоперерабатывающее предприятие, тыс. т	2,5	2,5	2,5	2,5	6,1	6,0	6,0	6,0
Животноводческий комплекс молочно-го направления, тыс. скотомест	128,7	149,8	149,5	156,2	38,8	33,0	36,9	36,6
Селекционно-генетический центр в птицеводстве, тыс. гол.	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Овцеводческий комплекс, тыс. скотомест	1	1	1	1	0,0	0,0	0,0	0,0
Мощности по производству сухих молочных продуктов для детского питания и компонентов для них, тыс. т	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Первоначальная стоимость на конец года, млрд. руб.	3,8	5,4	5,8	6,7	42,8	29,6	36,5	38,9
Незавершенные капитальные вложения на конец года, млн. руб.	246	511	308	432	53,0	69,5	47,5	38,5

Изучим состояние и движение основных средств объектов АПК по форме № 11-АПК (табл. 2).

Обновление молочных ферм у СПК происходило более высокими темпами, о чем свидетельствовали коэффициенты прироста производственных мощностей. А в целом по сельскому хозяйству обновление основных средств объектов АПК замедлилось. В итоге к 2021 г. СПК и сельское хозяйство в целом достигли примерно одного уровня обновления: полное обновление мощностей объектов АПК может произойти за 13,5–15,5 лет. Рост коэффициента износа молочных ферм свидетельствовал о недостаточности обновления мощностей по сравнению с интенсивностью их эксплуатации.

Таблица 2 – Коэффициенты движения основных средств в объектах АПК [5, 9]

Наименование показателя	Сельское хозяйство УР				СПК УР			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
К обновления молочных ферм, лет	19,0	18,5	9,5	13,5	26,2	36,4	33,5	15,5
К износа молочных ферм	0,23	0,27	0,24	0,26	0,06	0,03	0,24	0,21
К годности молочных ферм	0,77	0,74	0,76	0,76	0,94	0,97	0,76	0,79
К прироста молочных ферм	0,02	0,04	0,08	0,05	0,06	0,05	0,00	0,04
Стоимость 1 скотоместа, тыс. руб.	21,7	23,5	25,9	29,0	29,9	30,6	28,8	35,3
К обновления хранилищ	14,7	х	х	2,9	х	х	х	х
К износа хранилищ	0,31	0,33	0,40	0,40	0,09	0,04	0,36	0,38
К годности хранилищ	0,69	0,67	0,60	0,60	0,91	0,96	0,64	0,62
К прироста хранилищ	0,07	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
Стоимость хранения 1 тыс. тонн ценностей, тыс. руб.	9,6	17,3	14,4	10,0	3,6	8,5	5,2	5,1
К обновления тепличных комплексов	х	х	14,5	х	х	х	х	х
К износа тепличных комплексов	0,23	0,34	0,38	0,41	0,46	0,36	0,29	0,29
К годности тепличных комплексов	0,77	0,66	0,62	0,59	0,54	0,64	0,71	0,71
К прироста тепличных комплексов	х	0,000	х	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
Стоимость 1 га, тыс. руб.	х	х	27 279	28 016	2383	2820	3370	3370
К обновления всех объектов АПК	х	32,1	10,2	10,9	31,9	40,0	36,4	16,8
К износа всех объектов АПК	0,23	0,27	0,26	0,26	0,06	0,03	0,24	0,21
К годности всех объектов АПК	0,77	0,73	0,74	0,74	0,94	0,97	0,76	0,79
К прироста всех объектов АПК	х	0,02	0,07	0,07	0,01	0,00	0,00	0,04

Плодо- и овощехранилища также имеются в СПК республики и на других предприятиях, но их производственные мощности в СПК стабилизировались в 2019 г. на уровне 4,7 тыс. тонн хранимых ценностей. Поступления и выбытия мощностей в последующие 3 года не наблюдалось. Соответственно увеличивался коэффициент износа хранилищ. Такая же тенденция характерна и для других аналогичных предприятий республики.

В небольшом количестве в СПК имеются тепличные комплексы для выращивания овощей в защищенном грунте. Судя по незначительным и снижающимся суммам накопленной амортизации в размере 0,5–0,6 млн. руб. эксплуатация комплексов осуществлялась недостаточно интенсивно. Однако ситуация в тепличном хозяйстве в республике несколько другая. Обновление производственных мощностей происходило в значительных объемах, но нерегулярно. В результате износ тепличных комплексов увеличивался.

Стоимость содержания 1 скотоместа и стоимость хранения 1 тыс. тонн товарно-материальных ценностей увеличивалась, что отражалось на росте затрат на производство сельскохозяйственной продукции. В целом именно показатели молочных ферм определяли состояние и движение всех объектов АПК в республике.

Таким образом, производственные мощности объектов АПК в республике имеются. Они распределены примерно равномерно по всем производственным секторам сельского хозяйства. Динамика их развития пока на низком уровне. Обновление производственных мощностей объектов АПК в секторе производственной кооперации происходит медленнее, чем в сельском хозяйстве в целом. Чего нельзя сказать о финансировании объектов АПК из бюджета – оно увеличилось более, чем в 4 раза в 2021 г. по сравнению с 2020 г.: с 31,5 до 145,8 млн. руб. При этом СПК, имея объекты АПК, не получали данного вида субсидии ни разу за 4 года [6, 7, 11, 13]. Возможно, что в связи с ростом субсидирования понесенных затрат производственные мощности разных профилей активнее продолжают строиться в республике. Мы связываем отсутствие субсидий в секторе производственной кооперации с незаинтересованностью пайщиков кооперативов – они же непосредственные работники кооперативов – в инвестиционном развитии хозяйств. Особенно трудно изыскивать инвестиции в строительство в организациях, где инвесторами могут быть только физические лица – пайщики.

Научная новизна исследования заключается в обосновании коэффициентов движения основных средств в объектах АПК по натуральным показателям о вводе, выбытии производственных мощностей, об их наличии на конец года, а также в выявлении современных тенденций в субсидировании затрат и их особенностей в сравнении сельского хозяйства в целом и сектора производственной кооперации в частности.

Список литературы

1. Актуальные проблемы землеустройства и землепользования в регионе: монография / Н. А. Алексеева [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022.

2. Алексеева, Н. А. Проблемы обновления основных средств объектов АПК / Н. А. Алексеева // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2020. – Т. 30. – № 6. – С. 781–786.
3. Алексеева, Н. А. Обновление основных средств в сельском хозяйстве: тенденции и прогнозы / Н. А. Алексеева // Наука Удмуртии. – 2021. – № 3 (95). – С. 77–86.
4. Алексеева, Н. А. Прогноз компенсирующих и стимулирующих субсидий в сельское хозяйство региона / Н. А. Алексеева // Тенденции экономического развития в XXI веке: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2022. – С. 136–138.
5. Годовые отчеты по сельскому хозяйству и СПК в Удмуртской Республике за 2018–2021 гг.
6. Материально-техническая база сельскохозяйственного производства в системе государственного планирования и регулирования / Т. Г. Гурнович, Н. А. Сухокурова, Т. А. Титова, Д. В. Ткачева // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 47 (6). – С. 120–124.
7. Развитие материально-технической базы сельскохозяйственных организаций на основе финансовой оптимизации / Т. Г. Гурнович, Д. А. Алленова, М. А. Борисова, Д. В. Ткачева // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 47 (6). – С. 112–116.
8. Маслова, В. В. Развитие инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве России / В. В. Маслова, Г. М. Савкина // АПК: экономика, управление. – 2020. – № 2. – С. 29–37.
9. Развитие методик анализа состояния и тенденций развития сельскохозяйственных производственных кооперативов в Удмуртской Республике: монография / Н. А. Алексеева [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 112 с.
10. Совершенствование земельно-имущественных отношений в региональном землеустройстве и землепользовании: монография / Н. А. Алексеева [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021.
11. Сушкова, Т. Ю. Состояние финансирования инвестиций в основной капитал в сельском хозяйстве региона / Т. Ю. Сушкова, Н. А. Иванова // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 4. – С. 39–44.
12. Теория и практика развития агропродовольственной системы в Удмуртской Республике: коллективная монография. – Ижевск, 2020.
13. State agrarian policy and the efficiency of its implementation at the regional level / N. A. Alekseeva, O. A. Tarasova, V. A. Sokolov, Z. A. Mironova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021" 2022. С. 012076.

В. Е. Быстров¹, О. С. Федоров²

^{1,2}*Удмуртский ГАУ*

²E-mail: fos1973@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПОДАЧИ ИЗМЕЛЬЧАЕМОГО МАТЕРИАЛА НА МОЩНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ ЗЕРНА С РЕГУЛИРУЕМЫМ СЕЧЕНИЕМ ОТВЕРСТИЙ СЕПАРАТОРА

Приведены результаты исследований влияния величины подачи измельчаемых зерен разных культур на мощностные характеристики молотковой дробилки зерна с регулируемым сечением отверстий сепаратора.

В последние годы в России последовательно воплощается в жизнь программа развития животноводства, увеличения производства, повышения эффективности и качества продукции. Рост объемов производства продукции осуществляется на основе увеличения поголовья и повышения его продуктивности. В целом по России затраты кормов на 1 ц молока превышают нормативные в 1,5 раза и составляют 1,71 ц корм. ед., на откорме крупного рогатого скота – в 2,5 раза (17,7 ц. корм. ед.), свиней – в 2 раза (11,7 ц корм. ед.). Одной из причин такого перерасхода кормов является несовершенная технология подготовки их к скармливанию, потери при хранении и раздаче. Решение проблемы повышения эффективности использования кормов требует не только совершенствования применяемых технологий, машин и оборудования, но и экономного использования всех ресурсов и прежде всего энергетических. В структуре годовых затрат совокупной энергии на молочных фермах корма составляют 74...76 %, а в животноводческую продукцию превращается лишь 20...25 % [1, 3, 4].

Основой интенсивного развития отрасли животноводства являются концентрированные корма. Для этого используют комбикорма, премиксы, белково-витаминно-минеральные добавки (БМВД), минерально-витаминные концентраты (МВК) [1, 5].

В настоящий момент все большее количество сельхозтоваропроизводителей переходит к производству комбинированных кормов. Самостоятельно измельчая собственные зерновые компоненты и смешивая их с МВК или БМВД, можно достичь максимально положительного результата и значительной экономии, исключая транспортные расходы и переплаты за бренд производителя.

В отличие от производства комбинированных кормов в заводских условиях несомненным преимуществом при их приготовлении в условиях малых сельскохозяйственных предприятий является использование собственной зерновой базы (ячмень, пшеница, овес, горох и т.д.) для создания основы комбикорма, а закупаются только необходимые БВМД. В зависимости от поголовья, видов, состояния животных появляется возможность быстрой корректировки рецептурного состава комбикорма, плюс ко всему на малых предприятиях легче изменить структуры посевных площадей с целью поддержания оптимальной по составу и количеству зерновой базы, используемой в кормопроизводстве.

С другой стороны, для приготовления большого количества разнообразных по составу комбинированных кормов требуется приобретать большое количество узкоспециализированного, энергозатратного, дорогостоящего технологического оборудования, что делает неэффективным производство кормов в условиях хозяйства. Для решения этой проблемы необходимо интенсифицировать основные технологические операции изготовления комбикормов на предприятиях малых форм хозяйствования.

Наиболее востребованной и энергоемкой операцией при приготовлении комбикормов является измельчение, для этого используют дробилки зерна различных конструкций [1, 3, 4, 5, 6]. Основным недостатком большинства подобных машин является невозможность регулирования степени измельчения или для этого необходима частичная разборка машины.

Для решения этой проблемы предлагается следующая конструкция циклона-сепаратора (рис. 1) [2]. Сепарация происходит следующим образом: дерть от вентилятора-швырялки поступает через входной продуктопровод в цилиндрическую часть циклона-сепаратора. В цилиндрической части имеется два решета, решето 2, 3 неподвижное, а 4 подвижное. Перемещающаяся решета относительно друг друга, размер сепарирующих отверстий можно увеличить или уменьшить, тем самым увеличивается или уменьшается гранулометрический состав конечного продукта. Основное разделение фракций дерти происходит в цилиндрической части. В конической части происходит досепарирование на поверхности конического решета 2. Вся дерть, не подходящая по гранулометрическому составу, проходит через отверстия в конической части циклона-сепаратора на доизмельчение, а готовый продукт отгружается.

Таким образом, в нашей конструкции циклона-сепаратора возможно плавное регулирование гранулометрического состава, без разборки циклона-сепаратора и замены решет.

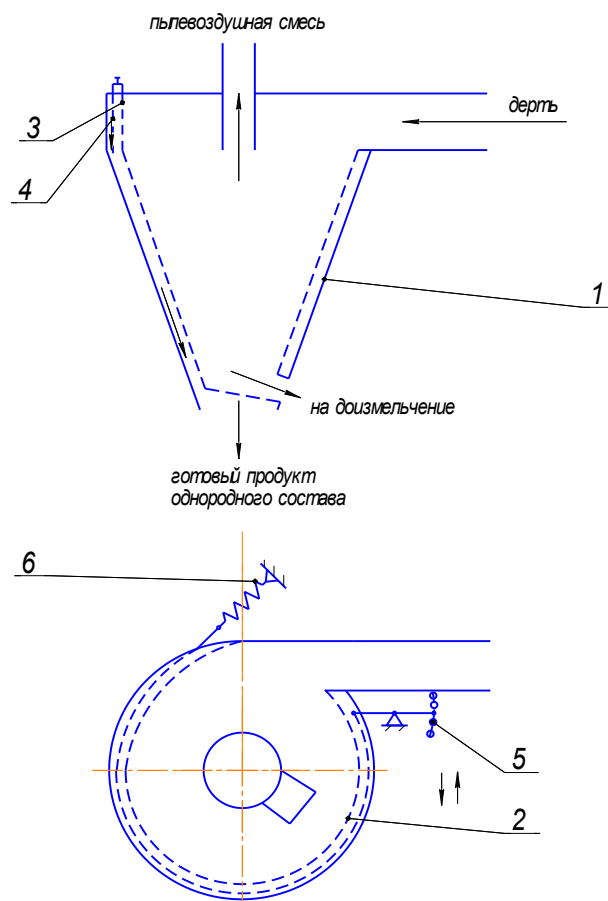


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема циклона-сепаратора с регулируемым решетом:

1 – корпус циклона-сепаратора; 2, 3 – неподвижное решето; 4 – подвижное решето; 5 – механизм регулирования; 6 – механизм натяжения

В качестве исходного материала для изготовления конической части сепарирующего решета использовали гладкие пробивные решёта из оцинкованной стали (ТУ 23.2.2068-89) с круглыми отверстиями диаметром 6 мм, а для цилиндрической части – гладкие пробивные решёта с квадратными отверстиями, со стороной квадрата 10 мм (рис. 2). Для установки конического сепарирующего решета, а также для последующей замены решёт, конструкция циклона-сепаратора выполнена разъемной. При сепарации дерти основным фактором, влияющим на мощностные показатели, является величина подачи измельчаемого материала. Для определения закономерностей и определения оптимальных параметров величины подачи проведены экспериментальные исследования при измельчении зерен ячменя, пшеницы и овса.

Проведенные исследования показывают, что увеличение производительности бункера ведёт к увеличению полезной мощности. Величина полезной мощности при увеличении производительности бункера возрастает с $N_{\text{полезн.}} = 2,15$ кВт при $Q_{\text{б}} = 0,269$ т/ч до $N_{\text{полезн.}} = 36,75$ кВт при $Q_{\text{б}} = 5,882$ т/ч (рис. 3, 4).



Рисунок 2 – Сепарирующее решето с квадратными отверстиями в цилиндрической части

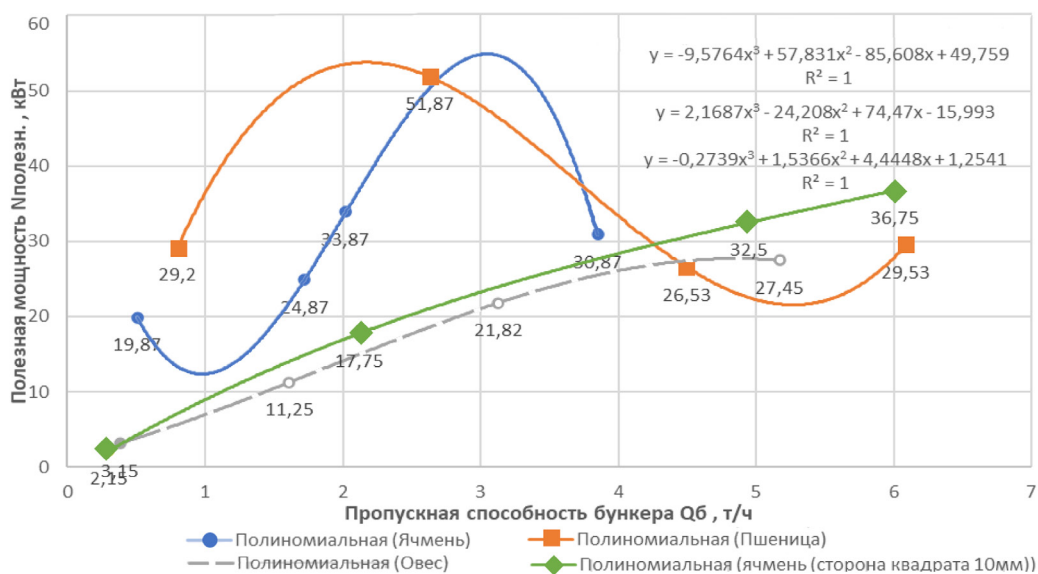


Рисунок 3 – Зависимость полезной мощности от пропускной способности бункера

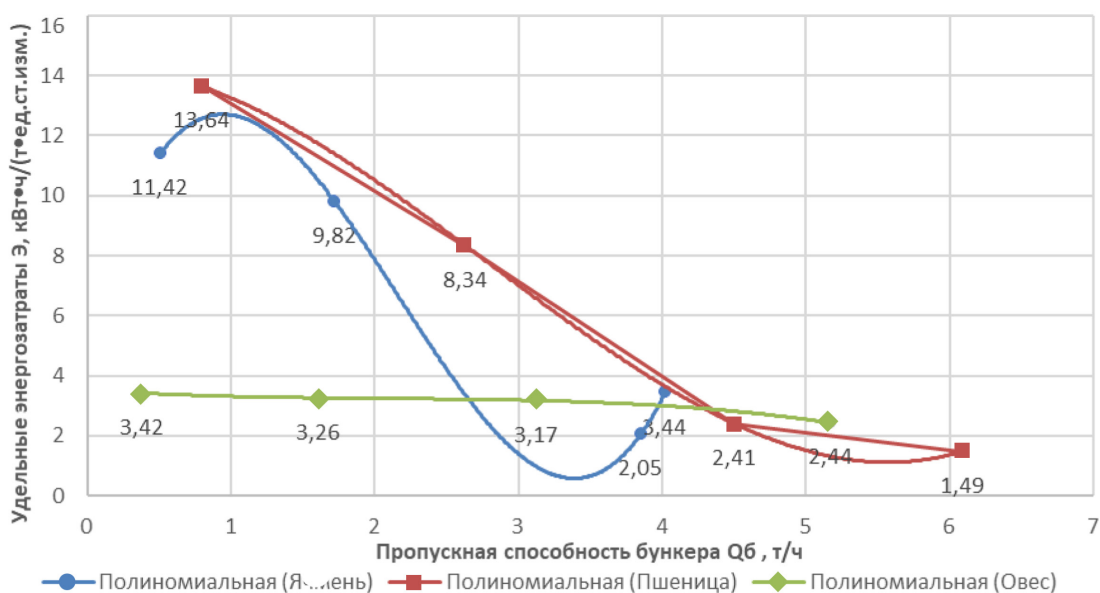


Рисунок 4 – Зависимость удельных энергозатрат от пропускной способности бункера

Проведя анализ графика, мы видим, что с увеличением производительности бункера Q_b с 0,269 т/ч до 5,882 т/ч удельные энер-

гозатраты Э первоначально составили 2,87 кВт·ч/(т·ед.ст.изм.), а при производительности 5,882 т/ч величина Э имеет значение 2,473 кВт·ч/(т·ед.ст.изм.).

Список литературы

1. Мельников, С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм: учебн. для вузов / С. В. Мельников. – Ленинград: Колос, 1978. – 560 с.
2. Патент на полезную модель 151368 Российская Федерация, МПК В02С 13/00. Модернизированная дробилка для зерна: № 2014126676: заявл. 01.07.2014: опубл. 10.04.2015 / Ширококов В. И., Жигалов В. А., Фёдоров О. С., Ясафов Ю. А., Бастрогов А. Г.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». – 5 с.: ил.
3. Сысуев, В. А. Кормоприготовительные машины. В 2 т. Т. 1. Теория, разработка, эксперимент / В. А. Сысуев, А. В. Алешкин, П. А. Савиных. – Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. – 640 с.
4. Федоров, О. С. Совершенствование конструкции зерновых молотковых дробилок / О. С. Федоров // Интеллектуальные системы в производстве. – 2008. – № 2 (12). – С. 110–113.
5. Федоров, О. С. Совершенствование технологического процесса дозирования ингредиентов комбинированных кормов / О. С. Федоров, В. И. Ширококов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1 (69). – С. 55–64.
6. Ширококов, В. И. Совершенствование конструкции зерновых молотковых дробилок / В. И. Ширококов, О. С. Федоров // Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства: материалы юбилейной науч.-практ. конф. 55 лет высшему агроинженерному образованию в Удмуртии, 03–04 декабря 2010 г. – Ижевск, 2010. – С. 16–19.

УДК 631.3

П. В. Дородов¹, И. Т. Хакимов²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

¹Е-mail: pvd80@mail.ru

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО РАДИУСА ПРУТКА ЭЛЕВАТОРА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Механические повреждения клубней картофеля способствуют проникновению и развитию в клубнях возбудителей грибных и бактериальных болезней. В наибольшей степени травмируются клубни при механизированной уборке. Практически во всех этапах комбайновой уборки используются прутковые элеваторы, рабочие элементы которых находятся в непосредственном контакте с клубнями картофеля. В ра-

боте представлены результаты теоретического исследования напряженного состояния в зоне контакта клубня с круглым прутом элеватора и методика расчета оптимального радиуса стального прутка в зависимости от физико-механических характеристик клубней картофеля.

Актуальность. Механические повреждения клубней картофеля способствуют проникновению и развитию в клубнях возбудителей грибных и бактериальных болезней [1, 13]. В наибольшей степени травмируются клубни при механизированной уборке [9, 14, 15]. При комбайновой уборке физиологически незрелого картофеля общее количество повреждённых клубней может составлять 89,5 %, а при уборке зрелых клубней оно снижается, соответственно, до 21 %. Механические повреждения клубней картофеля возникают в процессе уборки, транспортировки, переборки картофеля в виде различных типов повреждений, сопровождающихся нарушением целостности клубня (трещины, ссадины, царапины, обдир кожуры, вырывы, расколы) [14]. Практически во всех этапах используются прутковые элеваторы (рис. 1), рабочие элементы которых находятся в непосредственном контакте с клубнями картофеля [9]. Проблема сокращения повреждаемости картофеля в основном решается в направлении совершенствования машин, например, оптимизацией конструктивных параметров рабочих органов [2, 5–9, 11, 12, 18, 21].

Целью работы является определение оптимального радиуса прутка транспортирующего элеватора для снижения механических повреждений клубней картофеля.

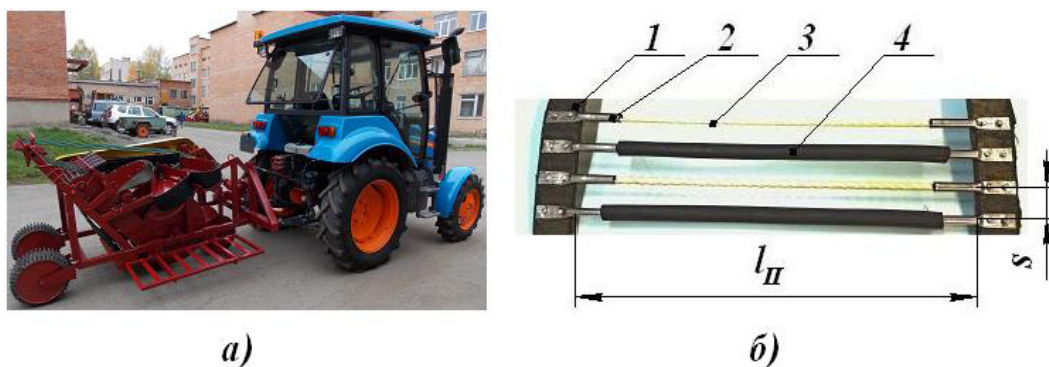


Рисунок 1 – Элемент пруткового элеватора:

1 – ремень элеватора; 2 – опора прутка; 3 – пруток; 4 – упругая втулка

В связи с поставленной целью в работе определены следующие задачи: теоретически исследовать контактные напряжения в клубне при взаимодействии с круглым прутом элеватора; разработать методику расчета оптимального радиуса стального прутка в зависимости от физико-механических характеристик клубней картофеля.

Материалы и методы. Для теоретического исследования контактного взаимодействия клубня картофеля с поверхностью круглого прутка (рис. 2) воспользуемся сингулярным интегральным уравнением с ядром типа Коши [5–7]:

$$a\varphi(x) + \frac{b}{\pi i} \int_{-t}^t \frac{\varphi(\xi)}{\xi - x} d\xi = f(\xi), \quad (1)$$

где $\varphi(x) = \sigma_{1z}(x) + i\tau(x)$;

$$f(x) = \frac{du(x)}{dx} - i \frac{dw(x)}{dx};$$

$$a = \frac{1 - 2\nu}{2G};$$

$$b = \frac{1 - \nu}{G}.$$

Здесь σ_{1z} , τ_1 – нормальные и касательные контактные напряжения на линии сопряжения; u , w – перемещения на линии сопряжения вдоль осей x и z соответственно; G , ν – модуль сдвига и коэффициент Пуассона клубня.

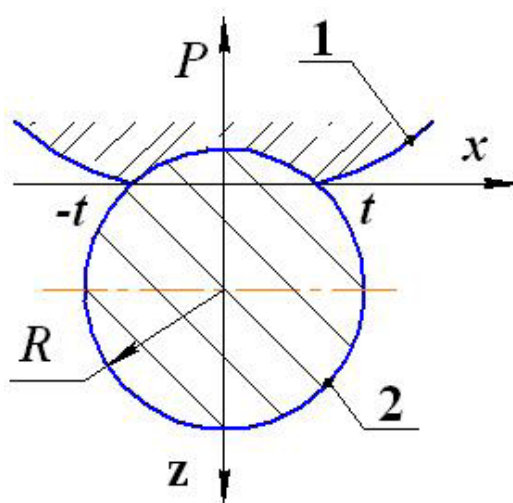


Рисунок 2 – Взаимодействие круглого прутка с упругой поверхностью клубня:
1 – поверхность клубня; 2 – прутки элеватора; P – равнодействующая сила
реакционной нагрузки на клубень со стороны прутка

Результаты теоретических исследований. Условие оптимизации геометрических параметров прутка принимает эквивалентную форму ограниченного решения уравнения (1) в узлах линии интегрирования. При двух узлах и условии гладкости контура оно примет вид:

$$\int_{-t}^{+t} \frac{f(x)}{\sqrt{t^2 - x^2}} dx = 0, \quad (2)$$

Последнее выполняется, если $f(x)$ на симметричном интервале является нечетной функцией.

Ее можно представить в виде степенного ряда возле точки разложения $x = 0$:

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{2n-1}}{(2n-1)} \frac{d^{(2n-1)}f(0)}{dx^{2n-1}}.$$

Пренебрегая перемещениями вдоль оси x , вертикальные перемещения вдоль оси z должны подчиняться закону:

$$iw(x) = \int |f(x)| dx + \delta = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{2n}}{(2n)} \frac{d^{(2n)}f(0)}{dx^{2n}} + \delta,$$

где δ – жесткое перемещение прутка в упругую поверхность клубня.

Так как нас интересует только контактная форма прутка, а не деформации, принимаем $\delta = 0$.

Форму контактной поверхности прутка в явном виде запишем в виде функции

$$z(x) = R - \sqrt{R^2 - x^2}, \quad (3)$$

которую можно разложить в ряд Маклорена:

$$z(x) = z(0) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \frac{d^{(n)}z(0)}{dx^n}.$$

Так как повреждение клубня может быть при малых деформациях, то пятно контакта должно быть ограничено ($t \ll R$), поэтому достаточно учесть только два первых отличных от нуля члена ряда. Предполагая, что в зоне контакта поверхность детали принимает круглую форму прутка, запишем:

$$w = z(x) = \frac{x^2}{2R} + \frac{x^4}{8R^3}. \quad (4)$$

Например, при $x = \pm R/2$ погрешность ряда (4) не превышает 0,9 % по сравнению с функцией (3).

Тогда функция

$$f(x) = -i \left(\frac{x}{R} + \frac{x^3}{2R^3} \right),$$

которая подчиняется условию (2), и после разделения переменных, решение уравнения (1) запишется:

$$\sigma_{1z}(x) = \frac{b^*}{\pi} \sqrt{t^2 - x^2} \int_{-t}^{+t} \frac{\left(\frac{\xi}{R} + \frac{\xi^3}{2R^3}\right) d\xi}{\sqrt{t^2 - \xi^2}(\xi - x)}, \quad (5)$$

$$\tau(x) = -\varepsilon b^* \left(\frac{x}{R} + \frac{x^3}{2R^3}\right). \quad (6)$$

где упругие постоянные для клубня имеют вид [3, 4, 10, 16, 17, 19, 20]:

$$b^* = \frac{-4G(1 - \nu)}{3 - 4\nu}; \quad \varepsilon = \frac{1 - 2\nu}{2(1 - \nu)}.$$

Рассмотрим интеграл

$$\begin{aligned} & \int_{-t}^{+t} \frac{\left(\frac{\xi}{R} + \frac{\xi^3}{2R^3}\right) d\xi}{\sqrt{t^2 - \xi^2}(\xi - x)} \\ &= \frac{1}{R} \int_{-t}^{+t} \frac{(\xi - x) + x}{\sqrt{t^2 - \xi^2}(\xi - x)} d\xi + \frac{1}{2R^2} \int_{-t}^{+t} \frac{(\xi^3 - x^3) + x^3}{\sqrt{t^2 - \xi^2}(\xi - x)} d\xi = \\ &= \frac{\pi}{R} \left(1 + \frac{t^2}{4R^2} + \frac{x^2}{2R^2}\right). \end{aligned} \quad (7)$$

При раскрытии интеграла (7) учтено условие [7]

$$\int_{-t}^t \frac{d\xi}{\sqrt{t^2 - \xi^2}(\xi - x)} = 0$$

и известные интегралы:

$$\int_{-t}^t \frac{d\xi}{\sqrt{t^2 - \xi^2}} = \pi; \quad \int_{-t}^t \frac{\xi d\xi}{\sqrt{t^2 - \xi^2}} = 0; \quad \int_{-t}^t \frac{\xi^2 d\xi}{\sqrt{t^2 - \xi^2}} = \pi \frac{t^2}{2}.$$

Таким образом, контактное напряжение (5) переписывается:

$$\sigma_{1z} = \frac{b^*}{R} \sqrt{t^2 - x^2} \left(1 + \frac{t^2}{4R^2} + \frac{x^2}{2R^2}\right). \quad (8)$$

Запишем условие равновесия при сжимающем взаимодействии поверхности клубня и прутка:

$$\int_{-t}^{+t} \sigma_{1z} dx = \frac{\pi t^2 b^*}{2R} \left(1 + \frac{3t^2}{8R^2} \right) = -P,$$

где P – равнодействующая сила реакционной нагрузки на клубень со стороны прутка, откуда

$$\frac{b^*}{R} = - \frac{2P}{\pi t^2 \left(1 + \frac{3t^2}{8R^2} \right)}. \quad (9)$$

Учитывая (9), выражения (6) и (8) примут вид:

$$\sigma_{1z} = - \frac{P \sqrt{t^2 - x^2}}{2\pi t^2 \left(1 + \frac{3t^2}{8R^2} \right)} \left(4 + \frac{t^2}{R^2} + 2 \frac{x^2}{R^2} \right); \quad (10)$$

$$\tau_1 = \frac{P \varepsilon x}{\pi t^2 \left(1 + \frac{3t^2}{8R^2} \right)} \left(2 + \frac{x^2}{R^2} \right). \quad (11)$$

При вдавливании круглого прутка в упругую поверхность клубня меняется пятно контакта, т.е. неизвестным является параметр t . Для его определения перепишем выражение (9) в виде уравнения четвертой степени относительно t :

$$\frac{3}{8R^2} t^4 + t^2 + \frac{2PR}{\pi b^*} = 0. \quad (12)$$

Оставляя только действительные и положительные корни уравнения (12), получим:

$$t = \frac{2R}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\sqrt{1 - \frac{3P}{\pi b^* R}} - 1 \right)}.$$

Если (9) раскрыть относительно оптимального радиуса, получим кубическое уравнение –

$$R^3 + \frac{\pi b^* t^2}{2P} R^2 + \frac{3\pi b^* t^4}{16P} = 0,$$

действительное решение которого имеет вид:

$$R = \frac{\left(12\sqrt{81\beta^2 + 12\beta\alpha^3} - 108\beta - 8\alpha^3\right)^{\frac{1}{3}}}{6} + \frac{2\alpha^2}{3\left(12\sqrt{81\beta^2 + 12\beta\alpha^3} - 108\beta - 8\alpha^3\right)^{\frac{1}{3}}} - \frac{\alpha}{3}, \quad (14)$$

где $\alpha = \frac{\pi b^* t^2}{2P}$;
 $\beta = \frac{3\pi b^* t^4}{16P}$.

Выводы:

1. Получены зависимости для расчета контактных напряжений в клубне при взаимодействии с круглым прутом элеватора.
2. Разработана методика расчета оптимального радиуса стального прутка в зависимости от физико-механических характеристик клубней картофеля.

Список литературы

1. Автономная система электроснабжения установки для обеззараживания поверхностей ИК-излучением в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, А. М. Ниязов [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69. – № 2 (47). – С. 20–24.
2. Анализ конструкций вагонотолкателей / А. Г. Иванов, А. В. Костин, П. В. Дородов [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 70–75.
3. Басалгин, М. В. Испытание на сжатие образцов из пластика PLA для трехмерной печати деталей механизмов / М. В. Басалгин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2139–2144.
4. Дородов, П. В. Динамическая прочность пластобетона / П. В. Дородов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией, Ижевск, 11–13 ноября 2020 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 67–73.
5. Дородов, П. В. Об оптимальной форме срединной поверхности лопасти колеса барабана молотковой дробилки зерна / П. В. Дородов // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 241–252.
6. Дородов, П. В. Проектирование оптимального макрорельефа переходной поверхности угловых элементов деталей машин / П. В. Дородов // Динамика механических систем: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева, Казань – Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 231–237.

7. Дородов, П. В. Расчет деталей машин с концентраторами напряжений и оптимизация их формы / П. В. Дородов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2018. – 182 с.
8. Дородов, П. В. Расчет местных напряжений в угловых зонах рамных конструкций / П. В. Дородов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 100–107.
9. Ерохин, М. Н. Повышение конструкционной надежности копателя-сборщика картофеля / М. Н. Ерохин, П. Л. Максимов, П. В. Дородов // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 2. – С. 8–12.
10. Игнатъев, К. А. Испытание на растяжение образцов из пластика PET-G для 3D-печати деталей машин / К. А. Игнатъев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА; отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2197–2200.
11. Модернизированный пылеуловитель для дробилок зерна / В. И. Ширококов, Л. Я. Новикова, С. Н. Шмыков [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 216–219.
12. Петров, В. А. Физическое моделирование износа лопастного барабана молотковой дробилки при оптимальном проектировании / В. А. Петров, П. В. Дородов, Л. Я. Лебедев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 2 (34). – С. 74–80.
13. Применение инфракрасного нагрева при обеззараживании почвы в защищенном грунте и механизм распространения тепла / П. В. Дородов, И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, И. В. Титов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69. – № 2 (47). – С. 59–64.
14. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с.
15. Разработка функционально-морфологической модели сошника для высадки рассады овощных культур / В. Л. Фадеев, Н. Г. Касимов, П. В. Дородов [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 3 (35). – С. 97–108.
16. Тронин, Д. М. Испытание на сжатие образцов из пластика PET-G для трехмерной печати деталей механизмов / Д. М. Тронин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2288–2292.
17. Хакимов, Д. Р. Испытание на растяжение образцов из пластика PLA для 3D-печати конструктивных элементов / Д. Р. Хакимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2304–2307.
18. Improving the reliability of the hammer grain crusher by optimal design of the paddle wheel / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, V. A. Petrov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042039.
19. Investigation of the main mechanical characteristics of plastics for three-dimensional printing of machine parts models / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 но-

ября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52041.

20. Rigidity, creep and dynamic strength of plastics for three-dimensional printing of machine parts / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, P. L. Lekomcev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52045.

21. Simulation of the stress state during blade wear and optimal design of the grain crusher wheel / P. V. Dorodov, V. A. Petrov, L. Y. Lebedev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042037.

УДК 631.162:657.47:635.1/8

Е. В. Захарова¹, Е. Л. Мосунова², Г. Р. Алборов³

^{1,2,3}Удмуртский ГАУ

³E-mail: udtipb@yandex.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЛЬКУЛЯЦИИ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ ОВОЩЕВОДСТВА ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Рассматриваются вопросы распределения затрат и калькулирования себестоимости продукции овощеводства закрытого грунта. Предложена методика распределения затрат и калькулирования себестоимости продукции овощеводства закрытого грунта. Разработан порядок оценки и учёта продукции овощеводства закрытого грунта по справедливой стоимости.

В овощеводстве закрытого грунта калькулируется себестоимость продукции по видам сооружений; зимним теплицам, весенним теплицам, утепленному грунту, пленочным укрытиям.

Вся сумма производственных затрат на объекты учета, то есть овощные культуры, в овощеводстве закрытого грунта распределяют в настоящее время в сельскохозяйственных организациях по:

– зимним и весенним теплицам, по пленочным укрытиям и утепленному грунту без укрытий в соответствии с количеством квадратных метро-дней производства той или иной культуры. Метро-дни определяются произведением площади (в квадратных метрах), занятой под той или иной овощной культурой, и количества дней вегетационного периода этой же культуры;

– парникам в соответствии с количеством рамо-дней пребывания овощной культуры в парниках. Рамо-дни определяются про-

изведением числа рам, занятых соответствующей культурой, и количеством дней ее вегетационного периода.

Себестоимость 1 ц продукции (100 шт. рассады) отдельных овощных культур исчисляются делением отнесенной суммы затрат по каждой овощной культуре на её массу собранной продукции.

Данные способы распределения затрат между овощными культурами пропорционально количеству квадратных метро-дней и количеству рамо-дней являются трудоемкими и не отвечают современным требованиям развития рыночной экономики.

Себестоимость продукции овощеводства закрытого грунта является основным показателем, характеризующим эффективность производства овощей в зимних и весенних теплицах, а также в парниках. При этом себестоимость продукции овощеводства закрытого грунта сопоставляют с продажными ценами этой продукции и определяют конечный финансовый результат, то есть прибыль или убыток продаж.

В связи с этим считаем наиболее научно обоснованным способом распределения производственных затрат между овощными культурами закрытого грунта способ распределения пропорционально справедливой стоимости каждого полученного вида овощной продукции. Этот способ обеспечивает также экономическую безопасность организаций, занимающихся производством овощей закрытого грунта [2], при объективном расчете их финансовых результатов.

Однако справедливую стоимость продукции овощеводства закрытого грунта необходимо определить в соответствии с требованиями Международных стандартов финансовой отчетности МСФО 13 «Оценка справедливой стоимости» и МСФО 41 «Сельское хозяйство».

В этих стандартах требуется, чтобы справедливая стоимость продукции овощеводства закрытого грунта определялась по данным активного организованного рынка. Однако сегодня в Удмуртской Республике нет таких активных рынков, а поэтому предлагаем определять справедливую стоимость, исходя из продажных цен и объемов продаж овощной продукции на различных каналах сбыта. При этом рекомендуется пользоваться следующей формулой:

$$W_c = \frac{\sum q p}{\sum q},$$

где W_c – справедливая стоимость 1 ц продукции овощеводства закрытого грунта, руб.;

q – количество проданной продукции по различным каналам сбыта, ц;

p – продажная цена 1 ц проданной продукции овощеводства закрытого грунта по различным каналам сбыта, руб. [6].

Справедливую стоимость продукции овощеводства закрытого грунта можно использовать не только для распределения затрат между видами овощных культур и исчисления себестоимости продукции, но и для организации учета этой продукции в оценке по справедливой стоимости для целей выявления операционных финансовых результатов до ее продажи.

При этом учет продукции овощеводства закрытого грунта можно вести на счетах следующим образом: дебет счета 43 «Готовая продукция», кредит счета 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)» – на сумму справедливой стоимости продукции; дебет счета 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)», кредит счета 20 «Основное производство» – на сумму фактических затрат на производство продукции; дебет счета 90 «Продажи», кредит счета 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)» (методом дописывания или методом «красного сторно») – операционный финансовый результат (прибыль или убыток).

Операционные финансовые результаты можно рассчитать также следующими формулами:

$$МД = W_{св} - ПЗ, \quad (1)$$

$$ОП = МД - ПОЗ, \quad (2)$$

где $МД$ – маржинальный доход от производства продукции овощеводства закрытого грунта, руб.;

$W_{св}$ – справедливая стоимость валовой продукции овощеводства закрытого грунта, руб.;

$ПЗ$ – переменные затраты на производство продукции овощеводства закрытого грунта, руб.;

$ОП$ – операционная прибыль от производства проданной продукции овощей закрытого грунта, руб.;

$ПОЗ$ – постоянные затраты на производство проданной продукции овощей закрытого грунта, руб.

Такой анализ операционных финансовых результатов позволяет оценивать эффективность производства продукции овощеводства закрытого грунта непосредственно в процессе производства, то есть до продажи продукции. Это дает возможность предварительно судить о том, что будем иметь при продаже этой продукции (прибыль или убыток) и принимать соответствующие управленческие решения по регулированию процесса производства овощей закрытого грунта.

Список литературы

1. Определение объектов учета затрат, калькуляции и совершенствование исчисления себестоимости продукции в сельском хозяйстве / Р. А. Алборов, Е. Л. Мосунова, Е. В. Захарова, Г. Р. Алборов // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2021. – № 4. – С. 30–39.
2. Учет сельскохозяйственной продукции в оценке по справедливой стоимости / Е. Л. Мосунова, И. Е. Тришканова, Е. В. Захарова // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 217–221.
3. Калькуляция себестоимости продукции плодоводства / Л. И. Хоружий, Е. Л. Мосунова, И. Е. Тришканова, Е. В. Захарова // Управление эффективностью и безопасностью деятельности хозяйствующих субъектов и публичных образований: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти заслуженного экономиста РФ, д.э.н., профессора М. И. Шишкина. – 2022. – С. 413–418.
4. Контрольно-аналитическое обеспечение управления экономической безопасностью сельскохозяйственного производства / И. А. Селезнева, И. П. Селезнева, Е. А. Шляпникова // Профессия бухгалтера – важнейший инструмент эффективного управления сельскохозяйственным производством: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора В. П. Петрова. – Казань. – 2021. – С. 212–218.
5. Рационализация учета затрат на производство и калькуляции себестоимости продукции овощеводства защищенного грунта / Р. А. Алборов, С. В. Бодрикова, Е. Л. Мосунова, И. Е. Тришканова // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ, профессора В. М. Холзакова и 75-летию кандидата с.-х. наук, доцента А. И. Венчикова. – Ижевск, 2022. – С. 76–81.
6. Методика оценки и учета продукции плодоводства по справедливой стоимости и результатов ее обесценения / С. М. Концевая, Г. Р. Алборов, С. Р. Концевая, В. И. Хоружий // Управление эффективностью и безопасностью деятельности хозяйствующих субъектов и публичных образований: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти заслуженного экономиста РФ, д.э.н., профессора М. И. Шишкина. – 2022. – С. 471–474.
7. Управленческий учёт в сельском хозяйстве: учебник / Г. Я. Остаев, Р. А. Алборов, Г. Р. Алборов. – Ижевск, 2021.
8. Управленческий учет в системе управления бизнесом / Г. Я. Остаев, Д. В. Кондратьев, Г. Р. Алборов // Опыт и перспективы управления деятельностью хозяйствующих субъектов и публичных образований: материалы Нац. науч.-практ. конф. с международным участием. – Ижевск, – 2021. – С. 200–205.

О. О. Злобина¹, И. П. Селезнева², П. В. Антонов³

^{1,2,3}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: dekanat_ek@mail.ru

РАЗВИТИЕ ФИНАНСОВОГО КОНТРОЛЯ ОКУПАЕМОСТИ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Рассматриваются вопросы контроля и анализа окупаемости материальных затрат в растениеводстве на основе расчета показателей валового и чистого дохода с целью принятия экономических решений по регулированию производственного цикла.

Финансовый контроль на уровне сельскохозяйственных организаций представляет собой часть или подсистему общей системы внутрихозяйственного контроля (внутреннего аудита) данного хозяйствующего субъекта. Другими подсистемами внутрихозяйственного контроля являются самоконтроль специалистов своей деятельности, ревизия ревизионной комиссии (наблюдательного совета) и, по возможности, внутренний аудит специально созданного отдела аудита [5].

Основную роль из перечисленных подсистем в сельскохозяйственных организациях играет финансовый контроль, так как основная цель агробизнеса заключается в получении максимума дохода от сельскохозяйственной деятельности на базе эффективного управленческого учета, нормирования и планирования затрат на производство продукции, доходов и расходов от ее продажи. При этом финансовый контроль может быть эффективным при его проведении на стадиях нормирования и планирования затрат, а также их фактического произведения и учета в растениеводстве и других видах производств [7, 12].

В растениеводстве сельскохозяйственные организации занимаются производством продукции различных сельскохозяйственных культур, которые группируются по следующим подвидам производства: зернопроизводство; кормопроизводство; овощеводство; садоводство; виноградарство и др. Наибольший удельный вес в структуре затрат на производство и себестоимости продукции растениеводства занимают материальные затраты, т.е. затраты на потребление средств труда и затраты на потребление предметов труда [8, 9]. Эти затраты фиксируются в бухгалтерском учете путем отражения на счетах следующей записью: дебет счета 20 «Основ-

ное производство» (субсчета 20-1 «Растениеводство»), кредит счетов 10 «Материалы» (на сумму расхода семян и посадочного материала, удобрений, средств защиты растений и т.п.), 02 «Амортизация основных средств», 23 «Вспомогательные производства» (на стоимость затрат машинотракторного парка, автотранспортного хозяйства, водоснабжения, гужевого транспорта и т.п.) [2, 4, 10].

Аграрный предприниматель должен стремиться к рачительному использованию в производстве продукции растениеводства материальных ресурсов и организовать надлежащий контроль затрат, связанных с их использованием. При этом контролю должны быть подвергнуты также затраты на оплату стоимости живого труда, на воспроизводство рабочей силы, организацию производства и управления растениеводством [6, 11].

Для проведения финансового контроля окупаемости материальных затрат в растениеводстве предлагаем в первую очередь оценить всю полученную продукцию растениеводства по справедливым ценам, которые представляют собой рыночные цены конкретных видов продукции за минусом предполагаемых расходов на продажу [3]. Из валовой продукции растениеводства в оценке по справедливым ценам необходимо вычесть затраты на оплату труда и отчисления на социальные нужды и получим сумму, которую необходимо сопоставить с материальными затратами и определить их покрытие, т.е. окупаемость. Все это можно выразить системой математических формул:

$$\text{а) } СПМЗ = ВПП - ЗНОТ - ОСН; \quad (1)$$

$$\text{б) } ОМЗ = СПМЗ - МПЗ, \quad (2)$$

где *СПМЗ* – сумма покрытия материальных затрат в растениеводстве;
ВПП – валовая продукция растениеводства в оценке по справедливой стоимости;

ЗНОТ – затраты на оплату труда работников растениеводства;

ОСН – сумма отчислений на социальные нужды работников растениеводства пропорционально их оплате труда;

ОМЗ – окупаемость материальных затрат в растениеводстве;

МПЗ – сумма материальных затрат в растениеводстве.

Эти показатели можно определить и контролировать не только в целом по отрасли растениеводства, но и по отдельным конкретным видам сельскохозяйственных культур и отдельным бригадам растениеводства. Все это позволит своевременно принимать соответствующие экономические решения по регулированию цикла производ-

ства и связанных с ним затрат и выхода продукции растениеводства с целью повышения эффективности использования материальных ресурсов данной отрасли [1].

На основании вышеприведенных формул можно также контролировать и анализировать валовой доход и чистый доход от производства продукции растениеводства в сельскохозяйственных организациях:

а) валовой доход растениеводства (ВДР):

$$ВДР = ВПП - МПЗ; \quad (3)$$

б) чистый доход растениеводства (ЧДР):

$$ЧДР = ВДР - ЗНОТ - ОСН. \quad (4)$$

Приведенные показатели, т.е. валовой доход и чистый доход, можно рассчитывать и контролировать также по отдельным сельскохозяйственным культурам и структурным подразделениям растениеводства (бригадам). Путем использования данных показателей можно контролировать коэффициент окупаемости материальных затрат валовым доходом (КМЗВД) и чистым доходом (КМЗЧД) растениеводства:

а) коэффициент окупаемости материальных затрат валовым доходом:

$$КМЗВД = ВДР \div МПЗ; \quad (5)$$

б) коэффициент окупаемости материальных затрат чистым доходом:

$$КМЗЧД = ЧДР \div МПЗ. \quad (6)$$

Периодическая финансовая проверка окупаемости материальных затрат в растениеводстве позволит сельскохозяйственным организациям выявлять негативные явления и исправлять их непосредственно в процессе производства продукции растениеводства.

Список литературы

1. Анализ операционных финансовых результатов от производства продукции растениеводства / Р. А. Алборов, О. О. Злобина, П. В. Антонов, С. В. Бодрикова // Управление эффективностью и безопасностью деятельности хозяйствующих субъектов и публичных образований: материалы Междунар. науч.-практ. конф., по-

священной памяти заслуженного экономиста РФ, д.э.н., профессора М. И. Шишкина. – Ижевск: Шелест, 2022. – С. 391–394.

2. Определение объектов учета затрат, калькуляции и совершенствование исчисления себестоимости продукции в сельском хозяйстве / Р. А. Алборов, Е. Л. Мосунова, Е. В. Захарова, Г. Р. Алборов // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2021. – № 4. – С. 30–39.

3. Совершенствование анализа финансовых результатов от биотрансформации биологических активов растениеводства / Р. А. Алборов, П. Е. Гасиев, С. В. Бодрикова [и др.] // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2022. – № 6. – С. 433–443.

4. Концевая, С. М. Автоматизация бухгалтерского учета затрат на производство и анализа показателей себестоимости сельскохозяйственной продукции / С. М. Концевая, О. П. Князева, И. Е. Тришканова // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. – Ижевск, 2022. – С. 147–150.

5. Концевая, С. Р. Внутренний контроль как комплексный многоэтапный процесс в системе управления предприятием / С. Р. Концевая, Г. Я. Остаев, Е. В. Захарова // Опыт и перспективы управления деятельностью хозяйствующих субъектов и публичных образований: материалы Нац. науч.-практ. конф. с международным участием. – Ижевск, 2021. – С. 151–156.

6. Методические аспекты оценки социальной эффективности использования земельных активов / О. П. Князева, О. О. Злобина, П. В. Антонов, Е. В. Захарова // Управление эффективностью использования земельных ресурсов: материалы II Нац. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 161–166.

7. Мосунова, Е. Л. Учет сельскохозяйственной продукции в оценке по справедливой стоимости / Е. Л. Мосунова, И. Е. Тришканова, Е. В. Захарова // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 217–221.

8. Остаев, Г. Я. Бухгалтерский учет в субъекте бизнеса: задачи и возможности / Г. Я. Остаев, П. В. Антонов, Е. В. Александрова // Тенденции и перспективы развития управления деятельностью хозяйствующих субъектов, потребительских обществ и публичных образований: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Междунар. студенческой науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 56–62.

9. Остаев, Г. Я. Обоснование рекомендаций по повышению конкурентоспособности организации / Г. Я. Остаев, Е. А. Шляпникова, С. В. Бодрикова // Опыт и перспективы управления деятельностью хозяйствующих субъектов и публичных образований: материалы Нац. науч.-практ. конф. с международным участием. – Ижевск, 2021. – С. 235–239.

10. Управленческий учет: мониторинговые действия при проектировании запуска производства / Г. Я. Остаев, О. О. Злобина, Г. Р. Алборов [и др.] // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2022. – № 5. – С. 316–329.

11. Селезнева, И. А. Контрольно-аналитическое обеспечение управления экономической безопасностью сельскохозяйственного производства / И. А. Селезнева, И. П. Селезнева, Е. А. Шляпникова // Профессия бухгалтера – важнейший инструмент эффективного управления сельскохозяйственным производством: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора В. П. Петрова. – Казань, 2021. – С. 212–218.

12. Тришканова, И. Е. Совершенствование контроля сохранности и использования кормов и семян в сельскохозяйственных организациях / И. Е. Тришканова, И. П. Селезнева, К. А. Семакова // Наука Удмуртии. – 2021. – № 3 (95). – С. 188–197.

УДК 314.02

**О. В. Котлячков¹, Д. Г. Максимов²,
Н. В. Котлячкова³, Г. Р. Закирова⁴**

^{1,2,3,4}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: okotlyachkov@gmail.com

²E-mail: maksim.dan.gen@gmail.com

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ В ОЦЕНКЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИИ

Демографическая безопасность является основой стратегического планирования, разработанного в целях реализации стратегических национальных приоритетов Российской Федерации, и играет доминирующую роль в обеспечении национальной и экономической безопасности страны. На основе собранного статистического материала представлено распределение регионов по кластерам, отражающим уровень демографической безопасности регионов.

Демографический фактор – один из главных компонентов безопасности любого государства. Он всегда играл фундаментальную роль в истории любой страны и был составной частью национальной безопасности. Стратегией национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной от 2 июля 2021 г. Указом Президента РФ, приоритетным национальным интересом страны является «сбережение народа России и развитие человеческого потенциала». Согласно Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 г., Демографическая политика России направлена на увеличение продолжительности жизни населения, сокращение уровня смертности, рост рождаемости, регулирование внутренней и внешней миграции, сохранение и укрепление здоровья населения и улучшение на этой основе демографической ситуации

в стране [1]. Неудивительно, что Президент Российской Федерации неоднократно в посланиях Федеральному собранию поднимал вопросы, связанные с демографией, и говорил, что она является одной из основных угроз будущему России.

Поэтому, однозначно, одним из приоритетов российской политики является выработка мероприятий по решению демографических проблем. Оценить уровень угроз в этой сфере возможно только путем постоянного мониторинга таких статистических показателей, как численность населения, рождаемость, смертность, миграция и продолжительность жизни. При этом целесообразно за основу взять данные регионов России по вышеперечисленным показателям, так как именно они будут влиять на конечный интегральный показатель демографической безопасности страны.

Одной из методик оценки демографической безопасности страны выступает метод кластерного анализа, который визуально отображает положение субъектов. Трактовка термина «кластер», его описание и классификация, а также его применение в экономике получили распространение как в работах отечественных, так и иностранных исследователей. Большой вклад в развитие общей теории кластерного анализа внесли Moore A.W., Gray A.G., Pelleg D., Tryon R.C., Bailey D.E., Jain A.K., Dubes R.C. (алгоритмы и техника кластеризации); Ball G.H., Hall D.J., MacQueen J., Lloyd Stuart P. (методы k-средних); Jordan M.I.; Moore A.W., Trevor H., Tibshirani R., Friedman J. (иерархические методы); Hardin R.H., Sloane N. J. A., Smith W.D., Sokal R.R., Sneath, P.H. (центроидный метод) и др. [8].

Существенный вклад в развитие методов кластерного анализа привнесли и отечественные ученые – И. И. Елисеева, Э. М. Браверман, А. А. Дорофеев, Л. А. Растрин, И. Б. Мучник, Ю. И. Журавлев и др.

Методологическая основа статистического исследования заложена в работах отечественных ученых: С. Айвазяна, И. В. Антонова, М. Ю. Архипова, В. И. Кузнецова, В. Г. Минашкина, Н. А. Садовникова, А. А. Frenkel и других.

Информационной базой исследования послужили официальные данные Федеральной службы государственной статистики и ее территориальных органов, статистические сборники, ежегодники, монографические исследовательские материалы отечественных и зарубежных ученых, а также Интернет-ресурсы и исследования, проведенные автором. Для проведения кластерного анализа был собран статистический материал за 2015–2020 гг. Репрезентативный набор использованных данных, их накопление, систематизация, анализ и экономическая интерпретация гарантировали достоверность результатов исследования.

На протяжении исследуемого периода 2010–2021 гг. можно отметить появление большого числа работ, посвящённых демографической безопасности (рис. 1).

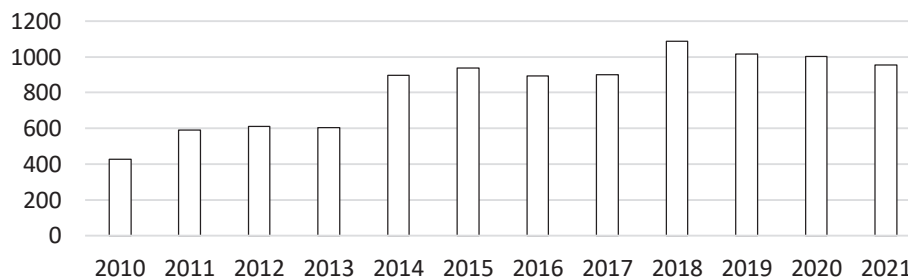


Рисунок 1 – Общее количество статей и материалов конференций, опубликованных за 2010–2021 гг., по данным Научной электронной библиотеки [5]

Вопросы демографической безопасности заложены в работах авторов, указанных на рисунке 2.

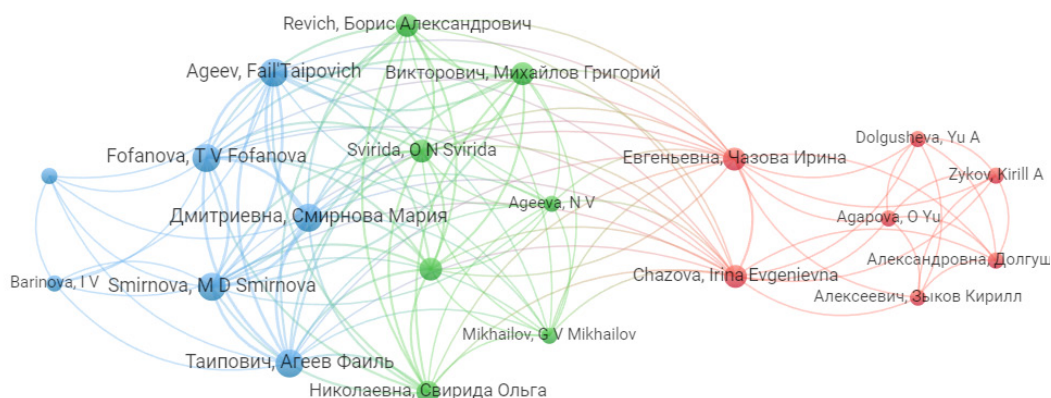


Рисунок 2 – Основные исследователи в области демографической безопасности [2]

Для оценки демографической безопасности регионов применялся кластерный подход. Обработка статистической информации осуществлялась в R Studio. Оценка производилась с помощью алгоритма k-medoids (Fast K-Medoids, FKM) – модификация PAM. Алгоритм k-medoids является модификацией классического алгоритма кластеризации k-means и предназначен для решения задач выделения групп объектов (кластеров) в случаях, когда проводится кластеризация объектов без использования свойств линейного пространства. В этом случае, в отличие от k-means, центром кластера может быть не любая точка признакового пространства (центроид), а только точка, принадлежащая кластеризуемой выборке, – медоид [4]. Для оценки состояния демографической безопасности регионов был собран статистический материал по показателям, представленным в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели оценки состояния демографической безопасности регионов

№	Показатель	№	Показатель
1	Рождаемость	5	Численность лиц, получивших временное убежище
2	Смертность	6	Численность беженцев
3	Среднегодовая численность населения	7	Коэффициент миграционного прироста
4	Численность вынужденных переселенцев	8	Продолжительность жизни

Решение задач оценки демографической безопасности и анализ влияния на социально-экономическое развитие регионов методом кластерного анализа позволяет учесть существующие схожие и присущие лишь данному региону различия, которые необходимо учитывать при составлении региональной стратегии демографического развития, а также разработке комплекса социально-экономических мер для её стабилизации и улучшения.

Состояние демографической безопасности регионов за 2015 и 2020 гг. представлены на рисунке 3.

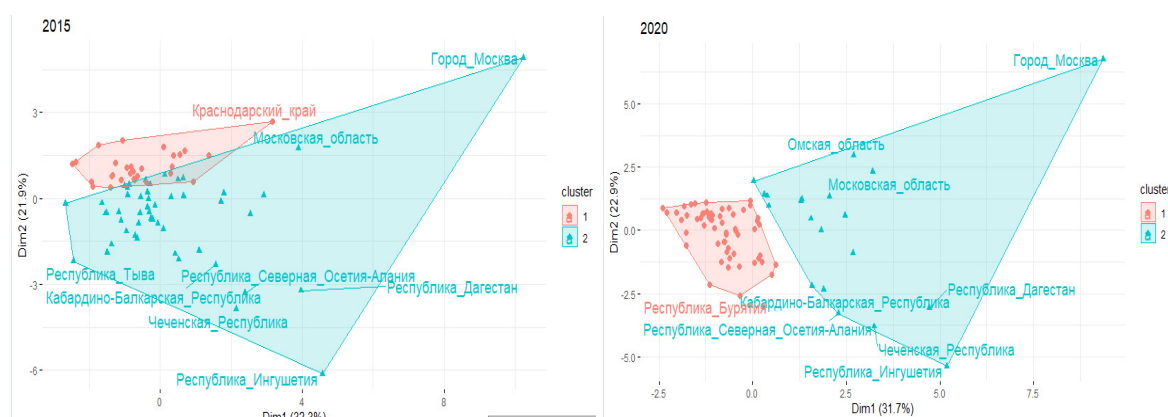


Рисунок 3 – Распределение субъектов РФ по кластерам

В 2020 г. в кластер с наилучшими показателями вошли: Воронежская, Московская области, Республика Дагестан, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия-Алания, Чеченская Республика, Ставропольский край, Ленинградская область, Республика Ингушетия, Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Свердловская область, г. Москва, г. Санкт-Петербург, Краснодарский край, Ростовская область, Кабардино-Балкарская Республика, Тюменская область, Омская область. Как видно из представленных рисунков, количество субъектов, входящих в кластер с наилучшими показателями, к 2020 г. сокращается, что свидетельствует об ухудшении демографической ситуации в регионах и не-

обходимости разработки комплекса социально-экономических мер для её стабилизации и улучшения.

Список литературы

1. Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года (утв. Указом Президента РФ от 9 октября 2007 г. N 1351).
2. Dimensions. – URL: <https://app.dimensions.ai>.
3. Риск-ориентированное понимание экономической безопасности организации с эффективностью и безопасностью деятельности хозяйствующих субъектов и публичных образований / О. В. Котлячков, Н. В. Котлячкова, Г. Я. Остаев, Д. В. Кондратьев // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти заслуженного экономиста Российской Федерации, д.э.н., профессора М. И. Шишкина. – 2022. – С. 477–483.
4. Котлячкова, Н. В. Кластерный анализ продовольственной независимости регионов Приволжского федерального округа / Н. В. Котлячкова, О. В. Котлячков, Д. В. Кондратьев // Актуальные вопросы развития экономики Российской Федерации: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. ред. Ю. И. Богомоловой, О. В. Глинкиной. – Москва, 2022. – С. 64–72.
5. Научная электронная библиотека. – URL: <https://www.elibrary.ru/>
6. Федеральная служба государственной статистики. – URL: <http://www.gks.ru>.
7. Хачумов, М. В. Разработка и исследование методов кластерного анализа слабоструктурированных данных: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук / М. В. Хачумов. – Москва, 2012.

УДК 332.143

**О. В. Котлячков¹, Д. Г. Максимов²,
Н. В. Котлячкова³, С. Р. Колесова⁴**

^{1,2,3,4}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: okotlyachkov@gmail.com

²E-mail: maksim.dan.gen@gmail.com

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ ПО БОРЬБЕ С ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПРЕСТУПЛЕНИЯМИ

Борьба с экономическими преступлениями важна на всех этапах развития государства, независимо от сложившейся социально-экономической и общественно-политической обстановки. Многие отечественные и зарубежные ученые отмечают ключевую роль в обеспечении экономической безопасности страны, региона деятельность органов внутренних дел. На основе методики, предложенной С. А. Маркиной, Л. В. Афанасьевым и А. И. Пияльцевым, проанализирована эффективность деятельности правоохранительных органов РФ по противодействию экономическим преступлениям.

Определение экономической преступности так же неоднозначно, как и определение экономической безопасности. Разными авторами оно трактуется по-разному, но можно выделить наиболее точный термин, который гласит, что экономическая преступность – это множество разнообразных преступлений в сфере экономики, посягающие на отношения в области предпринимательской и банковской деятельности, на кредитно-финансовую и налоговую деятельность, на частную собственность, а также на экономические права и интересы граждан.

Исследование и анализ интернационального опыта в сфере экономической преступности свидетельствуют о том, что имеется много различных подходов к оценке состояния дел в российских правоохранительных системах. Так, используя косвенные методы, можно увидеть качество работы органов внутренних дел, а не только их количество, которое не в полной мере передает суть проделанной работы.

Эффективность деятельности органов внутренних дел (далее ОВД) в сфере борьбы с экономическими преступлениями следует понимать, как меру, которая характеризуется достижением результата либо поставленных задач ОВД, либо степенью приближения к ним.

С учетом того, что в Российской Федерации нет единого подхода к оценке результативности деятельности ОВД по противодействию экономическим преступлениям или он, возможно, имеется, но не является общедоступным, то примем за основу методiku, описанную Маркиной С. А., Афанасьевым Л. В. и Пияльцевым А. И. [5]. Статья была опубликована в Вестнике Академии знаний в 2020 г. Авторами выделены следующие показатели оценки эффективности деятельности ОВД по противодействию экономическим преступлениям:

- Раскрываемость преступлений;
 - Показатель темпа роста или снижения преступности
- Удельной вес тяжкой преступности;
- Коэффициент преступности;
 - Абсолютный показатель роста преступности;
 - Удельный вес отдельного типа, рода, вида или разновидности преступлений;
 - Индекс преступной активности.

На основе данной методики рассчитаем показатели оценки эффективности деятельности ОВД по противодействию экономическим преступлениям для регионов Приволжского федерального округа [1].

Для начала проанализируем долю раскрываемости, которая определяется, как отношение раскрытых экономических преступлений к зарегистрированным (рис. 1).

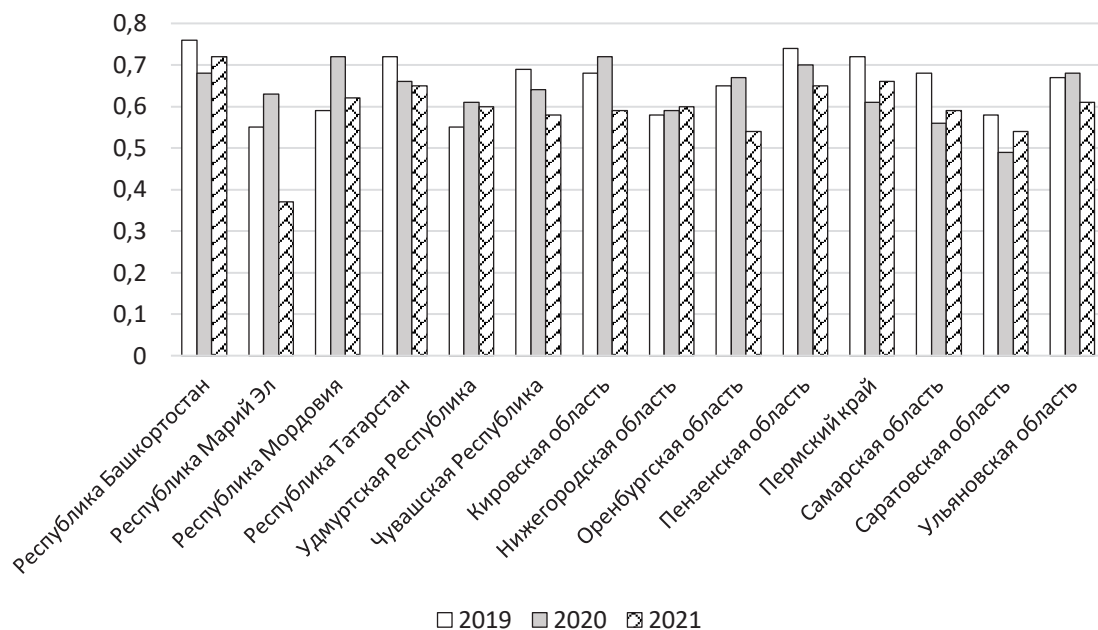


Рисунок 1 – Доля раскрываемости экономических преступлений

Рассчитав данный показатель за период с 2019 по 2021 г., можно сделать вывод, что ОВД раскрывают больше половины зарегистрированных экономических преступлений. Это не самый лучший результат, и регионам есть куда стремиться. Самый высокий показатель зарегистрирован в Республике Башкортостан в 2019 г. А самый низкий – в 2021 г. в Республике Марий Эл – 0,4.

Еще одним показателем выступает удельный вес экономических преступлений и вес тяжкой экономической преступности (рис. 2).



Рисунок 2 – Удельный вес экономических преступлений в общем объеме зарегистрированных преступлений и тяжких в общем объеме экономических преступлений, %

Удельный вес экономических преступлений от общего количества преступлений показывает, на сколько единиц преступлений приходится одно экономическое. Например, в УР за 2021 г. на сто преступлений общего характера приходится 4,78 преступлений экономического характера. Самая большая доля экономических преступлений была зарегистрирована в Республике Мордовия. Кировская область заняла первое место по самой минимальной доле экономической преступлений от общего количества.

Удельный вес тяжкой экономической преступности показывает, какова доля тяжких преступлений в общем количестве зарегистрированных экономических преступлений. Таким образом, больше всего тяжких экономических преступлений совершено в Самарской области, а наименьшее количество – в Республике Марий Эл в 2019 г. В среднем в ПФО сокращается удельный вес тяжких экономических преступлений, так, в 2019 г. среднее значение по всем регионам было равно 37,7 %, а в 2021 г. – 36,53 %.

Следующий показатель – коэффициент преступности и индекс преступной активности в ПФО (рис. 3).

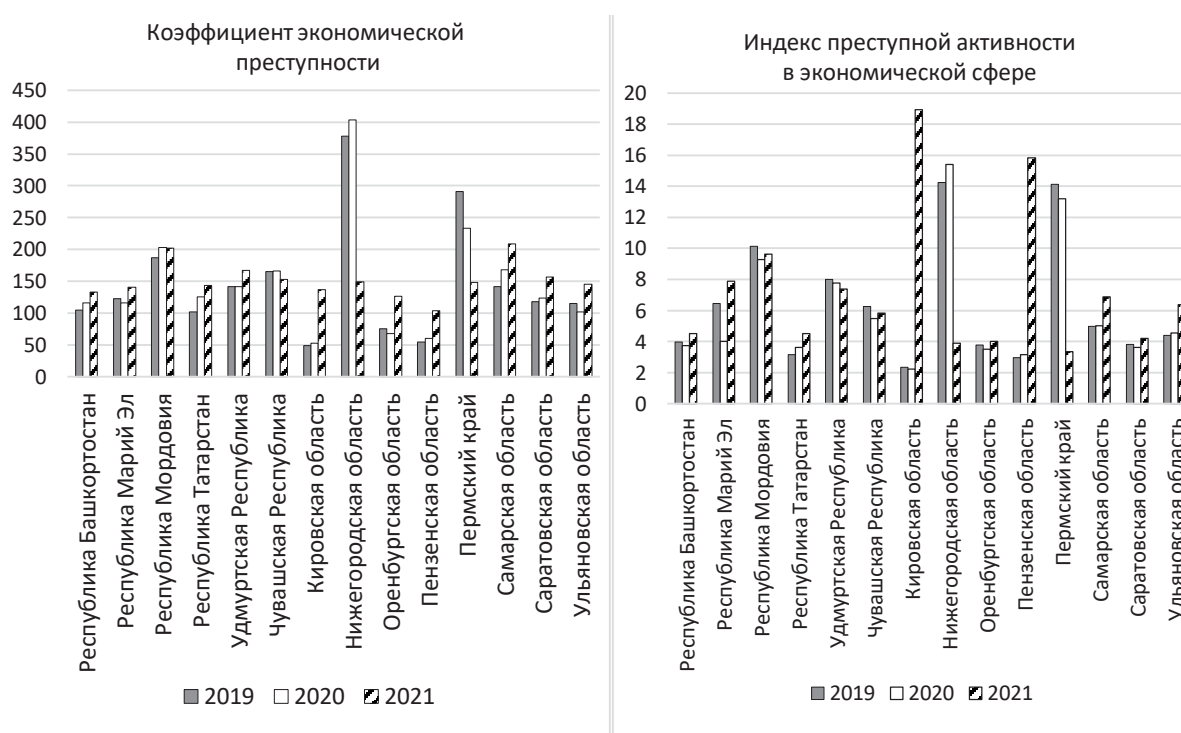


Рисунок 3 – Коэффициент преступности и индекс преступной активности в ПФО

Для расчета коэффициента экономической преступности используется показатель численности населения, достигшего возраста наступления уголовной ответственности, и общего количества зарегистрированных экономических преступлений. Так, в Нижегородской области в 2020 г. приходится на 100 000 человек населения 378 пре-

ступлений экономического характера. Это самый высокий показатель за рассматриваемый период, но также необходимо отметить спад коэффициента в этом регионе в 2021 г. Самый низкий показатель по этому коэффициенту зафиксирован в Кировской области за 2019 г.

Индекс преступной активности в экономической сфере показывает количество лиц, совершивших экономические преступления, в общей численности населения, достигшего возраста наступления уголовной ответственности. Анализируя полученные результаты, можно отметить, что, несмотря на средний коэффициент преступности в Кировской и Пензенской областях, индекс преступной активности у них оказался существенно выше. Это, вероятнее всего, свидетельствует о большом количестве преступлений, совершенных группой лиц в данных регионах.

Для всестороннего анализа уровня экономической преступности важно рассчитать абсолютные и относительные показатели количества зарегистрированных экономических преступлений. Данные представлены на рисунках 4, 5.

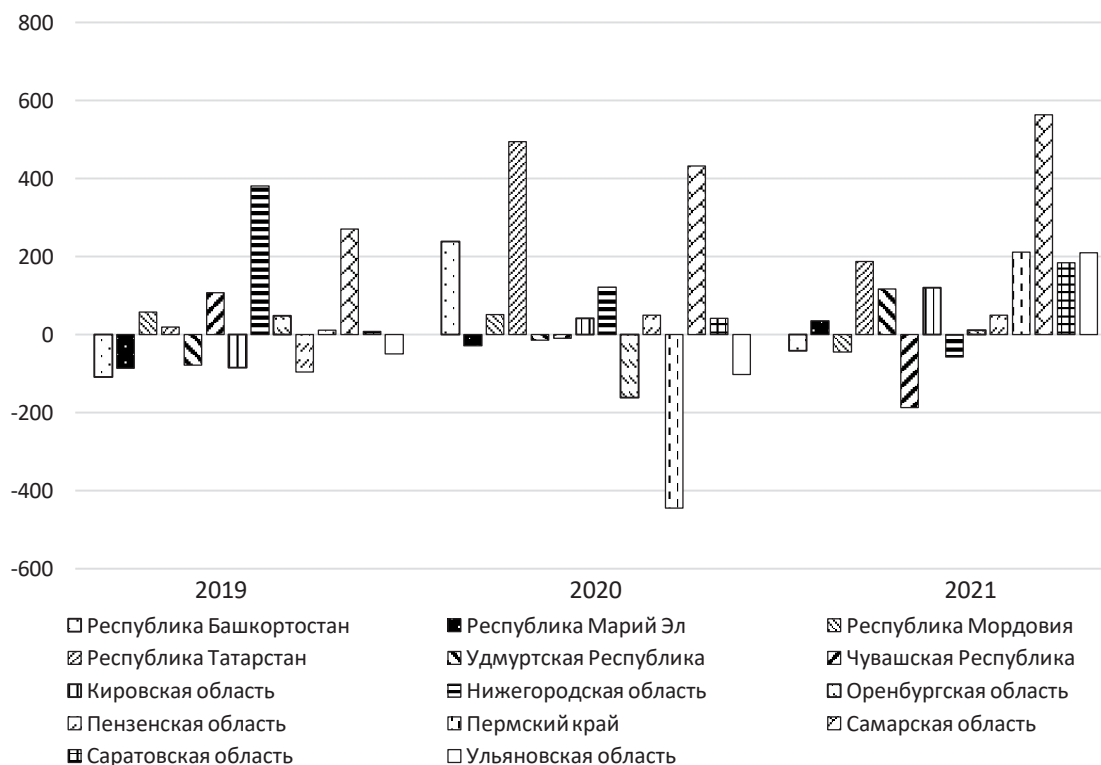


Рисунок 4 – Абсолютный показатель роста (снижения) экономической преступности

Делая вывод по рисункам 4, 5, отметим, что за исследуемый период наблюдается существенный скачок количества экономических преступлений в абсолютном и относительном выражении в ту или иную сторону в 2020 г. и относительная стабилизация ситуа-

ции в 2021 г. Можно предположить, что причиной данного скачка в 2020 г. являлись проблемы, с которыми столкнулась экономика в период пандемии коронавируса.

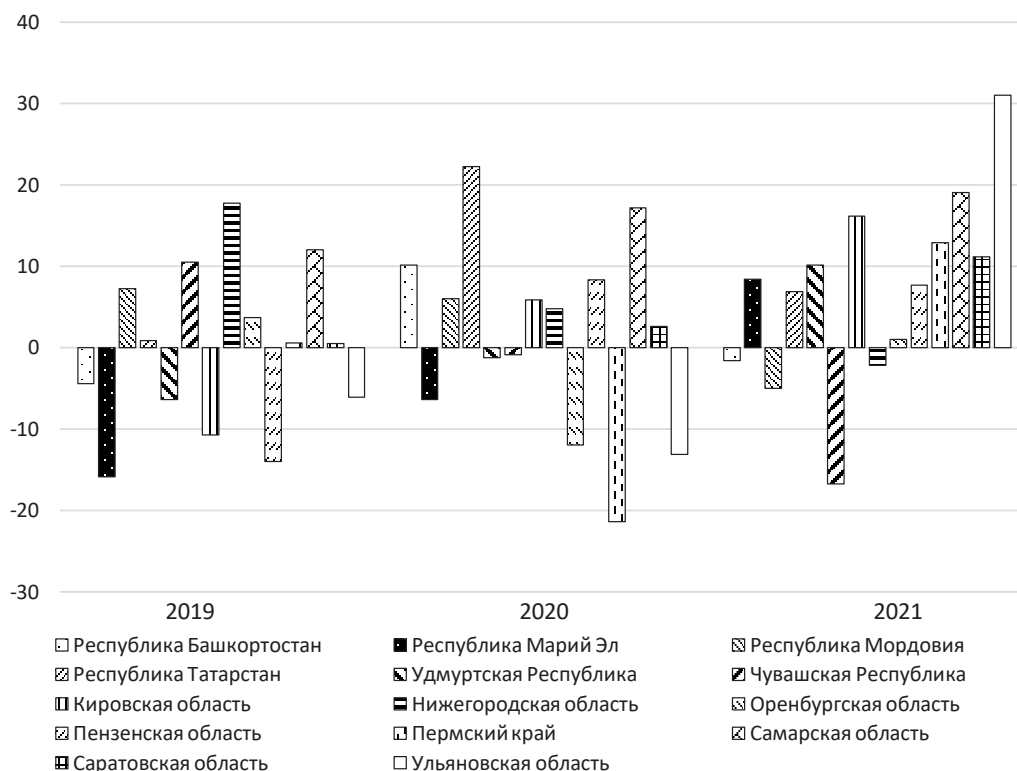


Рисунок 5 – Показатель темпа прироста (снижения) экономической преступности

Проведя статистический анализ по оценке эффективности деятельности ОВД по борьбе с экономическими преступлениями, в целом можно отметить рост преступности в сфере экономики, что усложняет работу органов внутренних дел и требует принятия следующих мер со стороны государства:

- реформирование нормативной базы;
- ужесточение ответственности за совершенные экономические правонарушения;
- укрепление экономического и финансового контроля.

Список литературы

1. Генеральная прокуратура Российской Федерации. – URL: <https://epp.genproc.gov.ru>.
2. Котлячкова, Н. В. Кластерный анализ продовольственной независимости регионов Приволжского федерального округа / Н. В. Котлячкова, О. В. Котлячков, Д. В. Кондратьев // Актуальные вопросы развития экономики Российской Федерации: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. ред. Ю. И. Богомоловой, О. В. Глинкиной. – Москва, 2022. – С. 64–72.

3. Котлячков, О. В. Подходы к организации системы экономической безопасности экономического субъекта / О. В. Котлячков, Н. В. Котлячкова // Актуальные вопросы развития экономики Российской Федерации: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. ред. Ю. И. Богомоловой, О. В. Глинкиной. – Москва, 2022. – С. 56–63.

4. Риск-ориентированное понимание экономической безопасности организации / О. В. Котлячков, Н. В. Котлячкова, Г. Я. Остаев, Д. В. Кондратьев // Управление эффективностью и безопасностью деятельности хозяйствующих субъектов и публичных образований: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти заслуженного экономиста РФ, д.э.н., профессора М. И. Шишкина. – 2022. – С. 477–483.

5. Маркина, С. А. Оценка эффективности органов внутренних дел в обеспечении экономической безопасности / С. А. Маркина, Л. В. Афанасьев, А. И. Пияльцев // Вестник Академии знаний. – 2020. – № 40 (5). – С. 254–267.

УДК 621.43.052:621.515-233.2

А. В. Малинин

Удмуртский ГАУ

E-mail: alexander123799@gmail.com.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДШИПНИКОВЫХ СОПРЯЖЕНИЙ ТУРБОКОМПРЕССОРА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Одним из наиболее важных узлов в турбокомпрессоре (ТКР) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является подшипниковое сопряжение. Надежность и износостойкость подшипникового сопряжения ТКР определяет эффективность работы не только самого агрегата, но и ДВС в целом. В данной работе рассмотрены и проанализированы различные способы восстановления подшипникового сопряжения ТКР ДВС. Авторами анализируемых работ реализованы различные методы восстановления подшипникового сопряжения ТКР с применением различных материалов, но недостатки данных методов не позволяют существенно повысить надежность и износостойкость подшипникового узла ТКР. Наиболее привлекательным решением по обеспечению высокой износостойкости и надежности подшипникового сопряжения ТКР могут стать подшипниковые сопряжения на основе керамических материалов. Керамические материалы обладают рядом уникальных физико-механических свойств и могут быть использованы не только при восстановлении работоспособности ТКР, но и на этапе конструирования.

Актуальность. Современные турбокомпрессоры (ТКР) ДВС эксплуатируются в сильно-нагруженных условиях, характеризующиеся высокими динамическими, кинематическими и термическими режимами. По данным анализа состояния турбокомпрессоров [7, 8, 9, 13, 14], наиболее распространенными причинами ухудшения показателей

работы ТКР являются проблемы с подшипниковыми сопряжениями. Более 40 % турбокомпрессоров выходят из строя или перестают работать в нормальных режимах из-за дефектов, возникающих в подшипниковом сопряжении, которые в последующем приводят к критическому износу и разрушению всего турбокомпрессора. Подшипниковые сопряжения в ТКР играют важную роль в эффективности работы агрегата. Небольшой износ приводит к резкому увеличению коэффициента трения, к возникновению эффекта «турбоямы» на более ранних стадиях и с большей продолжительностью, к сильному снижению показателей времени выбега вала ТКР и степени повышения давления, к износу вала турбокомпрессора. Кроме того, появление большего зазора в сопряжении влечет его дисбаланс и, как следствие, ускоренный износ и разрушение рабочих колес турбины, уплотнений и упорных колец, протечку масла и попадание его в двигатель.

Целью настоящей работы является анализ существующих способов и методов повышения надежности и долговечности подшипниковых сопряжений турбокомпрессора ДВС.

Материалы и методика исследований. Наиболее слабыми звеньями турбокомпрессора являются подшипниковые сопряжения «вал ротора – втулка» и «наружная поверхность втулки – отверстие корпуса картриджа», надежная работа которых обуславливает как ресурс всей системы наддува, так и правильность функционирования самого ТКР в условиях эксплуатации.

В условиях ремонтного производства рассматриваются различные методы повышения долговечности подшипникового сопряжения ТКР. Как правило, данные методы предполагают восстановление уже изношенного подшипникового сопряжения в условиях ремонтной мастерской.

В патенте [12] авторами предлагается способ восстановления изношенных шеек роторов турбокомпрессоров установкой дополнительной ремонтной детали на изношенную шейку ротора (рис. 1).

Дополнительная ремонтная деталь 2 изготавливается из материала с ЭПФ, например, никелида титана (сплав ТН-1 54.7 % Ni, остальное Ti), причем внутренний диаметр дополнительной ремонтной детали выполняется по прессовой посадке d_{np} кобработанной изношенной шейке ротора турбокомпрессора 1, затем деталь раздается до диаметра $d_{нер}$, обеспечивая переходную посадку к неизношенной поверхности ротора. Далее дополнительную ремонтную деталь устанавливают на изношенную поверхность и после сборки нагревают выше 150 °С, при которой происходит обратное самопроизвольное восстановление исходной формы и диаметра. Обеспечив посадку, осуществляют механическую обработку дополнительной ремонтной детали [12].

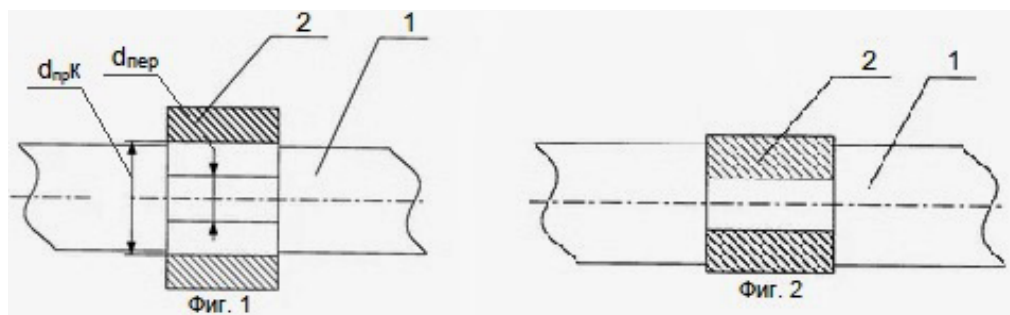


Рисунок 1 – Способ установки ремонтной детали на шейку ротора ТКР:
1 – шейка ротора ТКР, 2 – ремонтная деталь

Недостатками данного метода является уменьшение номинального диаметра вала турбокомпрессора в местах механообработки, что приводит к возникновению локальных концентрированных внутренних напряжений в структуре сплава вала, которые в дальнейшем могут привести к разрушению целостности детали. Использование дополнительной ремонтной детали с низкой контактной адгезией в месте контакта с валом турбокомпрессора и соответственно различающимися физико-механическими свойствами нежелательно, поскольку может привести к прокручиванию дополнительной ремонтной детали на валу турбокомпрессора. Прокручивание дополнительной ремонтной детали на валу ротора ведет к критическому износу и разрушению пар трений – «вал турбокомпрессора-ремонтная деталь» и «ремонтная деталь-втулка подшипника».

В работе [7] предлагается технология восстановления поверхности вала ротора ТКР под подшипник скольжения методом газодинамического напыления (рис 2). Авторами установлено, что физико-механические свойства покрытий (шероховатость, микротвердость, коэффициент трения) на восстановленном турбокомпрессоре соответствуют требованиям завода-изготовителя. Вал ротора турбокомпрессора восстанавливается с применением порошка, состоящего из меди и цинка. В последующем в паре трения «вал ротора-подшипник скольжения» используется подшипник из оловянисто-свинцовой бронзы марки БрОС-10-10. Коэффициент трения в таком подшипниковом сопряжении на 20 % меньше, чем у соединения, где вал ротора изготовлен из стали 40 [7].

Стоит отметить, что в работе [7] предлагается разработка способа восстановления поверхности вала ротора, при котором увеличится наработка турбокомпрессора до капитального ремонта двигателя.

Недостатками данного метода являются высокая трудоемкость процессов, необходимость сложного дорогостоящего оборудования и оснастки. Полученное покрытие также обладает пористой структурой и низкой адгезией как с материалом восстанавливаемой дета-

ли, так и в самой структуре полученного покрытия. В жестких условиях эксплуатации, в которых работает подшипниковое сопряжение турбокомпрессора ДВС, нельзя предсказать долговечность эксплуатации деталей, восстановленных данным способом.

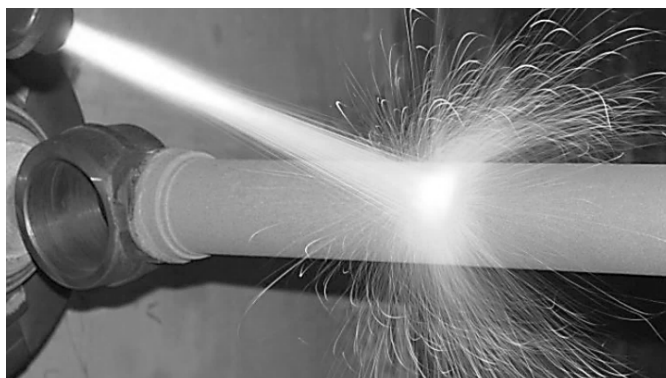


Рисунок 2 – Процесс газодинамического напыления

Авторами работы [11] была разработана технология восстановления ротора турбокомпрессора электроискровой обработкой электроэрозионными наноматериалами. При получении порошка для электроискровой обработки изношенных деталей использовалась установка для электроэрозионного диспергирования с отходами быстрорежущей стали марки Р6М5. Рабочая жидкость состояла из дистиллированной воды. Электрод для электроискровой обработки изношенных деталей получали из электроэрозионных порошков на установке искрового плазменного спекания путем пропускания высокоамперного тока. Материалом образца для электроискровой обработки была использована сталь марки 30ХГСА. Для нанесения покрытия на образец использовали установку для электроискровой обработки модели «ИВ-121». Разработанный технологический процесс для восстановления валов ротора турбокомпрессора ДВС включает в себя устранение таких дефектов, как абразивный износ рабочей поверхности; царапины, задиры, риски, а также другие локальные дефекты [11].

Недостатками данного метода также являются высокая трудоемкость процессов, необходимость сложного дорогостоящего оборудования и оснастки, как и в предыдущем рассмотренном способе. Кроме того, контроль всех параметров и режимов при процессе нанесения покрытия является очень сложным и в большинстве случаях невозможным, что может привести к дефектам нанесенного покрытия. При получении качественных покрытий и чистовой обработке поверхностей процесс работы и трудоемкость значительно увеличиваются, что сказывается на стоимости работы и увеличении времени обработки.

Результаты исследований и их обсуждение. В работах [5, 6, 8, 9, 11, 13, 14] авторами предлагаются различные способы восстановления вала ротора турбокомпрессора ДВС. Данные методы направлены на увеличение межремонтного ресурса ТКР, преимущественно до капитального ремонта. Недостатки рассмотренных способов могут являться причиной быстрого износа и разрушения получаемых покрытий, так как подшипниковый узел турбокомпрессора ДВС работает в жестких режимах эксплуатации с большими вибрациями, температурными перепадами и знакопеременными нагрузками различного характера.

Стоит отметить, что в рассмотренных работах различных авторов наблюдается общее стремление к повышению долговечности и надежности подшипникового сопряжения турбокомпрессора ДВС за счет подбора новых материалов, которые характеризуются более низким коэффициентом трения и имеют более высокую износостойкость в жестких условиях эксплуатации.

В нынешнее время наиболее жаростойкими и износостойкими материалами являются керамические материалы [2, 3, 16, 17]. Они обладают стойкостью к высоким температурам, длительным усталостным нагрузкам и характеризуются сверхнизким коэффициентом трения в условиях сухого трения скольжения, в том числе при повышенных нагрузках [1, 4, 15]. Технология нанесения покрытий с использованием высокоскоростного лазерного оплавления порошковых материалов позволяет создавать покрытия из различных керамических композиций со свойствами, отличными от основы изделия, что определяет возможность повышения ресурса изделия за счет изменения физико-механических свойств [10]. Послойное наращивание покрытия дает возможность контролировать необходимую толщину. Свойства покрытий определяются свойствами присадочного материала. Из огромной номенклатуры материалов керамические соединения обеспечивают наиболее эффективные параметры износостойкости, термостойкости, прочности покрытий. Поэтому применение порошковых керамических покрытий в ремонтном производстве, а также на этапе конструирования турбокомпрессоров ДВС является наиболее перспективным решением повышения долговечности и эффективности данного агрегата в системе наддува ДВС.

Выводы. Анализ различных технологий по восстановлению валов ротора турбокомпрессоров ДВС показал, что получаемые покрытия используются преимущественно для увеличения межремонтного ресурса турбокомпрессора и имеют множество недостатков, которые не позволяют обеспечить долговечность и эффективность работы подшипникового узла ТКР. Поэтому оптимизация ма-

териалов покрытий и технология их нанесения в парах трений ТКР остается наиболее актуальной задачей, и ее решение носит фундаментальный характер не только при ремонте, но и при проектировании турбокомпрессоров ДВС.

Список литературы

1. Большаков, В. И. Особенности формирования структуры и свойств наплавленных слоев при высокоскоростной электродуговой наплавке / В. И. Большаков, А. Г. Ипатов, Д. И. Ваганов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 6. – С. 26–31.
2. Восстановление и упрочнение рабочей фаски клапана двигателя внутреннего сгорания методом селективной лазерной наплавки (SLM) / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 9. – С. 20–26.
3. Восстановление посадочных поверхностей вала гидромотора методом SLM (Selective Laser Melting) / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, В. И. Ширококов, Л. Я. Новикова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 1. – С. 12–17.
4. Ипатов, А. Г. Исследование свойств керамических покрытий рабочей фаски клапанов двигателей / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, К. Г. Волков // Сельский механизатор. – 2022. – № 3. – С. 42–44.
5. Ипатов А. Г., Иванов А. Г., Малинин А. В. Повышение эффективности работы турбокомпрессора модификацией подшипниковых сопряжений // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3 (71). – С. 59–63. – URL: https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_3_59-63.
6. Ипатов, А. Г. Использование аддитивных технологий в ремонтном производстве / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, К. Г. Волков // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х томах, Ижевск, 15–18 февраля 2022 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 187–191.
7. Михалин, П. А. Восстановление валов роторов турбокомпрессоров дизелей лесных машин и передвижных электростанций: дис. ... канд. тех. наук: 05.21.01 / П. А. Михалин. – Москва: МГУЛ, 2002. – 18 с.
8. Николаев, Н. И. Повышение эффективности и надежности турбокомпрессоров судовых двигателей в эксплуатации: монография. – Санкт-Петербург: Судостроение, 2009. – 230 с.
9. Николаев Н. И., Савченко В. А. Современное состояние и техническая эксплуатация турбонаддувочных агрегатов: монография. – СПб: Судостроение, 2005. – 114 с.
10. Насыщение графитом поверхности стали при лазерной обработке короткими импульсами / Е. В. Харанжевский, А. Г. Ипатов, Т. А. Писарева, Ф. З. Гильмутдинов // Материаловедение. – 2013. – № 11. – С. 38–42.
11. Исследование и разработка технологии восстановления вала ротора турбокомпрессора электроискровой обработкой электроэрозионными наноматериалами

/ Р. А. Латыпов, В. А. Денисов, Е. В. Агеев // Современные материалы, техника и технологии. – 2016. – № 2. – С. 141–146.

12. Патент № 2214897 Российская Федерация, МПК В23Р 6/00 (2006.01), В23Р 6/00 (2006.01). Способ восстановления изношенных шеек роторов турбокомпрессоров: № 2002101342/02: заявл. 2002.01.10: опубликовано 2003.10.27/ Вашковец В. В. Сипин А. С.; заявитель Хабаровский государственный технический университет. – 5 с.

13. Панин, С. Все про турбокомпрессоры, или Нагнетатель обстановки // Сетевое издание «За рулем». 2020. – URL: <https://www.zr.ru/content/articles/904974-nag-netatel-obstanovki> (дата обращения: 04.09.2022).

14. Смирнов, А. В. Перспективный тип опор турбокомпрессоров ДВС / А. В. Смирнов // Двигателестроение. – 2014. – № 2 (256). – С. 23–25.

15. Шмыков, С. Н. Эффективность различных способов восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин на примере стрельчатой лапы культиватора / С. Н. Шмыков, А. Г. Ипатов, Л. Я. Новикова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1 (69). – С. 64–71.

16. Effect of oxygen in surface layers formed during sliding wear of Ni–ZrO₂ coatings / E. V. Kharanzhevskiy, M. D. Krivilyov, A. G. Ipatov [et al.] // Surface and Coatings Technology. – 2022. – Vol. 434. – P. 128174. – DOI 10.1016/j.surfcoat.2022.128174.

17. Short-Pulse Laser Sintering of Multilayer Hard Metal Coatings: Structure and Wear Behavior / E. Kharanzhevskiy, A. Ipatov, I. Nikolaeva, R. Zakirova // Lasers in Manufacturing and Materials Processing. – 2015. – Vol. 2. – № 2. – P. 91–102. – DOI 10.1007/s40516-015-0008-1.

УДК 339.13:635.1/.8

Н. А. Сошин¹, П. Б. Акмаров², О. П. Князева³

^{1,2,3}Удмуртский ГАУ

¹E-mail: nyxoshin@yandex.ru

³E-mail: knyazeva@yandex.ru

РАЗВИТИЕ РЫНКА ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Обоснована необходимость увеличения доли овощей в рационе питания. Представлены результаты анализа развития рынка овощной продукции в России и Удмуртии. Выделены новые тенденции в изменении объемов производства овощной продукции, обусловленные технологической трансформацией аграрного производства. Показано влияние цифровизации на эффективность производства овощей по различным категориям хозяйств. Выработаны рекомендации по расширенному применению информационных технологий в аграрном производстве.

Актуальность. Овощная продукция в рационе питания людей занимает существенную долю и формирует значительную часть рынка сельскохозяйственной продукции. Однако этот рынок является очень подвижным, подверженным влиянию множества факторов. Существенное влияние на развитие отрасли в России оказали экономические реформы последних трех десятилетий и быстрая технологическая трансформация аграрного производства, основанная на цифровизации [1].

Необходимо отметить, что продовольственный сектор является значимым компонентом социально-экономической сферы, поскольку он обеспечивает население продуктами питания и определяет уровень его жизни, удовлетворяя физиологические и социокультурные потребности населения, влияет на формирование рынков средств производства, рабочей силы и прочего, а также определяет уровень развития агропромышленного комплекса. Этот факт определяет растущий интерес ученых к исследовательской деятельности по проблемам агропродовольственного рынка [11].

Систематическое включение в систему питания человека овощей способствует профилактике и лечению многих заболеваний. По данным ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», сегодня в общей структуре заболеваемости россиян 30–50 % составляют так называемые алиментарно-зависимые заболевания, т.е. напрямую связанные с неполучением с пищей полезных веществ [4]. Потребность в калориях уменьшилась за последние 30–40 лет на 1200–1500 ккал, а в микроэлементах и витаминах – увеличилась на 10 %. Проблема дефицита потребления овощей имеет место не только в России – по данным Всемирной организации здравоохранения, дефицит фитонутриентов, витаминов и минералов испытывает 1/3 населения планеты [5].

Материалы и методы. Для данного исследования использованы статистические материалы Росстата и Удмуртстата, отчетные материалы Минсельхозпрода Удмуртии, сведения, размещенные на официальных сайтах научно-исследовательских учреждений.

Для обработки материалов применялись статистические методы анализа и прогнозирования, индикативный метод изучения динамических процессов, методы группировок и кластерного анализа. Результаты исследования обработаны стандартными программами компьютерного моделирования.

Результаты исследований. Сегодня на аграрном рынке присутствует три типа хозяйств: сельскохозяйственные организации, хозяйства населения и крестьянские (фермерские) хозяйства. Хозяйствами населения называют такие хозяйства, которые принадлежат

населению и не включены в предпринимательскую деятельность. Рассмотрим в динамике изменение структуры сельскохозяйственного рынка Российской Федерации. Сегодня там большую часть занимают сельскохозяйственные организации [9]. Например, в 2021 г. их количество составило 59,2 % от хозяйств всех категорий. В таблице 1 отражена структура сельскохозяйственного рынка Российской Федерации в динамике с 2011–2021 гг.

Таблица 1 – Структура реализации основных продуктов сельского хозяйства по Российской Федерации за 2011–2021 гг., %

Категории хозяйств	Год										
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Все категории хозяйств	100										
Сельскохозяйственные организации	48,2	49,1	49,2	51,7	54,0	55,1	55,2	56,5	57,7	58,5	59,2
Хозяйства населения	42,8	42,0	41,0	38,1	34,5	32,5	32,4	31,0	28,6	26,6	25,4
Фермерские хозяйства	9,0	8,9	9,8	10,2	11,5	12,4	12,4	12,5	13,7	14,9	15,4

Данная таблица свидетельствует о том, что за последние 10 лет доля производства хозяйств населения уменьшилась в 1,7 раза. Доля же фермерских хозяйств увеличилась на эту же величину. Доля сельскохозяйственных организаций сократилась на 11 %. Таким образом, наметилась тенденция роста производства аграрной продукции в крестьянских хозяйствах при одновременном сокращении этого производства в коллективных организациях и личных подсобных хозяйствах населения.

Анализ причин такой динамики выявил зависимость технологических трендов в аграрном производстве от возможностей цифровой трансформации хозяйств различных категорий. Оказалось, что крестьянские хозяйства быстрее и эффективнее осваивают умные технологии [8]. В то же время сельскохозяйственные организации, как правило, ориентированы на крупные рынки, требующие больших и долговременных инвестиций.

Однако все же в настоящее время, даже несмотря на увеличение доли фермерских хозяйств, доминантную роль в производстве сельскохозяйственных продуктов играют сельскохозяйственные организации.

Значительную долю в аграрной продукции занимают овощи. Однако динамика развития этого рынка существенно отличается. Рассмотрим динамику изменения структуры производства овощей по категориям хозяйств за последние годы (табл. 2), полученную из материалов Росстата [10].

Таблица 2 – Структура производства овощей в Российской Федерации за 2011–2021 гг., %

Категории хозяйств	Год										
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Сельскохозяйственные организации	22,2	19,6	19,0	19,9	21,9	23,3	25,6	26,2	28,1	28,5	28,4
Хозяйства населения	15,5	15,6	16,6	16,3	18,2	18,1	19,0	18,7	20,2	21,4	20,3
Фермерские хозяйства	62,3	64,8	64,4	63,8	59,9	58,6	55,4	55,1	51,7	50,1	51,3

В случае с рынком овощей ситуация сильно отличается, но тенденции остаются теми же. За 10 лет доля хозяйств населения сократилась на 11 %, фермерских хозяйств увеличилась на 4 %, а сельскохозяйственных организаций увеличилась на 7 %.

Можно предположить, что экономические реформы подстегнули население более активно заниматься производством овощей для собственного обеспечения. Однако по-прежнему основную долю обеспечения жителей страны овощами составляют личные хозяйства [2].

Сегодня наблюдается позитивный тренд изменения показателей реализации овощей хозяйствами по Российской Федерации. Так, в 2011 г. показатель реализации овощей хозяйствами по Российской Федерации составил 5199 тыс. тонн, тогда как в 2021 г. показатель реализации увеличился на 1717 тыс. тонн и составил 6916 тыс. тонн [4].

Определенные тенденции наметились и в показателе подушевого потребления овощей. За последнее десятилетие этот показатель стабильно возрастал, показывая позитивный тренд улучшения структуры рациона питания. Учитывая рост показателей реализации, можно предположить, что рынок овощей Российской Федерации совершенствуется и прогрессирует.

Аналогичная ситуация складывается и в Удмуртской Республике. Так, только за один последний год размер площадей под овощами на территории республики увеличился почти на 400 га и достиг 3,5 тыс. га [9]. Это притом, что в предыдущие годы наблюдалась обратная тенденция. Благодаря этим изменениям в 2021 г. удалось стабилизировать региональный рынок овощей на уровне 120 тыс. тонн ежегодно.

Выводы и рекомендации. В целом, сравнивая развитие различных рынков аграрной продукции, следует отметить, что производство овощей в целом по России растет в приоритетном порядке, но в Удмуртии этот вид продукции имеет относительно слабую динамику развития. Это можно объяснить сложившейся производственной специализацией региона, ориентированной в основном на скотоводческую продукцию.

Анализируя складывающиеся тенденции, можно сделать вывод о том, что в производстве овощей в последнее время наметилась активная трансформация в сторону применения цифровых (умных) технологий, позволяющих существенно увеличить урожайность при сокращении издержек производства [3]. Как показывают исследования ученых [7], сегодня порядка 47 % производимой в сельском хозяйстве продукции приходится на умные технологии, а в производстве овощей эта доля превышает 60 %.

Несмотря на значительные первоначальные издержки на внедрение прогрессивных технологий в аграрном производстве, они окупаются значительно быстрее, чем инвестиции в традиционные технологии, поэтому сельским товаропроизводителям сегодня следует ориентироваться на инновационные методы производства и использование информационных технологий на всех этапах, включая управление, технологическую базу и реализацию произведенной продукции [6].

Список литературы

1. Акмаров, П. Б. Особенности цифровой трансформации в аграрном секторе экономики / П. Б. Акмаров, Н. В. Горбушина, О. П. Князева // Аграрное образование и наука. – 2019. – № 2. – С. 1.
2. Акмаров, П. Б. Потенциал развития цифрового сельского хозяйства России / П. Б. Акмаров, О. В. Абрамова, О. П. Князева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (77). – С. 126–130.
3. Алборов, Р. А. Развитие управления и его информационно-контрольных функций по центрам ответственности в свиноводстве / Р. А. Алборов, О. П. Князева. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2011. – 135 с.
4. Газетдинов Ш. М., Газетдинов М. Х., Семичева О. С., Гатина Ф. Ф. Современные формы регулирования территориально-производственных взаимоотношений в сельских территориях // Вестник Казанского государственного аграрного университета – 2020. – Т. 15. – № 4 (60). – С. 97–101.
5. Индикаторы цифровой экономики: 2021: статистический сборник / Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневецкий, Л. М. Гохберг [и др.]; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – Москва: НИУ ВШЭ. – 2021. – 452 с.
6. Кравченко, Н. А. Цифровая трансформация аграрного производства как фактор выравнивания регионального развития / Н. А. Кравченко, П. Б. Акмаров, О. П. Князева // Наука Удмуртии. – 2022. – № 2 (97). – С. 154–161.
7. Меденников В. И., Сальников С. Г. Основные направления информатизации АПК РФ. – URL: <http://www.viapi.ru/publication/full/detail.php>.
8. Оценка потенциала цифровизации АПК / П. Б. Акмаров, Д. А. Берестова, Г. Р. Алборов, Е. С. Третьякова // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т., Ижевск, 15–18 февр. 2022 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 116–119.

9. Потребление основных продуктов питания населением УР. – URL: <https://udmstat.gks.ru/folder/51953>.

10. Россия в цифрах. 2020: Краткий статистический сб. / Росстат. – М., 2020. – 357 с.

11. Шевченко, Д. А. Цифровой маркетинг: обзор каналов и инструментов / Д. А. Шевченко // Практический маркетинг. – 2018. – № 26. – С. 29–37.

УДК [631.16:338.5]:633/635(470.51)

В. С. Шестакова¹, Н. А. Алексеева²

^{1,2}Удмуртский ГАУ

²E-mail: 497477@mail.ru

АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА ООО «ТУРНЕС» ДЕБЕССКОГО РАЙОНА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Проводится анализ факторов, влияющих на себестоимость продукции растениеводства, подсчет и обобщение резервов снижения себестоимости продукции растениеводства. Так же проводится анализ общей суммы затрат и себестоимости одного вида продукции.

При осуществлении хозяйственно-производственной деятельности на любом предприятии потребляются сырье, материалы, топливо, энергия, работникам выплачивается заработная плата, отчисляются платежи на их социальное, медицинское и пенсионное страхование, начисляется амортизация, а также осуществляется еще ряд различных необходимых затрат. Посредством процесса обращения эти затраты постоянно возмещаются из выручки предприятия от реализации продукции, что обеспечивает непрерывность производственного процесса. Чтобы подсчитать сумму всех расходов предприятия, их нужно привести к единому знаменателю, то есть представить в денежном выражении. Для этого требуется такой показатель, как себестоимость [2, 6, 7, 9, 10].

Себестоимость – это основной ценообразующий фактор, поэтому изучение себестоимости позволяет, с одной стороны, дать обобщающую оценку эффективности использования ресурсов, с другой – определить резервы увеличения прибыли и снижения себестоимости единицы продукции.

Теоретической и методической основой работы являются нормативные документы, законодательные акты, а также труды отечественных авторов в области экономики, финансов, анализа и диа-

гностики финансово-хозяйственной деятельности [2, 6, 7, 9, 10], а также внутренняя документация организации [8].

Анализ структуры затрат является необходимым элементом управления предприятием. Состав себестоимости необходимо анализировать с целью минимизации издержек производства, поиска резервов снижения затрат и принятия правильных управленческих решений для достижения наибольшей эффективности работы предприятия [1, 3–5, 11–13]. Себестоимость зерна за 1 ц в 2020 г. составила 1337,1 руб.

Для этого проведём исследование структуры себестоимости производства продукции на предприятии ООО «Турнес» Удмуртской Республики в 2018–2020 гг. (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Структура затрат, входящих в себестоимость зерна [8]

Элементы затрат	Сумма, тысяч рублей			2020 г. (+/-) к 2018 г.	Структура затрат, %			2020 г. (+/-) к 2018 г.
	2018 г.	2019 г.	2020 г.		2018 г.	2019 г.	2020 г.	
1. Материальные затраты	1444	1596	2501	+1057	52	52,8	53,9	+1,9
2. Затраты на оплату труда	183	549	633	+450	6,6	18,2	13,6	+7
3. Отчисления на социальные нужды	79	235	271	+192	2,9	7,8	5,8	+2,9
4. Амортизация	65	558	230	+165	2,3	18,4	5	+2,7
5. Прочие затраты	1007	86	1009	+2	36,2	2,8	21,7	-14,5
Итого производственных затрат	2778	3024	4644	+1886	100	100	100	x
в том числе:								
переменные расходы	1735	2862	3549	+1814	62,5	94,6	76,4	+13,9
постоянные расходы	1043	162	1095	+52	37,5	5,4	23,6	-13,9

Таблица 2 – Динамика отдельных элементов затрат на предприятии [8]

Элементы затрат	Темп роста (2019/2018 гг.)	Темп роста (2020/2019 гг.)	Темп прироста (2019/2018 гг.)	Темп прироста (2020/2019 гг.)
Материальные затраты	110,5	156,7	10,5	56,7
Расходы на оплату труда	300	115,3	200	15,3
Отчисления на социальные нужды	297,5	115,3	197,5	15,3
Амортизация	858,5	41,2	758,5	-58,8
Прочие затраты	8,5	1173,2	-91,5	1073,2
Себестоимость	158,9	125,6	58,93	25,6

Наибольший удельный вес в структуре затрат занимали материальные затраты (более 50 %). Значит, изучаемое предприятие яв-

ляется материалоемким, что является одним из факторов повышения себестоимости. Второе место по величине занимали прочие затраты (от 2,8 % до 36,2 %), в динамике по отдельным элементам затрат показали наибольший темп роста (1173,2 %).

Удельный вес амортизации в структуре затрат варьировался от 2,3 % до 18,4 %. Такой резкий скачок обусловлен покупкой нового оборудования.

Динамика роста заработной платы и отчислений на социальные нужды достаточно высока (115,3 %–300 %). Это также играет немаловажную роль в формировании себестоимости продукции растениеводства.

В результате проведенного анализа динамики роста отдельных элементов затрат на предприятии была выявлена проблема – повышение себестоимости. Для решения проблемы предлагается снизить себестоимость за счет увеличения объема производства и сокращения затрат на производство.

В общем виде методику подсчета резервов снижения себестоимости продукции ($P \downarrow C$) можно свести к определению разности между ее фактическим и возможным уровнем, который учитывает ранее выявленные резервы увеличения производства продукции и сокращения затрат на производство.

Увеличивать объем продукции будем за счет расширения посевных площадей и высева на них зерна более урожайного сорта. В настоящее время в организации используется только 354 га пашни и высеваются зерно урожайностью 9,5 ц/га. Расширим площадь посева до 500 га, т.е. будем дополнительно осваивать 146 га и поседем на этой площади овес сорта «Скакун» – засухоустойчив, высокопродуктивен, стоек к полеганию, осыпанию, урожайность 27,3–48,9 ц/га, стоимость 1 тонны 10 000 руб.

За счет расширения посевных площадей на 146 га сможем дополнительно получить 1387 ц продукции (табл. 3).

Также за счет использования более урожайного сорта овса сможем получить дополнительно 2599 ц продукции (табл. 4).

Таблица 3 – Увеличение объема продукции за счет расширения посевной площади [8]

Культура	Площадь посева, га	Урожайность	Объем полученной продукции, ц
Овес	146	9,5	1387

В общем объем производства овса увеличится на 3986 ц. Дополнительно произведенной продукции получится на 3439,9 тыс. руб. (табл. 5).

Но на освоение любого резерва нужны дополнительные затраты. Увеличивать объем производства будем за счет увеличения посевной площади зерна на 146 га и использования более урожайного сорта овса, поэтому нам необходимо рассчитать дополнительные затраты на освоение 146 га, покупку урожайных семян, уборку дополнительного урожая (табл. 6).

Таблица 4 – Увеличение объема продукции за счет увеличения урожайности [8]

Культура	Площадь посева, га	Урожайность			Объем полученной продукции, ц
		фактическая	плановая	отклонение	
Овес	146	9,5	27,3	17,8	2599

Таблица 5 – Обобщение резервов увеличения производства овса

Источник резервов	Овес, ц	Стоимость полученной продукции, тыс. руб.
1. Расширение посевной площади	1387	x
2. Использование более урожайных сортов культур	2599	
ВСЕГО	3986	3439,9
К фактическому объему произведенной продукции	88	x

Таблица 6 – Расчет дополнительных затрат на освоение резервов увеличения производства зерна

Вид мероприятий и работ	Объем работ	Сумма затрат, тыс. руб.	В том числе				
			зарплата	семена	удобрения	нефтепродукты	электроэнергия
Подготовка почвы	146 га	112,6	22,4	x	x	90,2	x
Посев более урожайных семян	350 ц	380,94	8,4	350	x	22,54	x
Уход за дополнительными посевами	146 га	52,04	5,6	x	23,9	22,54	x
Уборка дополнительного урожая	3986 ц	147,24	76,44	x	x	70,8	x
Отвозка зерна с поля на ток	3986 ц	58,42	38,22	x	x	20,2	x
Сортировка и сушка зерна	3986 ц	50,7	36	x	x	x	14,7
Итого	x	801,94	x	x	x	x	x

Данные таблицы показали, что для освоения дополнительных 146 га и внесения урожайных семян овса нам необходимо затратить 801,94 тыс. руб.

Далее рассчитаем резерв снижения себестоимости зерна (1) [2]:

$$P\downarrow C = C_{\varepsilon} - C_{\phi} = \frac{Z_{\phi} + Z_{\delta}}{VВП_{\phi} + P\uparrow VВП} - \frac{Z_{\phi}}{VВП_{\phi}} =$$

$$= \frac{4\,644\,000 + 801\,940}{3364 + 3986} - \frac{4\,644\,000}{3364} = 740,9 - 1380,5 = -639,6. \quad (1)$$

Таким образом, за счет расширения посевной площади на 146 га и внесения более урожайных сортов овса и увеличения объема производства зерна, себестоимость 1 центнера зерна может снизиться на 639,6 руб.

Согласно представленным расчетам, происходит снижение себестоимости продукции на 53,6 %, а также увеличение объема полученной продукции на 18,5 %.

Научная новизна исследования заключается в обосновании резервов снижения себестоимости продукции растениеводства на конкретном предприятии.

Список литературы

1. Актуальные проблемы землеустройства и землепользования в регионе: монография / Н. А. Алексеева [и др.]. – Ижевск, 2022.
2. Алексеева, Н. А. Комплексный экономический анализ: сборник задач / Н. А. Алексеева. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – 116 с.
3. Алексеева, Н. А. Методика анализа влияния землеемкости зерновых и зернобобовых культур на выпуск продукции / Н. А. Алексеева, О. А. Тарасова, З. А. Миронова // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ.конф. В 2-х т. – Ижевск, 2022. – С. 134–138.
4. Алексеева, Н. А. Экономико-статистические аспекты повышения эффективности использования сельскохозяйственных земель / Н. А. Алексеева, О. Ю. Абашева, В. Л. Редников // Modern Economy Success. – 2022. – № 3. – С. 45–51.
5. Алексеева, Н. А. Методика анализа производства продукции растениеводства на предприятиях производственной кооперации / Н. А. Алексеева // Вектор экономики. – 2021. – № 2 (56). – С. 43.
6. Войтоловский, Н. В. Экономический анализ в 2 ч. Часть 1.: учебник для бакалавриата и специалитета / Н. В. Войтоловский [и др.]; под реда. Н. В. Войтоловского, А. П. Калининой, И. И. Мазуровой. – 7-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2019. – 291 с.
7. Гарнова, В. Ю. Экономический анализ: учебное пособие / Н. Б. Акуленко, В. Ю. Гарнова, В. А. Колоколов; под ред. Н. Б. Акуленко. – Москва: НИЦ ИНФРА–М, 2017. – 157 с.
8. Годовые отчеты ООО «Турнес» в УР в 2018–2020 гг.
9. Казакова, Н. А. Экономический анализ: учебник / Н. А. Казакова. – Москва: ИНФРА–М, 2019. – 343 с.

10. Лысенко, Д. В. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: учебник / Д. В. Лысенко. – Москва: ИНФРА–М, 2017. – 320 с.
11. Развитие методик анализа состояния и тенденций развития сельскохозяйственных производственных кооперативов в Удмуртской Республике / Н. А. Алексеева [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 112 с.
12. Совершенствование земельно-имущественных отношений в региональном землеустройстве и землепользовании / Н. А. Алексеева [и др.]. – Ижевск, 2021.
13. Alekseeva N. A. State agrarian policy and the efficiency of its implementation at the regional level / Alekseeva N.A., Tarasova O.A., Sokolov V.A., Mironova Z.A. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Scientific and Practical Conference: **Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021**" 2022. С. 012076.

СОДЕРЖАНИЕ

Т. Ю. Бортник

Наш учитель. К 90-летию профессора
Александра Степановича Башкова 3

И. С. Прохоров, Л. Н. Пирумова

Из истории публикаций агрохимиков и почвоведов
Удмуртской Республики в журнале
«Агрохимический вестник» 14

АГРОХИМИЯ, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ И АГРОЭКОЛОГИЯ

Ю. А. Акманаева

Влияние вида севооборота и систем удобрения
на биологические свойства дерново-подзолистой
среднесуглинистой почвы 31

Л. Д. Варламова, Е. И. Чугунов

Эффективность использования биостимуляторов
на светло-серой лесной почве
при возделывании кукурузы на силос. 35

А. В. Вернер

Эффективность применения удобрений
на посевах яровой мягкой пшеницы
в зависимости от нормы высева
на черноземах южных с засушливым климатом 41

Ч. М. Исламова

Влияние базовой схемы применения препаратов фирмы
КомплеМет на урожайность зерна яровой пшеницы
Йолдыз и элементы ее структуры 45

Ч. М. Исламова, Е. Ю. Колесникова

Пораженность корневыми гнилями сортов яровой пшеницы
в зависимости от предшественника
и обработки посевов фунгицидом. 49

О. М. Канунникова, А. В. Леднев, А. В. Ложкин

Влияние воды с нанопузырьковой газовой фазой
на урожайность пшеницы и ячменя. 54

О. М. Канунникова, О. С. Тихонова, Н. Б. Перевощикова Сравнительный анализ влияния цинковых и медных солей разного состава на биометрические показатели растений мягкой пшеницы сорта Черноземноуральская	64
А. Ю. Карпова, К. С. Клековкин, К. В. Емельянов Влияние систем удобрения на интенсивность дыхания дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы и урожайность вико-овсяной смеси	69
Д. В. Кондратьев, Г. Я. Остаев, О. О. Злобина Критерии и показатели эффективности субсидирования расходов сельскохозяйственных товаропроизводителей на удобрения и средства защиты растений	73
О. В. Коробейникова, А. В. Никитина, В. М. Холзаков, А. Н. Перевозчиков, Т. А. Строт Урожайность зерновых культур в совместных посевах	80
В. И. Макаров, Е. Н. Тютин Оценка методов определения подвижных форм фосфора в почвах	86
В. И. Макаров, Т. Ю. Бортник Эффективность удобрений в земледелии Удмуртии	93
А. Б. Мерцалова, Т. Ю. Бортник, А. Р. Гиззатова Влияние гуминовых препаратов на урожайность ячменя	102
Н. М. Мудрых Отзывчивость проростков различных сортов яровой пшеницы на концентрацию питательных веществ в растворе	107
О. В. Мурзова Эффективность систем применения удобрений при возделывании овса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси	111
Ю. В. Огородов, В. Р. Олехов Влияние форм азотных удобрений на урожайность фацелии рябинколистной в условиях вегетационного опыта	115
В. А. Руденок Влияние окислительно-восстановительного потенциала почвы на развитие саженцев томатов	118

Т. Н. Рябова, А. Н. Исупов, О. В. Коробейникова, В. З. Латфуллин Влияние биологических препаратов на устойчивость ячменя к вредителям и заболеваниям	122
М. Г. Субботина, Д. С. Фомин, Д. С. Фомин, С. С. Полякова Влияние микроэлементов в составе листовой подкормки на урожайность зеленой массы горохо-овсяно-ячменной смеси	128
А. А. Суханова, Н. М. Мудрых Оценка воздействия концентрации кальция и магния на проростки яровой пшеницы в условиях лабораторного опыта	133
В. И. Титова, Е. Г. Белоусова Влияние биопрепарата Азотифит и биосредства защиты растений Био-грядка по фону РК-удобрений или навоза КРС на основные показатели качества зерна гороха посевного	136
О. С. Тихонова, А. А. Соловьев, О. А. Страдина, О. М. Канунникова Сравнительный анализ воздействия янтарной кислоты на изолированные животные клетки и семена пшеницы	142
М. В. Царёва Влияние куриного помёта на агрофизические и агрохимические свойства вниз по профилю дерново-подзолистой почвы разного гранулометрического состава и окультуренности	148

АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

А. Дж. Алиева Метод количественной оценки фенологии растительности на основе данных дистанционного зондирования	154
Е. Ф. Валейша Изменение агрофизических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы	160

А. В. Дмитриев Физико-химические показатели дерново-подзолистых почв залежных земель транзитных и аккумулятивных частей катены . . . . .	.169
В. Г. Колесникова Влияние предшественников на агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы . . . . .	.174
В. Г. Колесникова, О. В. Эсенкулова Влияние предшественников на показатели структуры дерново-среднеподзолистой почвы . . . . .	.178
И. М. Кудрявцев Оценка плодородия основных типов почв чересполосного участка УдмФИЦ УрО РАН в окрестностях д. Дуброво . . . . .	.181
В. И. Макаров, Т. Ю. Бортник, А. В. Дмитриев Актуальная агрономическая характеристика земель УНПК «Агротехнопарк» . . . . .	.188
С. Ю. Маркин Изменение численности педобионтов выработанного мелкоконтурного торфяника как показатель восстановления плодородия почв . . . . .	.195
В. Х. Махмудова Исследование эффекта экстремальной излучательности влажной почвы в термальном диапазоне . . . . .	.200
В. Х. Махмудова К вопросу об оптимальных измерениях скорости ветра в сельскохозяйственном производстве . . . . .	.205
А. А. Никитин, М. П. Маслова Оценка степени экологической устойчивости агроландшафтов на примере МО «Уромское» Малопургинского района Удмуртской Республики . . . . .	.211
И. А. Самофалова Варьирование показателей кислотно-основных свойств почв в зависимости от вида угодий в нечерноземной зоне . . . . .	.215

- И. А. Самофалова, Д. С. Ветчанина**
 Пространственная неоднородность гранулометрии почв
 на мелиорируемой территории в нечерноземной зоне. 224
- Л. О. Тронина, Н. А. Пегова**
 Влияние системы обработки дерново-подзолистой почвы
 на ее биологическую активность в полевом севообороте 231
- А. Н. Чащин, А. А. Панькова**
 Моделирование эрозии почвы по данным БПЛА-съемки 237

РАСТЕНИЕВОДСТВО, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

- Э. Ф. Вафина, Е. А. Осипова**
 Влияние предпосевной обработки семян озимой тритикале
 на развитие ее проростков 242
- Э. Ф. Вафина, М. А. Ложкин**
 Сбор сухого вещества растениями сортов озимой тритикале
 в разных метеорологических условиях 246
- В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова**
 Сравнительная оценка образцов льна масличного
 с маркерными признаками 249
- В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова,
 Ч. М. Исламова, Г. Р. Галиева, В. М. Юдин**
 Сравнительный анализ масличности семян сортов
 льна отечественной и зарубежной селекции 255
- Ю. Ю. Долинный, Д. С. Базилова, Г. Н. Иванова**
 Результаты изучения коллекционных образцов
 ярового ячменя в условиях Северного Казахстана. 259
- Е. В. Корепанова, Г. Р. Галиева,
 В. Н. Гореева, Ч. М. Исламова, В. М. Юдин**
 Урожайность и масличность семян сортов
 однодомной конопли в условиях Среднего Предуралья. 266
- Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова**
 Продуктивность и качество сортов картофеля 271
- А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина**
 Использование сублимированной малины и вишни,
 какао-порошка и семян кунжута
 при производстве хлебобулочных бараночных изделий. 276

А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина Сравнительная оценка качества баранок с добавлением изюма, аронии, яблока, голубики и терна . . . . .	.281
Л. А. Несмелова Влияние площади питания на урожайность корнеплодов редьки китайской . . . . .	.284
Л. А. Несмелова, Т. Н. Тутова, Т. Е. Иванова, Е. В. Соколова Особенности роста, развития и продуктивности тыквенных культур в Удмуртской Республике . . . . .	.288
А. А. Никитин, М. П. Маслова, О. В. Коробейникова, О. В. Эсенкулова Влияние предпосевной и послепосевной обработки почвы на урожайность и качество зерна яровой пшеницы . . . . .	.294
А. В. Никитина, Т. Г. Леконцева, А. М. Ленточкин Ризогенез клонового подвоя яблони Парадизка Будаговского в условиях <i>in vitro</i> . . . . .	.299
В. А. Руденок Способ оценки пищевой ценности сельскохозяйственной продукции . . . . .	.303
А. В. Фёдоров, О. А. Ардашева Основные принципы метода прививки на тыквенных культурах . . . . .	.307
О. В. Эсенкулова, К. А. Густенева, А. И. Хамади, Т. А. Бабайцева Яровая тритикале – перспективная культура . . . . .	.313

ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ И МЕХАНИЗАЦИИ АПК

Р. А. Алборов, С. М. Концевая Оценка кормов собственного производства по трансфертным (справедливым) ценам в центрах ответственности. . . . .	.320
Н. А. Алексеева Развитие производственных мощностей объектов АПК . . . . .	.325

В. Е. Быстров, О. С. Федоров Исследование влияния величины подачи измельчаемого материала на мощностные характеристики молотковой дробилки зерна с регулируемым сечением отверстий сепаратора . . . . .	.330
П. В. Дородов, И. Т. Хакимов Расчет оптимального радиуса прутка элеватора картофелеуборочной машины . . . . .	.334
Е. В. Захарова, Е. Л. Мосунова, Г. Р. Алборов Совершенствование калькуляции себестоимости продукции овощеводства закрытого грунта . . . . .	.342
О. О. Злобина, И. П. Селезнева, П. В. Антонов Развитие финансового контроля окупаемости материальных затрат в растениеводстве . . . . .	.346
О. В. Котлячков, Д. Г. Максимов, Н. В. Котлячкова, Г. Р. Закирова Кластерный анализ в оценке демографической безопасности регионов России . . . . .	.350
О. В. Котлячков, Д. Г. Максимов, Н. В. Котлячкова, С. Р. Колесова Оценка эффективности деятельности органов внутренних дел по борьбе с экономическими преступлениями . . . . .	.354
А. В. Малинин Анализ способов повышения работоспособности подшипниковых сопряжений турбокомпрессора двигателей внутреннего сгорания . . . . .	.360
Н. А. Сошин, П. Б. Акмаров, О. П. Князева Развитие рынка овощной продукции в условиях технологической трансформации экономики . . . . .	.366
В. С. Шестакова, Н. А. Алексеева Анализ себестоимости продукции растениеводства ООО «Турнес» Дебесского района Удмуртской Республики . . . . .	.371

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
АГРОХИМИКАТОВ И ВОСПРОИЗВОДСТВА
ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ**

Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук,
заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики,
почётного работника высшей школы Российской Федерации,
профессора Александра Степановича Башкова

*15–18 ноября 2022 года
г. Ижевск*

Редактор И. М. Мерзлякова
Компьютерная верстка А. А. Волкова

Подписано в печать 29.12.2022 г. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 22,3. Уч.-изд. л. 17,4.
Тираж 300 экз. (первый завод 40 экз.). Заказ № 8597.
Отпечатано в УдГАУ
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11.