



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АГРОНОМИИ

Материалы Национальной
научно-практической конференции

5 октября 2023 года



Ижевск, 2023

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

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АГРОНОМИИ

Материалы Национальной научно-практической конференции,
посвященной 70-летию доктора сельскохозяйственных наук,
почетного работника высшего профессионального образования,
заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики
профессора Ильдуса Шамилевича Фатыхова

*5 октября 2023 года
г. Ижевск*

Ижевск
УдГАУ
2023

УДК 631.5/.9(06)

ББК 41я43

А 43

А 43 **Актуальные** вопросы агрономии: материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 70-летию доктора сельскохозяйственных наук, почетного работника высшего профессионального образования, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики профессора Ильдуса Шамилевича Фатыхова, г. Ижевск, 5 октября 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – 380 с.

ISBN 978-5-9620-0441-9

В сборнике материалов конференции, посвященной 70-летию юбилею доктора сельскохозяйственных наук, профессора И. Ш. Фатыхова, представлены статьи российских ученых, отражающие результаты научных исследований в агрономии.

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

УДК 631.5/.9(06)

ББК 41я43

ISBN 978-5-9620-0441-9

© Авторы статей, 2023

© УдГАУ, 2023

К 70-ЛЕТИЮ ИЛЬДУСА ШАМИЛЕВИЧА ФАТЫХОВА

Фатыхов Ильдус Шамилович родился 5 октября 1953 г. в деревне Янга Турмыш Кильмезского района Кировской области. В 1961 г. начал обучение в 1 классе Пестеревской восьмилетней школы Кильмезского района Кировской области. В 1969 г. окончил восемь классов и продолжил обучение в Водзимонской средней школе Вавожского района Удмуртской АССР. В 1971 г. завершил обучение в данной школе и был призван в ряды Советской Армии. Срочную службы проходил в Самаркандской области Узбекистана, в ракетных войсках стратегического назначения, в 31-й Оренбургской ракетной армии, в 68-й ракетной бригаде. После демобилизации 10 декабря 1973 г. был зачислен слушателем очного подготовительного отделения Ижевского СХИ. С 1 сентября 1974 г. – студент агрономического факультета Ижевского СХИ. В январе 1979 г. с отличием окончил агрономический факультет и по распределению был оставлен на кафедре растениеводства Ижевского СХИ в должности ассистента. В 1979 г. поступил в очную целевую аспирантуру на кафедру растениеводства Пермского ГСХИ имени академика Д. Н. Прянишникова. Научными руководителями по написанию кандидатской диссертации были профессор, доктор сельскохозяйственных наук Корляков Николай Алексеевич и доцент, кандидат сельскохозяйственных наук Осокин Иван Васильевич.



В январе 1983 г. по окончании аспирантуры распределен на кафедру растениеводства Ижевского СХИ и назначен на должность старшего преподавателя кафедры. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 – растениеводство на тему «Формирование планируемого урожая с заданным уровнем протеина при разной насыщенности полевых севооборотов минеральным азотом в Предуралье» защитил 14 декабря 1983 г. в Пермском ГСХИ имени академика Д. Н. Прянишникова.

В Ижевской ГСХА прошел все ступени профессионального роста. Звание доцента по кафедре растениеводства было присвоено 25 августа 1987 г. К исполнению обязанностей зав. кафедрой растениеводства приступил 1 апреля 1991 г. За научное руководство аспирантами, подготовку кандидатов наук и публикацию учебных пособий с грифом УМО 15 декабря 1999 г. было присвоено, в порядке исключения, звание профессора по кафедре растениеводства. Наряду с активной научной и педагогической деятельностью И. Ш. Фатыхов не меньшее значение на всем протяжении своей деятельности придает внедрению результатов научных исследований в производство. С мая 1984 г. в колхозе имени Мичурина Вавожского района Удмуртии организовал филиал кафедры растениеводства на производстве. В 1996 г. творческий коллектив ученых кафедры растениеводства академии во главе с И. Ш. Фатыховым был удостоен звания «Лауреат Государственной премии Удмуртской Республики в области науки» за работу «Выведение овса сорта Улов и разработка технологии возделывания».

На должность проректора по НИР Ижевской ГСХА был назначен 15 октября 1999 г. Диссертацию на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 – растениеводство на тему «Научные основы адаптивной технологии возделывания ярового ячменя в Уральском регионе Нечерноземной зоны России» защитил 21 ноября 2001 г. в диссертационном совете при Пермской ГСХА имени академика Д. Н. Прянишникова. Научный консультант – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации В. М. Макарова. Решением ВАК Минобразования России от 5 апреля 2002 г. присуждена ученая степень доктора сельскохозяйственных наук.

Ильдус Шамилевич является автором более 500 научных работ, в том числе 30 монографий. Подготовил более 30 молодых ученых – кандидатов и докторов.

Приказом Минобразования России № 08-841 от 18 ноября 2003 г. награжден нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» за заслуги в области образования. Указом Президента Удмуртской Республики от 26 января 2004 г. присвоено звание «Заслуженный деятель науки Удмуртской Республики», Постановлением Правительства Удмуртской Республики от 23 октября 1996 г. № 698 присвоено звание «Лауреат Государственной премии Уд-

муртской Республики за исследование «Выведение нового сорта овса Улов и разработка технологии его возделывания», Указом Президента Удмуртской Республики № 189 от 15 октября 2013 г. – «Лауреат Государственной премии Удмуртской Республики в области науки и технологий» за работу «Разработка и внедрение в производство культиваторов». Указом Президента Российской Федерации от 31 марта 2014 г. награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени. Указом Главы Удмуртской Республики № 207 от 31 октября 2016 г. – «Лауреат Государственной премии Удмуртской Республики в области науки и технологий» за «Разработку и реализацию адаптивных технологий возделывания полевых культур, обеспечивающих стабильное производство продукции растениеводства и повышение плодородия почв». Ветеран труда.

Список литературы

1. Фатыхов Ильдус Шамилевич: библиографический указатель научных, учебных и нормативно-технических работ за 1981–2013 гг. / Сост. Р. В. Санталова; науч. ред. И. Ш. Фатыхов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – 142 с.

УДК 633/635(092)

Р. Р. Исмагилов

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

ВКЛАД ПРОФЕССОРА И. Ш. ФАТЫХОВА В АГРОНОМИЧЕСКУЮ НАУКУ И ПОДГОТОВКУ НАУЧНЫХ КАДРОВ БАШКОРТОСТАНА

Изложены факты научной и организаторской деятельности известного ученого, профессора И. Ш. Фатыхова. Его вклад в развитие агрономической науки и внедрение инновационных технологий, подготовку научных кадров для Башкортостана.

Профессор Фатыхов Ильдус Шамилевич – известный ученый-растениевод и талантливый организатор аграрной науки. Он, будучи проректором по науке и заведующим кафедрой растениеводства Ижевской сельскохозяйственной академии, внес весомый вклад в развитие аграрной науки Удмуртской Республики. Его научная работа направлена на разработку технологии возделывания основных полевых культур в республике, в частности, ячменя, пшеницы, овса, гороха, льна, рапса, многолетних бобовых трав, картофеля и конопли. Ильдус Шамилевич со своими учениками опубликовал более 550 научных трудов, в том числе 144 статьи в рецензируемых журналах. Много сил и своих знаний отдает подготовке научных кадров. Его научная школа «Селекция и разработка энерго- и ресурсосберегающих адаптивных технологий возделывания полевых культур» состоит из подготовленных им 35 кандидатов и докторов наук. Наряду с активной научной и педагогической деятельностью профессор И. Ш. Фатыхов, зная состояние и запросы сельскохозяйственного производства, постоянно консультирует специалистов, пропагандирует и внедряет инновационные разработки в производство. Один яркий пример: в колхозе имени Мичурина Вавожского района им организован филиал кафедры растениеводства на производстве. Бывая в этом хозяйстве, я имел возможность убедиться, каких огромных успехов достигло производство благодаря совместной творческой работе руководства хозяйства с профессором Фатыховым. В настоящее время СХПК «Колхоз» имени Мичурина по праву является лидером в Удмуртской Республике по урожайности полевых культур и продуктивности дойного стада.

Благодаря огромной трудоспособности и организованности Ильдус Шамилевич не ограничивается работой только в своей родной республике, он также вносит вклад в развитие агрономической науки в соседних регионах страны, в частности, в Республике Башкортостан. И. Ш. Фатыхов начал свое знакомство с республикой и работу в ней еще в 2000 г. В 2001 г. в диссертационном совете Д. 220.003.01 при Башкирском ГАУ успешно защитила кандидатскую диссертацию его аспирантка Н. И. Касаткина. Сам он защитил докторскую диссертацию «Научные основы адаптивной технологии возделывания ярового ячменя в Уральском регионе Нечерноземной зоны России». Диссертационная работа была посвящена новому направлению ведения растениеводства, а именно разработке принципов и способов адаптации технологии возделывания ячменя. Будучи официальным оппонентом, я высоко оценил данную работу. В последующем Ильдус Шамилевич, став членом диссертационного совета в Башкирском ГАУ, подключился в качестве оппонента к аттестации молодых ученых Республики Башкортостан, активно работал в диссертационном совете, задавая соискателям профессиональные вопросы и участвуя в обсуждении диссертационных работ. Его замечания и пожелания были полезными для аспирантов при подготовке диссертационной работы. Кроме того, ряд аспирантов Башкирского ГАУ (Гумеров И. М., Ахиярова Л. М.) прошли предварительное рассмотрение диссертационных работ на кафедре растениеводства, возглавляемой профессором И. Ш. Фатыховым, и успешно защитились в диссертационном совете ДМ 220 030 02 при Ижевской ГСХА. Многие из кандидатов и докторов наук успешно работают в научных и высших учебных заведениях, в том числе в Башкирском ГАУ, сельскохозяйственных административных органах и на производстве.

И. Ш. Фатыхов неоднократно приглашал ученых Башкирского ГАУ на научно-практические конференции для изучения и принятия опыта ведения растениеводства в СХПК «Колхоз» имени Мичурина.

Научные работы и учебные пособия профессора И. Ш. Фатыхова широко используются в учебном процессе по направлению Агрономия 35.03.04 при изучении дисциплин «Растениеводство», «Инновационная технология возделывания сельскохозяйственных культур», «Управление продуктивностью и качеством продукции растениеводства». Особенно популярными являются учебные пособия и монографии, написанные в соавторстве с уче-

никами: «Производство льна-долгунца в Среднем Предуралье», «Микроудобрения и формирование урожайности рапса в Среднем Предуралье», «Приемы возделывания многолетних бобовых трав в Среднем Предуралье», «Повышение эффективности льноводства», «Овес посевной в адаптивном растениеводстве Среднего Предуралья» и «Лён масличный в Среднем Предуралье». Ученые и специалисты республики получают новую информацию из статей, опубликованных в журнале «Вестник Башкирского государственного аграрного университета», где профессор И. Ш. Фатыхов и его ученики осуществили 10 оригинальных публикаций.

И. Ш. Фатыхов, по мере возможности, вносит свою лепту в практику растениеводства Республики Башкортостан, участвуя в различных семинарах и научно-практических конференциях, проводимых в республике. Так, профессора И. Ш. Фатыхов и Е. В. Корепанова в Уфе в рамках XXX Международной выставки «АгроКомплекс» (17–20 марта 2020 г.) участвовали в круглом столе «Умные технологии в растениеводстве: новые подходы и решения». Ильдус Шамилевич выступил с докладом о технологии возделывания льна. На возделывание льна как маргинальной культуры в последние годы в республике обращается большое внимание со стороны производителей, и поэтому выступления И. Ш. Фатыхова и Е. В. Корепановой были полезными и вызвали у участников круглого стола большой интерес. За последние два года посевные площади льна в республике увеличились почти в два раза и составляют около 80 тыс. га.

Мы надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество профессора И. Ш. Фатыхова с научным сообществом и специалистами растениеводства Республики Башкортостан. В этот знаменательный день от всей души желаем Ильдусу Шамилевичу дальнейшей плодотворной работы и новых достижений в науке, крепкого здоровья и благополучия.

УДК 633/635:001(092)(470.51)

Н. И. Касаткина

Удмуртский НИИСХ – филиал УдмФИЦ УрО РАН

НАУЧНАЯ ШКОЛА ПРОФЕССОРА ИЛЬДУСА ШАМИЛЕВИЧА ФАТЫХОВА В УДМУРТСКОМ НИИСХ УДМФИЦ УРО РАН

За период с 2001 по 2023 гг. под научным руководством И. Ш. Фатыхова научными сотрудниками Удмуртского НИИСХ – филиала УдмФИЦ УрО РАН подготовлено две докторские и семь кандидатских диссертаций, связанных с разработкой современных адаптивных технологий возделывания основных полевых культур в Среднем Предуралье.

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор Ильдус Шамилевич Фатыхов помимо своей основной деятельности в ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (ныне Удмуртский ГАУ) успешно осуществлял и осуществляет в настоящее время огромную работу по подготовке научных кадров в Удмуртском НИИСХ – филиале УдмФИЦ УрО РАН. С его именем связана разработка современных адаптивных технологий возделывания практически всех основных полевых культур в Среднем Предуралье. За период с 2001 по 2023 гг. под научным руководством И. Ш. Фатыхова научными сотрудниками Удмуртского НИИСХ подготовлено две докторские и семь кандидатских диссертаций (табл. 1).

Таблица 1 – Подготовка научных кадров научными сотрудниками Удмуртского НИИСХ – филиала УдмФИЦ УрО РАН

| ФИО | Год за-щиты | Тема диссертации |
|--|--------------------|--|
| Кандидатские диссертации | | |
| 1. Касаткина Надежда Ивановна | 2001 | Приемы возделывания клевера лугового раннеспелого биотипа на семена в условиях Среднего Предуралья |
| 2. Туктарова Надежда Григорьевна | 2002 | Приемы возделывания озимой пшеницы в Среднем Предуралье |
| 3. Степанова Маргарита Анатольевна | 2005 | Реакция сортов овса посевного на абиотические условия в Среднем Предуралье |
| 4. Торбина (Перемечева) Ирина Валерьевна | 2007 | Реакция сортов озимой пшеницы на абиотические условия в Среднем Предуралье |
| 5. Нелюбина Жанна Сергеевна | 2008 | Реакция многолетних бобовых и мятликовых трав в агрофитоценозах на абиотические условия в Среднем Предуралье |

| ФИО | Год защиты | Тема диссертации |
|----------------------------------|------------|--|
| 6. Курьлева Алевтина Григорьевна | 2012 | Реакция яровой пшеницы и ячменя на фунгициды и биологические препараты в Среднем Предуралье |
| 7. Мухаметшин Ильназ Галиевич | 2018 | Сравнительная продуктивность сортов картофеля и влияние предпосадочной обработки клубней на урожайность в условиях Среднего Предуралья |
| Докторские диссертации | | |
| 1. Касаткина Надежда Ивановна | 2022 | Формирование адаптивных агроценозов многолетних бобовых трав при возделывании на семена в Среднем Предуралье |
| 2. Нелюбина Жанна Сергеевна | 2023 | Формирование адаптивных агроценозов многолетних трав при возделывании на корм в Уральском регионе Нечерноземной зоны России |

Проведенные в Удмуртском НИИСХ исследования под научным руководством доктора наук, профессора Ильдуса Шамилевича Фатыхова позволили получить следующие результаты:

Н. И. Касаткиной в 1995–2000 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Среднего Предуралья изучены приемы возделывания клевера лугового двуукосного Трио и Пеликан на семена. Разработана технология возделывания клевера лугового двуукосного на семена с уровнем продуктивности 200–300 кг/га. Установлена лучшая покровная культура (яровая пшеница) и ее норма высева (4,2 млн), определен оптимальный способ подпокровного посева клевера лугового (обычный рядовой, 15 см) и норма высева (4,0 млн). Рекомендованы приемы предпосевной обработки семян и меры ухода за травостоем, способ и срок уборки семенного посева клевера лугового двуукосного [1, 2].

Н. Г. Туктаровой в 1997–2001 гг. для озимой пшеницы Памяти Федина выявлено влияние срока посева, нормы высева и приемов осеннего ухода за посевами на перезимовку и урожайность. Определены оптимальный способ и срок уборки, их влияние на урожайность и качество зерна. Установлено действие приемов весенне-летнего ухода за посевами на развитие болезней, урожайность и качество зерна. Дано научное обоснование полученной урожайности ее структурой, показателями фотосинтетической деятельности, данными энергетической и экономической эффективности [24, 25, 26].

Исследованиями М. А. Степановой в 1996–2002 гг. в условиях Среднего Предуралья выявлена реакция сортов овса посева-

ного Улов, Аргамак, Галоп на абиотические условия, нормы высева и фоны минеральных удобрений, установлена эффективная норма высева и срок уборки при возделывании на монокультурном дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве разного уровня окультуренности. Дана качественная оценка зерна изучаемых сортов овса [23, 27].

И. В. Торбиной (Перемечевой) в 2000–2006 гг. выявлена реакция сортов озимой пшеницы Казанская 285, Волжская 16, Памяти Федина на абиотические условия; сортов Казанская 285, Волжская 16 и Московская 39 – на сроки посева; выявлена эффективность биологического препарата Фитоспорин М в технологии возделывания озимой пшеницы Казанская 285. Показана экономическая и энергетическая эффективность изучаемых технологических приемов возделывания озимой пшеницы [21, 22, 29, 30].

В исследованиях, проведенных в 2002–2007 гг. Ж. С. Нелюбиной, выявлена реакция многолетних бобовых и мятликовых трав – люцерны изменчивой, клевера лугового, лядвенца рогатого, козлятника восточного, тимофеевки луговой, костреца безостого в агрофитоценозах на метеорологические условия вегетационного периода. Дано научное обоснование полученной урожайности ее структурой, показателями фотосинтетической деятельности, динамикой накопления надземной биомассы, ботаническим составом агроценозов, результатами энергетической и экономической оценки. Определена кормовая ценность различных агрофитоценозов многолетних трав, их устойчивость и продуктивное долголетие [16, 28].

Исследованиями, проведенными А. Г. Курылевой в 2004–2009 гг. на средне и хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья, изучена реакция яровой пшеницы Ирень и ячменя Раушан на фунгициды и биологические препараты при предпосевной обработке семян и опрыскивании растений. Выявлена эффективность фунгицидов и биологических препаратов при разных способах применения в технологии возделывания яровой пшеницы Ирень и ячменя Раушан. Полученная урожайность научно обоснована ее структурой, показателями фотосинтетической деятельности, качеством зерна, распространенностью и развитием болезней, биологической, экономической и энергетической эффективностью [8, 9, 10, 11, 12].

И. Г. Мухаметшиным в 2012–2017 гг. проведена сравнительная оценка сортов картофеля по урожайности клубней, выявлена их реакция формированием урожайности клубней на предпоса-

дочную обработку клубней инсектофунгицидом и микроудобрениями. Рассчитана экономическая и энергетическая эффективность предпосадочной обработки клубней инсектофунгицидом и микроудобрениями в технологии возделывания сортов картофеля разных групп спелости [14, 15, 31].

Далее профессор Фатыхов на этом не остановился и начал активную работу по подготовке в Удмуртском НИИСХ докторских диссертаций. В итоге Н. И. Касаткиной в результате многолетних исследований (1995–2017 гг.) дано теоретическое и научное обоснование приемам технологии возделывания многолетних бобовых трав – клевера лугового ди- и тетраплоидного, люцерны изменчивой, козлятника восточного, лядвенца рогатого, обеспечивающим формирование агроценозов данных культур с высокой семенной продуктивностью. Урожайность семян сортов многолетних бобовых трав научно обоснована элементами ее структуры, показателями фотосинтетической деятельности посевов и их фитосанитарным состоянием, дана оценка химическому составу и посевным качествам семян в урожае. Определены экологическая пластичность и стабильность урожайности семян сортов многолетних бобовых трав, установлены сорта клевера лугового и люцерны изменчивой, адаптированные к абиотическим условиям Среднего Предуралья, имеющие высокую урожайность семян. Дана энергетическая и экономическая оценки рекомендуемым приемам адаптивных технологий возделывания многолетних бобовых трав на семена. На основе экспериментальных исследований для современных сортов клевера лугового, люцерны изменчивой, козлятника восточного, лядвенца рогатого предложены сельхозтоваропроизводителям адаптивные технологии их возделывания, способствующие получению высокой семенной продуктивности на дерново-подзолистой суглинистой почве Среднего Предуралья [3–7].

Ж. С. Нелюбиной на основании исследований, проведенных в 2002–2022 гг. в условиях Уральского региона Нечерноземной зоны России на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, дано научное обоснование адаптивных технологий возделывания современных сортов многолетних бобовых и мятликовых трав в одновидовых и смешанных агрофитоценозах качественно нового видового состава с целью получения стабильных урожаев высокопитательных кормов. В работе выявлены особенности роста и развития растений, их фотосинтетическая деятельность, динамика накопления сухой над-

земной биомассы, ботанический состав агрофитоценозов. Определена экологическая пластичность и стабильность сортов клевера лугового и люцерны изменчивой. Установлена реакция видов и сортов многолетних трав на абиотические факторы формированием урожайности. Выявлено влияние многолетних трав на агрохимические и агрофизические свойства пахотного слоя дерново-подзолистой почвы. Дана энергетическая и экономическая оценка возделывания клевера лугового, люцерны изменчивой, лядвенца рогатого в одновидовых посевах и травосмесях [7, 13, 16–20].

Таким образом, за период с 2001 по 2023 гг. под научным руководством Ильдуса Шамилевича Фатыхова сотрудниками Удмуртского НИИСХ – филиала УдмФИЦ УрО РАН подготовлено две докторские и семь кандидатских диссертаций.

Список литературы

1. Захаренко, А. В. Возделывание клевера лугового на семена в Предуралье / А. В. Захаренко, Ю. Н. Зубарев, И. Ш. Фатыхов, Н. И. Касаткина // Известия ТСХА. – 2002. – № 2. – С. 81–97.
2. Зубарев, Ю. Н. Адаптивные приемы возделывания клевера лугового раннеспелого биотипа на семена в Предуралье: монография / Ю. Н. Зубарев, И. Ш. Фатыхов, Н. И. Касаткина. – Пермь: ПГСХА. – 2001. – 103 с.
3. Касаткина, Н. И. Семенная продуктивность многолетних бобовых трав в зависимости от способа посева / Н. И. Касаткина, Ж. С. Нелюбина, И. Ш. Фатыхов // Вестник Башкирского ГАУ. – 2019. – № 4 (52). – С. 31–37.
4. Касаткина, Н. И. Способ и срок уборки многолетних бобовых трав на семена / Н. И. Касаткина, И. Ш. Фатыхов // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 1 (192). – С. 2–9.
5. Касаткина, Н. И. Длительность использования семенных травостоев многолетних бобовых трав / Н. И. Касаткина, Ж. С. Нелюбина, И. Ш. Фатыхов // Известия ТСХА. – 2021. – № 4. – С. 51–62.
6. Касаткина, Н. И. Влияние погодных условий и способа посева на семенную продуктивность клевера лугового в Среднем Предуралье / Н. И. Касаткина, Ж. С. Нелюбина, И. Ш. Фатыхов // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2021. – Т. 59. № 2. – С. 178–185.
7. Kasatkina, N. I. Influence of abiotic factors of the Middle Cis-Urals on fodder and seed productivity of bird's-foot trefoil / N. I. Kasatkina, Zh.S. Nelyubina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Volume 1010 (2022). – 012006.
8. Курылева, А. Г. Эффективность биопрепаратов и фунгицидов при предпосевной обработке семян яровой пшеницы Ирень / А. Г. Курылева, И. Ш. Фатыхов // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 12. – С. 17–19.

9. Курылева, А. Г. Эффективность предпосевной обработки семян ячменя / А. Г. Курылева, И. Ш. Фатыхов // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 21–22.
10. Курылева, А. Г. Влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / А. Г. Курылева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2012. – № 1. – С. 19–23.
11. Курылева, А. Г. Экономическая, энергетическая и биологическая эффективность применения биопрепаратов и фунгицидов при предпосевной обработке семян ячменя Раушан / А. Г. Курылева, И. Ш. Фатыхов // Вестник БГАУ. – 2012. – № 1. – С. 15–19.
12. Курылева, А. Г. Реакция яровой пшеницы и ячменя на биопрепараты и фунгициды в условиях Среднего Предуралья: монография / А. Г. Курылева, И. Ш. Фатыхов, Л. А. Толканова, М. В. Курылев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА; ФГБНУ Удмуртский НИИСХ, 2016. – 127 с.
13. Леднёв, А. В. Анализ состояния и перспективы развития кормопроизводства в Удмуртской Республике / А. В. Леднёв, Н. И. Касаткина, Ж. С. Нелюбина, Р. А. Файзуллин // Аграрный вестник Урала, 2023. – № 5. – С. 26–35.
14. Мухаметшин, И. Г. Реакция сортов картофеля на предпосадочную обработку клубней / И. Г. Мухаметшин, И. Ш. Фатыхов, Д. Н. Власевский // Достижения науки и техники АПК, 2015. – № 1. – С. 30–33.
15. Мухаметшин, И. Г. Эффективность применения инсекто- и фунгицидов при предпосадочной обработке клубней картофеля разных групп спелости / И. Г. Мухаметшин, И. Ш. Фатыхов, Д. Н. Власевский // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 22–27.
16. Нелюбина, Ж. С. Агрофитоценозы многолетних бобовых и мятликовых трав в Среднем Предуралье: монография / Ж. С. Нелюбина, И. Ш. Фатыхов, Н. И. Касаткина. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА; ФГБНУ Удмуртский НИИСХ, 2014. – 145 с.
17. Нелюбина, Ж. С. Фотосинтетическая деятельность лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) в зависимости от агротехнических приемов / Ж. С. Нелюбина, Н. И. Касаткина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 6 (67). – С. 96–101.
18. Нелюбина, Ж. С. Возделывание многолетних трав как фактор улучшения структуры и водопрочности пахотного слоя дерново-подзолистых почв Удмуртской Республики / Ж. С. Нелюбина, И. Ш. Фатыхов // Агротехнический вестник, 2019. – № 4. – С. 32–34.
19. Нелюбина, Ж. С. Зависимость продуктивности козлятника восточного и лядвенца рогатого от способа посева / Ж. С. Нелюбина, И. Ш. Фатыхов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 4. – С. 49–52.
20. Нелюбина, Ж. С. Кормовая питательность и продуктивность агрофитоценозов многолетних трав на основе клевера лугового тетраплоидного в условиях

Среднего Предуралья / Ж. С. Нелюбина, Н. И. Касаткина, И. Ш. Фатыхов // Кормопроизводство, 2020. – № 7. – С. 18–22.

21. Перемечева, И. В. Влияние предпосевной обработки семян и осеннего опрыскивания фунгицидами и биопрепаратами на урожайность озимой пшеницы Казанская 285 / И. В. Перемечева, И. Ш. Фатыхов, Т. А. Бабайцева // Вестник СГАУ им. Н. И. Вавилова. – 2007. – № 2. – С. 21–23.

22. Перемечева, И. В. Урожайность озимой пшеницы при разных сроках посева / И. В. Перемечева, И. Ш. Фатыхов, Т. А. Бабайцева // Аграрная наука Северо-Востока, 2007. – № 9. – С. 33–37.

23. Степанова, М. А. Реакция сортов овса на уровень интенсивности фона возделывания / М. А. Степанова // Аграрная наука Северо-Востока, 2004. – № 5. – С. 14–17.

24. Фатыхов, И. Ш. Влияние приемов ухода за посевами на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Западном Предуралье / И. Ш. Фатыхов, Л. А. Толканова, Н. Г. Туктарова // Современному земледелию – адаптивные технологии: труды науч.-практ. конф. – Ижевск: Шеп, 2001. – С. 239–240.

25. Фатыхов, И. Ш. Влияние метеорологических условий на перезимовку озимой пшеницы Памяти Федина / И. Ш. Фатыхов, Л. А. Толканова, Н. Г. Туктарова // Аграрная наука – состояние и проблемы: труды региональной науч.-практ. конф. – Ижевск: Шеп, 2001. – Т. 2. – С. 115–117.

26. Фатыхов, И. Ш. Озимая пшеница в адаптивной земледелии Среднего Предуралья: монография / И. Ш. Фатыхов, Л. А. Толканова, Н. Г. Туктарова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2005. – 153 с.

27. Фатыхов, И. Ш. Овес посевной в адаптивном растениеводстве Среднего Предуралья: монография / И. Ш. Фатыхов, В. Г. Колесникова, М. А. Степанова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. – 190 с.

28. Фатыхов, И. Ш. Агрофитоценозы на основе многолетних трав / И. Ш. Фатыхов, Н. И. Касаткина, Ж. С. Нелюбина // Кормопроизводство, 2007 – № 2. – С. 11–13.

29. Фатыхов, И. Ш. Роль метеорологических факторов в формировании урожайности сортов озимой пшеницы в Среднем Предуралье / И. Ш. Фатыхов, И. В. Перемечева // Зерновое хозяйство, 2007. – № 2. – С. 11–12.

30. Фатыхов, И. Ш. Формирование урожайности сортов озимой пшеницы в Среднем Предуралье: монография / И. Ш. Фатыхов, Т. А. Бабайцева, И. В. Перемечева. – Ижевск, 2009. – 197 с.

31. Фатыхов, И. Ш. Реакция сортов картофеля на абиотические условия и предпосадочную обработку клубней в Среднем Предуралье: монография / И. Ш. Фатыхов, И. Г. Мухаметшин. – Ижевск, 2020. – 128 с.

РАСТЕНИЕВОДСТВО, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, СЕЛЕКЦИЯ

УДК 633.112.9"324"

Э. Ф. Вафина, М. А. Ложкин

Удмуртский ГАУ

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТЕБЛЕСТОЯ СОРТАМИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

На основании двухлетних данных проведен анализ динамики формирования продуктивного стеблестоя сортами озимой тритикале Ижевская 2 и Бета. Сорт Ижевская 2 имел большую энергию кущения, а также более высокую долю продуктивных стеблей перед уборкой от общего количества стеблей в весенний период.

Озимые культуры в силу своих биологических особенностей часто подвергаются различным неблагоприятным внешним воздействиям в зимний, ранневесенний периоды. Устойчивость к неблагоприятным условиям связана со сложными физиологическими процессами, протекающими в растительном организме. Кроме того, гибель озимых может быть связана с осенней засухой, слабой закалкой поздних посевов, сильными морозами в малоснежные зимы, резкими колебаниями температур, мощным снежным покровом, застоём воды на поверхности почвы, несоблюдением приемов технологии возделывания. Часто гибель наступает от совместного действия нескольких факторов. В связи с этим осенне-зимне-весенний период, влияющий на состояние, рост, развитие и урожайность культуры является ключевым в онтогенезе озимых зерновых. Многие исследователи связывают зимостойкость с наследственными факторами [1, 2, 4].

В Удмуртской Республике среди озимых культур лидирующая позиция принадлежит ржи, на втором месте пшеница, затем тритикале [5]. Тритикале – относительно молодая культура, обладающая довольно высоким потенциалом в условиях региона [3]. По мнению П. И. Степочкина [6], «зимостойкость – одно из важнейших биологических свойств озимой тритикале, которое позволяет получать стабильный урожай в условиях Западной Сибири».

Цель исследования – выявить особенности формирования стеблестоя сортами озимой тритикале в Удмуртской Республике.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели был заложен и проведен полевой опыт с двумя сортами озимой тритикале Ижевская 2 и Бета. Оба сорта включены в реестр и допущены к возделыванию по Удмуртской Республике.

Результаты исследования. По температурному режиму в 2020–2021 гг. период с сентября по январь не имел сильных отклонений (от $-1,3$ до $+1,8$ °С) от среднеголетних значений (рис. 1). В феврале отклонение фактической температуры составило $-5,3$ °С. При этом все месяцы осеннего, зимнего и ранневесеннего периодов характеризовались меньшим количеством по сравнению со среднеголетним значением выпавших осадков. Исключением был январь, где выпало 877 % осадков от нормы. За осенне-весенний период 2021–2022 гг. осадков в основном выпало больше нормы, за исключением октября и марта. По среднесуточной температуре воздуха наблюдали небольшие отклонения от нормы $+1,9...-2,3$ °С, в феврале было существенное потепление – отклонение $+6,7$ °С.

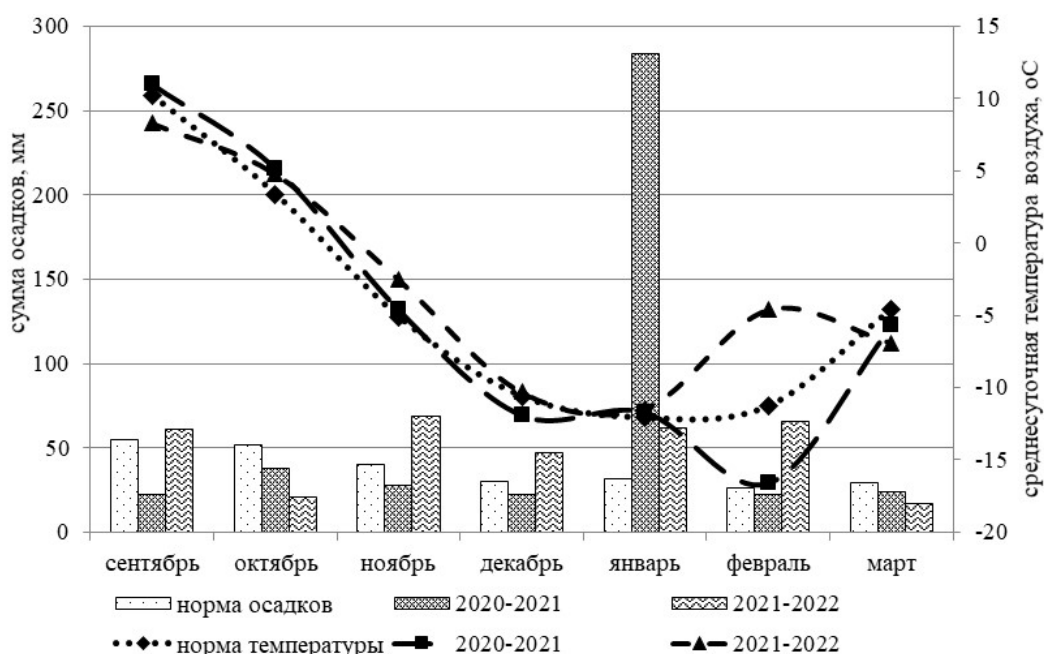


Рисунок 1 – Метеорологические условия за осенне-весенний период вегетации озимой тритикале

В оба года исследований сорт Ижевская 2 имел большее количество растений при весеннем возобновлении вегетации (рис. 2). Весной сорта озимой тритикале имели достаточно большое коли-

чество стеблей. Ижевская 2 в первый год исследования 1110 шт./м², Бета 934 шт./м², во второй год исследования – 769 и 744 шт./м² соответственно. Сорт Ижевская 2, по описанию оригинатора, относится к сортам кормового назначения, Бета – зернового, что является основанием отличия сортов по способности образовывать стебли. На количество продуктивных стеблей значительное влияние оказали метеоусловия. В 2021 г. к уборке доля продуктивных стеблей от общего их количества в весенний период составила 37–38 %, в 2022 г. 58–60 %.

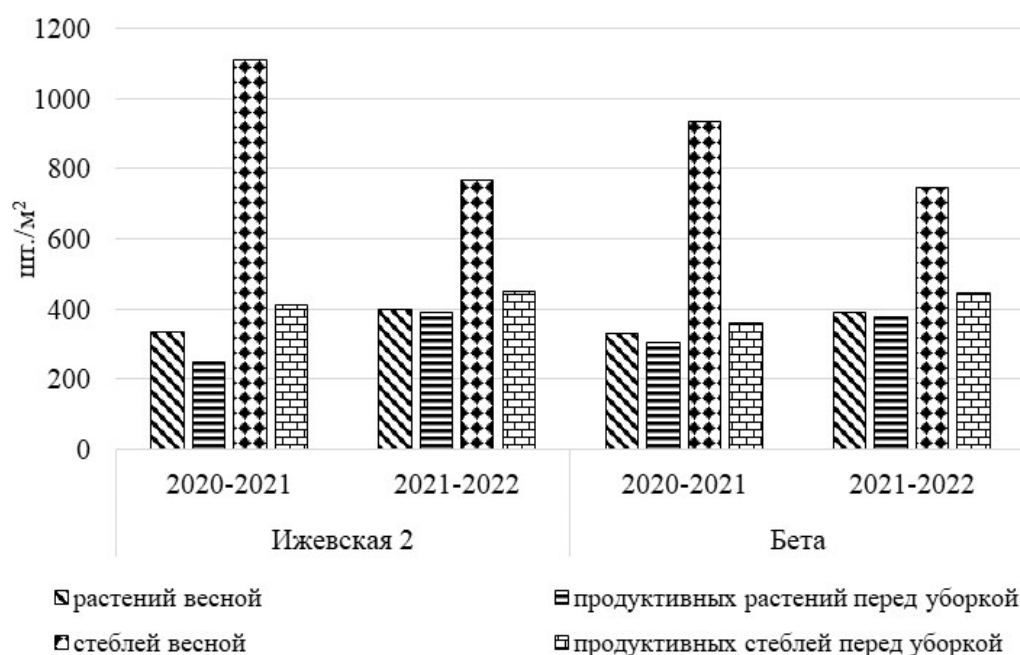


Рисунок 2 – Густота растений и стеблестой сортов озимой тритикале

Более благоприятные условия для кущения растений сортов озимой тритикале складывались в 2020–2021 гг. – кустистость от 2,84 до 3,32 (рис. 3). Не все растения и стебли выжили и принимали участие в формировании урожайности озимой тритикале. Вегетационный период 2021 г. отличался повышенной среднесуточной температурой воздуха (до + 9,7 °С от средней многолетней) и малым количеством выпавших осадков. При таких метеорологических условиях продуктивная кустистость перед уборкой у Ижевской 2 составила 1,64, у Беты 1,19. Анализируя динамику кустистости, можно отметить большую редукцию стеблей в данный год исследования. Кустистость сортов тритикале весной 2022 г. была намного ниже аналогичного показателя 2021 г. – 1,92–1,93. Что, вероятно, связано с низкими запасами продуктивной влаги в почве, сформировавшимися после лет-

ней атмосферной и почвенной засухи 2021 г. К уборке в августе 2022 г. сорта озимой тритикале не отличались по коэффициенту продуктивной кустистости 1,16–1,18.

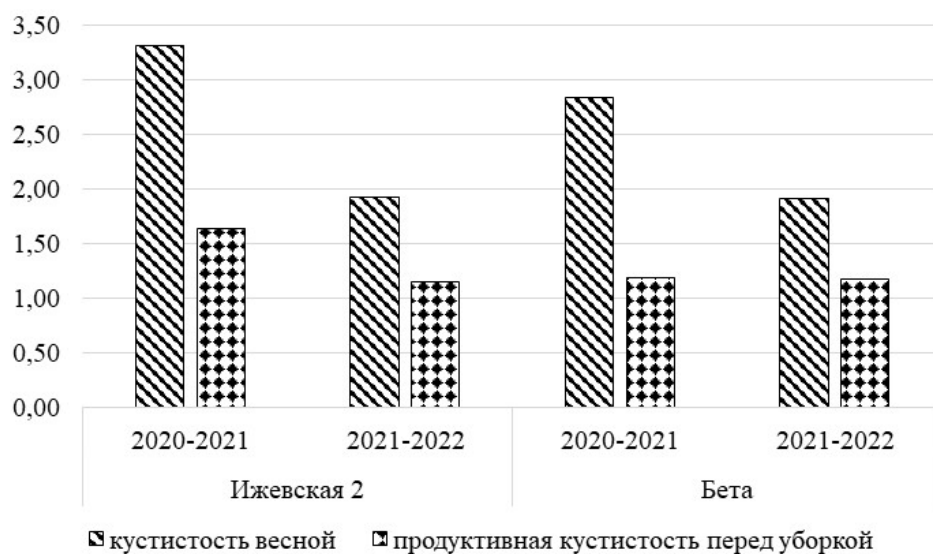


Рисунок 3 – Особенности кустистости сортов озимой тритикале

Выводы. Сорт озимой тритикале Ижевская 2 в оба года формировал большее количество растений и стеблей в период весеннего возобновления вегетации, характеризовался более высокой энергией кущения. В менее благоприятных условиях 2021 г. у него в меньшей степени проходила редукция боковых побегов.

Список литературы

1. Бабайцева, Т. А. Анализ корреляционных связей урожайности и зимостойкости сортов озимой тритикале / Т. А. Бабайцева, Т. В. Гамберова // Агрonomическому факультету Ижевской ГСХА – 60 лет: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Ижевск, 01 января 2014 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014. – С. 141–145.
2. Бабайцева, Т. А. Экологическая пластичность коллекционных образцов озимой тритикале по зимостойкости / Т. А. Бабайцева, Е. Н. Полторыдядько, Е. В. Кузнецова // *Зерновое хозяйство России*. – 2017. – № 6 (54). – С. 7–11.
3. 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, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 54–59.
4. Орловская, О. А. Оценка гибридов F4 озимого тритикале, созданных на основе образцов различного экологогеографического происхождения, по основным хозяйственно ценным признакам / О. А. Орловская, А. Н. Иванистов, К. Р. Кем // *Молекулярная и прикладная генетика*. – 2014. – Т. 17. – С. 85–90.

5. Перспективные сорта зерновых и зернобобовых культур для выращивания в Удмуртии / Т. А. Бабайцева, Э. Ф. Вафина, А. В. Мильчакова, А. И. Хамади // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 1 (73). – С. 4–15.

6. Степочкин, П. И. Перезимовка озимой тритикале в условиях Западной Сибири / П. И. Степочкин, А. В. Мединский // Аграрная наука. – 2015. – № 2. – С. 10–11.

УДК 633.112.6"321"

Р. И. Гараев, И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов
ФГБОУ ВО Казанский ГАУ

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ БЕЛКОВОСТИ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПОЛБЫ (*TRITICUM DICOCUM SCHOEVL*)

Рассмотрен применительно к области сельского хозяйства, а именно к растениеводству, и может быть использован для производства органического экологически чистого продукта, продовольственного зерна яровой пшеницы полбы.

Введение. Пшеница полба высевается в оптимальные сроки, когда почва на глубине 5 см прогревается до +5 °С. Глубина заделки семян 4 см.

Уход за посевами заключается в бороновании до появления всходов и после всходов полбы с целью уничтожения проростков сорных растений. Использование каких-либо химических препаратов полностью исключается. Уборка проводится прямым комбайнированием при полном созревании зерна пшеницы полбы.

Таким образом, новый способ возделывания пшеницы полбы имеет ряд преимущественных достоинств:

1. Возделывание яровой пшеницы полбы без применения агрохимикатов и пестицидов позволяет получать экономически оправданный, экологически чистый органический продукт, пригодный для использования как диетический, лечебно-профилактический продукт детского питания.

2. Такой способ возделывания пшеницы полбы без применения химии исключает загрязнение природы и является ресурсо-энергоэкономным, экологически чистым.

3. Данный способ выгодно отличается своей доступностью и экономичностью возделывания яровой пшеницы полбы и может быть использован сельхозпроизводителями, в том числе фермерскими и крестьянскими хозяйствами.

Исследование относится к области сельского хозяйства, а именно к растениеводству, и может быть использовано для производства органического экологически чистого продукта, продовольственного зерна яровой пшеницы полбы.

Известно, что в настоящее время в сельском хозяйстве используются различные подходы в технологии возделывания для повышения качества зерна яровой пшеницы. Одним из таких направлений является создание экологически пластичных сортов с повышенной белковостью зерна. Другое направление – это использование азотосодержащих минеральных удобрений в виде подкормок в процессе вегетации [1].

Недостатки этих подходов возделывания пшеницы полбы являются:

- процесс создания сорта с повышенной белковостью зерна длится более 7–8 лет, что требует достаточно высоких материальных затрат;

- при внесении в почву минеральных азотных удобрений происходит минерализация гумуса, что приводит к снижению плодородия почвы. Происходит угнетение полезной микрофлоры почвы, повышается риск заболеваемости корневой системы растений пшеницы фузариозом, полегание растений, что затрудняет уборку посевов и т.д.

Так, известно применение рядового посева ячменя или яровой пшеницы с общепринятыми нормами высева семян на фоне удобрений для получения зерносенажной продукции (Неттевич Э. Д., Сергеев А. В., Лызов Е. В. Зерновые фуражные культуры. – М., 1980, 234 с.) [2].

Недостатком известного способа является тот факт, что при увеличении урожайности зерносенажа проявляется обратная корреляция между ростом урожайности и содержанием белка в продукции.

Наиболее близким способом к заявленному изобретению, принятым в качестве прототипа, является способ выращивания пшеницы полбы [3], сущность которого состоит в том, что без внесения минеральных удобрений пшеницу полба высевают по предшественнику одногодичного клевера и однолетних трав (вика + овес

на зеленую массу). При этом без внесения минеральных удобрений (азота, фосфора и калия) повышается содержание белка в зерне и увеличивается сбор белка с единицы площади, а качество зерна – соответствующим требованиям ГОСТа для производства лечебно-профилактических продуктов диетического детского питания.

Недостаток данного способа возделывания полбы заключается в том, что данный агроценоз имеет недостаточную конкурентную способность по продуктивности по сравнению с посевами, где вносились удобрения на планируемый уровень урожайности в 3 т зерна с га. Однако затраты на агрохимикаты, включая средства защиты растений, ведет к снижению уровня рентабельности.

Цель – повышение белковости зерна яровой пшеницы полбы.

Новое технологическое решение реализуется следующим образом. Пшеницу полбу высевают в оптимальные сроки, когда почва на глубине 5 см прогревается до +5 °С. Глубина заделки семян 4 см. Отличительным признаком является, что культуру размещают по следующим предшественникам:

- 1) клевер одногодичный;
- 2) озимая рожь после чистого пара;
- 3) однолетние травы (вика + овес на зеленую массу);
- 4) яровая мягкая пшеница.

Уход за посевами заключается в следующем: боронование до появления всходов и после всходов полбы с целью уничтожения проростков сорных растений. Использование каких-либо химических препаратов полностью исключается. Уборка проводится прямым комбайнированием при полном созревании зерна пшеницы полбы.

Результаты опытной проверки, подтверждающие заявленные технические результаты, сведены в таблицы 1, 2.

Таблица 1 – Урожайность пшеницы полбы сорта Средневолжская в зависимости от предшественников (ср. за 2019–2021 г.)

| Фон питания | Предшественник | Урожайность, т/га | | | | Прибавка к контролю, т/га |
|----------------------------------|---------------------|-------------------|---------|---------|----------------------|---------------------------|
| | | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Среднее 2019–2021 г. | |
| Естественный фон (без удобрений) | Клевер одногодичный | 1,98 | 1,60 | 1,91 | 1,91 | 0,22 |
| | Озимая рожь | 1,59 | 1,43 | 1,65 | 1,65 | — |
| | Вика + овес на з/к | 1,83 | 1,58 | 2,0 | 1,80 | 0,07 |
| | Яровая пшеница | 1,36 | 1,36 | 1,72 | 1,52 | -0,13 |
| НСР _{0,5} | | 0,085 | 0,044 | 0,040 | | |

Таблица 2 – Качество зерна пшеницы полбы в зависимости от предшественника (ср. за 2019–2021 г.)

| Фон питания | Предшественник | Масса 1000 зерен, г | Содержание белка, % | Сбор белка с 1 га, кг | Пленчатость | Выход чистого зерна, кг/га |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------|----------------------------|
| Естественный фон (без удобрений) | Клевер одногодичный | 33,9 | 15,4 | 294,1 | 23,9 | 1454 |
| | Озимая рожь | 33,1 | 14,3 | 236,0 | 24,3 | 1249 |
| | Вика + овес на з/к | 33,6 | 15,1 | 271,8 | 24,2 | 1364 |
| | Яровая пшеница | 32,0 | 13,9 | 211,3 | 24,8 | 1143 |

Заключение. Пшеницу полбу высевают в оптимальные сроки, когда почва на глубине 5 см прогревается до +5 °С. Глубина заделки семян 4 см. Культуру размещают по следующим предшественникам:

- 1) клевер одногодичный;
- 2) озимая рожь после чистого пара;
- 3) однолетние травы (вика + овес на зеленую массу);
- 4) яровая мягкая пшеница.

Уход за посевами заключается в следующем: боронование до появления всходов и после всходов полбы с целью уничтожения проростков сорных растений. Использование каких-либо химических препаратов полностью исключается. Уборка проводится прямым комбайнированием при полном созревании зерна пшеницы полбы.

Список литературы

1. Предшественники – важный фактор повышения качества зерна яровой пшеницы полбы (*triticum dicocum schuebl*) в условиях Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, А. Р. Сержанова, Р. И. Гараев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Казань, 2021. – С. 628–636.
2. Урожайные свойства и качество семян яровой пшеницы в зависимости от фона питания в условиях Республики Татарстан / И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов, А. Р. Сержанова, Р. И. Гараев // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – № 2 (53). – С. 52–57.
3. Шайхутдинов, Ф. Ш. Влияние отдельных факторов интенсификации на урожайные свойства и изменение посевных качеств семян яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Гараев // Устойчивое развитие сельского хозяйства: материалы научно-практической конференции. – Казань: издательство Казанского ГАУ. – 2016. – С. 115–120.

4. Гараев, Р. И. Посевные качества семян яровой пшеницы, выращенные в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р. И. Гараев, И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов // Биологические и экологические проблемы совершенного земледелия и роль аграрной науки в его развитии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. А. Зиганшина. – Казань: Казанский ГАУ, 2016. – С. 19–25.

5. Карпова, Л. В. Модификационное воздействие агротехнических приемов на качество семян зерновых культур и прогнозирование их потенциальных возможностей в условиях Среднего Поволжья / Л. В. Карпова // Известия Оренбургского ГАУ. – 2009. – Т. 1. – С. 13–15. – № 3 (37). – С. 108–111.

УДК 633.854.54:581.192

**В. Н. Гореева¹, Е. В. Корепанова¹, И. Ш. Фатыхов²,
Г. Р. Галиева¹, Ч. М. Исламова¹**

¹*Удмуртский ГАУ*

²*Колхоз (СХПК) им. Мичурина*

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА МАСЛА И БЕЛКА СЕМЯН СОРТОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

В результате исследований было выявлено, что сорт льна масличного ЛМ-98 с желтой окраской семян в составе масла имел больше на 0,2 % стеариновой и на 3,5 % линоленовой кислоты, в составе белка – относительно больше на 0,1 % треонина, на 0,08 % валина, на 0,04 %, на 0,11 % лейцина и изолейцина, на 0,05 % фенилаланина и на 0,11 % лизина и всех заменимых аминокислот.

Актуальность. Лен является ценной культурой, которая широко используется в промышленности для получения технического масла и растительного белка, для животноводства [3, 4, 6]. В последнее время в мире растет интерес к использованию льняного масла в пищу в связи с его лечебными свойствами, обусловленными высоким содержанием линоленовой кислоты [9, 10]. Доля α -линоленовой кислоты достигает 45–50 % и выше, что делает масло очень неустойчивым к окислению [2]. Поэтому в 1979 г. содружеством по научным и промышленным исследованиям (CSIRO) были начаты исследования по созданию льна с жирнокислотным профилем масла, пригодного для использования на пищевые цели. В результате этой работы появилась торговая марка Linola™ с мутацией низкого содержания α -линоленовой кислоты

в масле – около 2 %. Данный продукт был позиционирован как источник пищевого масла [11]. В современной практике семена льна используются как источники полисахаридов, при этом не учитываются жирно-кислотный состав и соотношение омега-6 и омега-3 полиненасыщенных жирных кислот.

Семена льна масличного содержат до 30 % белка, по качеству близкого к идеальному [5, 7]. Белок семян льна масличного содержит все незаменимые аминокислоты и характеризуется как полноценный [1].

В последнее десятилетие выведено большое количество новых сортов с различным аминокислотным и жирно-кислотным составом, содержание данных биологически активных соединений недостаточно изучено [8].

Цель наших исследований – проведение сравнительного анализа жирно-кислотного состава масла и аминокислотного состава семян сортов льна масличного ВНИИМК 620 и ЛМ-98 в условиях Среднего Предуралья.

Материалы и методы. Исследования по изучению продуктивности сортов льна масличного проводились в УНПК Агротехнопарк Ижевской ГСХА в 2022 г. Одной из задач исследований являлось – провести сравнительный анализ качественного состава семян. Для сравнительного анализа жирно-кислотного состава масла и аминокислотного состава белка были выбраны два сорта льна – ВНИИМК 620 с коричневой окраской семян и ЛМ-98 с желтой окраской семян пищевого направления использования. Эксперименты проводились на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с низким содержанием гумуса, повышенным и высоким содержанием фосфора и калия, слабокислой реакцией почвенного раствора. В период вегетации складывались относительно благоприятные метеорологические условия. В первой половине вегетации выпало осадков больше нормы и это сочеталось с среднесуточной температурой на уровне среднемноголетней. Во второй половине вегетации установилась теплая и умеренно-влажная погода. Жирно-кислотный состав масла определялся в лаборатории ВНИИ жиров, аминокислотный состав белка семян – в лаборатории Брянского ГАУ по общепринятым методикам.

Результаты исследований. Жирно-кислотный состав масла семян сортов льна масличного представлен 10 жирными кислотами: пальметиновая, пальмитолеиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидовая, гондаиновая, бегеновая,

лигноцериновая (табл. 1). Наибольшую концентрацию из представленных жирных кислот в масле в среднем по обоим сортам льна имели – линоленовая (56,4 %), олеиновая (21,7 %), линолевая (14,5 %), пальмитиновая (4,9 %) и стеариновая (3,6 %) жирные кислоты. Лигноцериновой жирной кислоты обнаружены только следы. Остальные представленные жирные кислоты – пальмитолеиновая, арахидиновая, гандоидиновая, бегеновая – не превышали 0,1–0,2 %.

Сорт льна масличного ЛМ-98 пищевого направления использования с желтой окраской семян в составе масла имел больше на 0,2 % стеариновой и на 3,5 % линоленовой кислоты, меньше на 0,5 % пальмитиновой, на 1,7 % олеиновой, на 1,5 % линолевой жирной кислоты по сравнению с содержанием данных жирных кислот в масле семян сорта ВНИИМК 620.

Таблица 1 – Жирно-кислотный состав масла семян льна-долгунца и сортов льна масличного (2022 г.)

| Жирная кислота | % к сумме жирных кислот | | |
|---|--------------------------|---------------------|-------------------|
| | лен масличный ВНИИМК 620 | лен масличный ЛМ-98 | среднее по сортам |
| Пальмитиновая C _{16:0} | 5,1 | 4,6 | 4,9 |
| Пальмитолеиновая C _{16:1} | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Стеариновая C _{18:0} | 3,5 | 3,7 | 3,6 |
| Олеиновая C _{18:1} (Омега-9) | 22,5 | 20,8 | 21,7 |
| Линолевая C _{18:2} (Омега-6) | 15,9 | 14,4 | 14,5 |
| Линоленовая C _{18:3} (Омега-3) | 52,5 | 56,0 | 56,4 |
| Арахидиновая C _{20:0} | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Гандоидиновая C _{20:1} | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Бегеновая C _{22:0} | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Лигноцериновая C _{24:0} | следы | следы | следы |

В семенах льна масличного сорта ЛМ-98 с желтой окраской было определено большее на 0,49 % содержание всех незаменимых аминокислот, на 0,52 % всех заменимых аминокислот и на 1,01 % всех аминокислот в суммарном выражении относительно аналогичных показателей в семенах сорта ВНИИМК 620, имеющих коричневую окраску (табл. 2). Из незаменимых аминокислот в семенах сорта ЛМ-98 накапливалось относительно больше на 0,1 % треонина, на 0,08 % валина, на 0,04 %, на 0,11 % лейцина и изолейцина, на 0,05 % фенилаланина и на 0,11 % лизина. По всем заменимым аминокислотам в отдельности у сорта ЛМ-98

также наблюдали большую концентрацию по сравнению с их концентрацией в семенах сорта ВНИИМК 620.

В среднем по двум сортам наибольшую концентрацию в семенах среди незаменимых аминокислот имели лейцин и изолейцин (2,27 %), затем валин (1,19 %), треонин (1,06 %), лизин (0,97 %), фенилаланин (0,95 %) и меньше всего метионина (0,38 %). По заменимым аминокислотам наблюдали следующую тенденцию в сторону уменьшения содержания в семенах: аргинин (2,08 %), серин (1,43 %), глицин (1,39 %), аланин (1,34 %), пролин (0,82 %), гистидин (0,53 %) и тирозин (0,50 %).

Таблица 2 – Аминокислотный состав семян сортов льна масличного

| Аминокислоты | Содержание, % на сухое вещество | | |
|---------------------------|---------------------------------|-------|-------------------|
| | Сорт | | среднее по сортам |
| | ВНИИМК 620 | ЛМ-98 | |
| Незаменимые аминокислоты | | | |
| Треонин | 1,01 | 1,11 | 1,06 |
| Валин | 1,15 | 1,23 | 1,19 |
| Метионин | 0,36 | 0,40 | 0,38 |
| Лейцин и изолейцин | 2,21 | 2,32 | 2,27 |
| Фенилаланин | 0,92 | 0,97 | 0,95 |
| Лизин | 0,92 | 1,03 | 0,97 |
| ∑ незаменимых аминокислот | 6,56 | 7,05 | 6,81 |
| Заменимые аминокислоты | | | |
| Аргинин | 2,03 | 2,12 | 2,08 |
| Тирозин | 0,47 | 0,53 | 0,50 |
| Пролин | 0,78 | 0,85 | 0,82 |
| Гистидин | 0,50 | 0,55 | 0,53 |
| Серин | 1,37 | 1,49 | 1,43 |
| Аланин | 1,30 | 1,39 | 1,34 |
| Глицин | 1,36 | 1,42 | 1,39 |
| ∑ заменимых аминокислот | 7,82 | 8,34 | 8,08 |
| ∑ всех аминокислот | 14,38 | 15,39 | 14,89 |

Выводы и рекомендации. Таким образом, в масле из семян сортов льна масличного наибольшую концентрацию имели линоленовая (56,4 %), олеиновая (21,7 %) и линолевая (14,5 %) жирные кислоты. В семенах среди незаменимых аминокислот больше накапливалось лейцина и изолейцина (2,27 %), затем валина (1,19 %), треонина (1,06 %), лизина (0,97 %), фенилаланина (0,95 %), среди заменимых – аргинина (2,08 %), серина (1,43 %), глицина (1,39 %), аланина (1,34 %), пролина (0,82 %), гистидина

(0,53 %) и тирозина (0,50 %). Сорт льна масличного ЛМ-98 пищевого назначения с желтой окраской семян в составе масла имел больше на 0,2 % стеариновой и на 3,5 % линоленовой кислоты, в составе белка семян накапливалось относительно больше на 0,1 % треонина, на 0,08 % валина, на 0,04 %, на 0,11 % лейцина и изолейцина, на 0,05 % фенилаланина и на 0,11 % лизина и всех заменимых аминокислот.

Список литературы

1. Воронова, Н. С. Исследование белков семян льна как полноценных и необходимых для здоровья человека / Н. С. Воронова, Л. С. Береди́на // Молодой ученый, 2015. – № 14 (94). – С. 144–147.
2. Галкин, Ф. М. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Ф. М. Галкин, В. И. Хатнянский, Н. М. Тишков [и др.]. – Краснодар, 2008. – 193 с.
3. Гореева, В. Н. Изменение элементного состава семян льна масличного ВНИИМК 620 под влиянием абиотических условий / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Проблемы агрохимии и экологии. – 2020. – № 1. – С. 62–66. – DOI 10.26178/AE.2020.2019.4.014.
4. 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 75–79.
5. 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.
6. Маслова, М. П. Содержание жира и сбор масла сортами льна-долгунца / М. П. Маслова, В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3 (36). – С. 8–10.
7. 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 57–59.
8. Сравнительное изучение компонентного и жирно-кислотного состава семян льна посевного / А. А. Богачев, Н. А. Гаврилова, Е. Е. Курдюков [и др.] // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2020. – № 1 (29). – С. 12–22.
9. Сравнительный анализ масличности семян сортов льна отечественной и зарубежной селекции / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, Ч. М. Исламова [и др.]

// Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почётного работника высшей школы РФ, профессора Александра Степановича Башкова, Ижевск, 15–18 ноября 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 255–259.

10. Урожайность и масличность семян сортов однодомной конопли в условиях Среднего Предуралья / Е. В. Корепанова, Г. Р. Галиева, В. Н. Гореева [и др.] // Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почётного работника высшей школы РФ, профессора Александра Степановича Башкова, Ижевск, 15–18 ноября 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 266–271.

11. Dr. Johanna Budwig's, Linola – A new flaxseed (linseed) variety low in alphalinolenic acid (an Omega 3 fatty acid) – 1995. – URL: <http://www.healingcancer.naturally.com/linola-flaxseed-low-omega3.html> (дата обращения 22.10.2012 г.).

УДК 633.31/.37: 631.81.095.337(470.344)

Л. В. Елисеева

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЯ АГРОНАН ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЗЕРНОВЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Рассмотрены результаты изучения применения некорневой подкормки в фазу бутонизации микроудобрением АгроНАН на посевах зерновых бобовых культур (гороха, чечевицы и фасоли). Отмечено увеличение массы семян, полученных с каждого растения в вариантах с подкормкой. Подкормка АгроНАНом способствовала увеличению урожайности гороха на 0,54 т/га, чечевицы на 0,52 т/га, фасоли на 0,47 т/га.

Одним из факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества получаемой продукции является обеспечение растений макро- и микроэлементами [1, 8]. Применение регуляторов роста и микроудобрений позволяет увеличить устойчивость растений к неблагоприятным факторам, повысить их продуктивность [4, 5, 6, 9]. Обработка семян перед посевом, а также некорневые подкормки микроудобрениями являют-

ся важными элементами интенсивных технологий в растениеводстве. Некорневые подкормки позволяют компенсировать недостаток микроэлементов в определенные фазы роста и развития растений [2, 3, 7, 10].

Зерновые бобовые культуры являются ценным источником белка, посевные площади их увеличиваются, однако урожайность остается невысокой. Увеличению продуктивности растений на малоплодородных почвах способствует создание оптимального режима питания, в том числе обеспечение микроэлементами. Следовательно, изучение эффективности применения микроудобрений при выращивании зернобобовых культур имеет практический интерес.

АгроНАН – это современный многокомпонентный комплекс микроэлементов, компоненты которого активизируют биохимические и физиологические процессы, что способствует повышению урожайности.

Цель проведенных исследований заключалась в изучении влияния некорневой подкормки АгроНАНом на продуктивность зерновых бобовых культур в условиях Чувашской Республики.

Эксперименты проводились на светло-серой лесной почве опытного участка ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ в течение 2021–2022 гг. В качестве объектов исследований использовались зерновые бобовые культуры: горох сорта Сотник, чечевица крупносемянная, сорт Надежда, фасоль зерновая, сорт Мечта хозяйки. Посев проводили в середине второй декады мая, горох высевали с нормой 1,2 млн шт./га, чечевицу с нормой 2,0 млн шт./га, фасоль – 0,35 млн шт./га, способ посева рядовой, глубина посева 5 см. Площадь делянки 3,6 м², повторность шестикратная, размещение делянок рендомизированное. Микроудобрение АгроНАН применяли в качестве некорневой подкормки, расход препарата из расчета 200 мл/га при двухкратном опрыскивании с интервалом 10 дней, начиная с фазы бутонизации.

Результаты эксперимента показали, что в среднем за два года микроудобрение практически не повлияло на высоту растений бобовых культур, только у фасоли высота увеличилась на 3,6 см по сравнению с контролем, высота формирования первого боба также практически не отличалась по вариантам (рис. 1).

Применение подкормки способствовало уменьшению количества незрелых бобов на растениях, у гороха их количество снизилось на 1,2 %, у чечевицы на 5,6 %, у фасоли на 2,5 %.

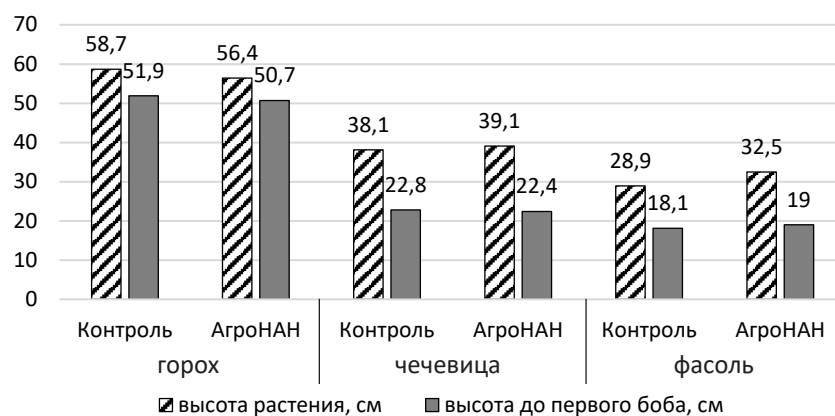


Рисунок 1 – Влияние АгроНАНа на высоту растений

Анализ элементов продуктивности показал, что применение микроудобрения увеличило массу семян с растения у гороха на 0,5 г, на растениях чечевицы в данном варианте образовалось на 2,6 шт. бобов больше, чем в контроле, а масса семян с одного растения была выше на 0,4 г, с каждого растения фасоли в варианте с подкормкой также было получено больше на 1,2 шт. бобов и на 2,9 г семян (рис. 2).

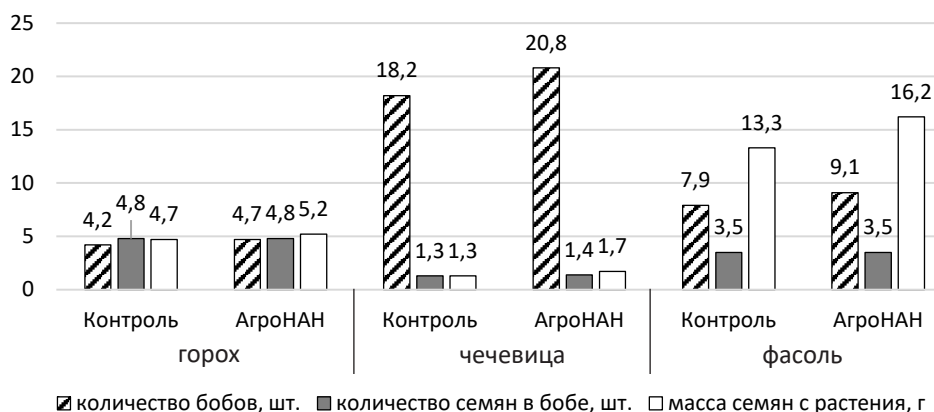


Рисунок 2 – Влияние АгроНАНа на элементы продуктивности

Подкормка АгроНАНом также способствовала увеличению крупности и выполненности семян зернобобовых культур. Так, масса 1000 семян увеличилась у гороха на 9,2 г, у чечевицы на 2,9 г, у фасоли на 4,4 г по сравнению с контрольным вариантом (рис. 3).

Положительное влияние микроудобрения на элементы продуктивности растений способствовало увеличению урожайности зерновых бобовых культур. В опыте с горохом проведение подкормки в среднем за два года увеличило урожайность на 0,54 т/га, т. е. прибавка составила 14,1 %. Применение АгроНАНа позволи-

ло получить на 0,52 т/га больше зерна чечевицы, получено превышение контроля на 24,4 %. Эффект от применения препарата наблюдался и в опыте с фасолью, подкормка повысила урожайность зерна на 0,47 т/га или 12,1 % (рис. 4).

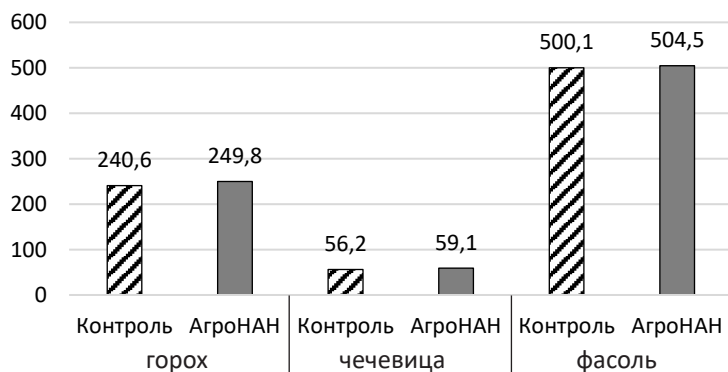


Рисунок 3 – Масса 1000 семян в граммах в зависимости от подкормки АгроНАНом

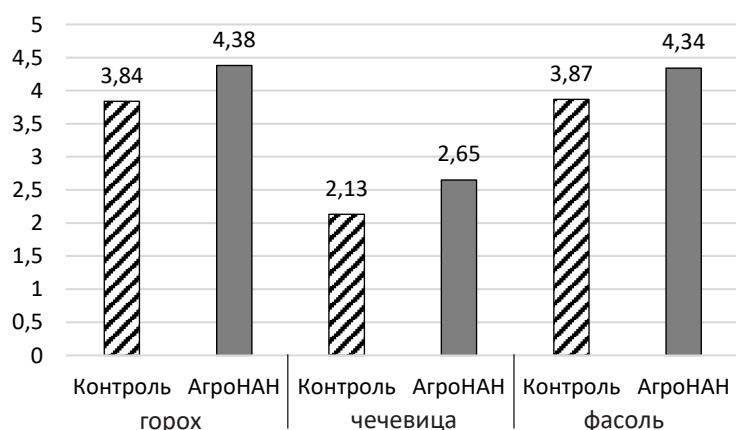


Рисунок 4 – Урожайность зерновых бобовых культур, т/га

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что в условиях Чувашской Республики корневая подкормка микроудобрением АгроНАН является эффективным агроприемом, которые способствуют существенно увеличить урожайность зерновых бобовых культур.

Список литературы

1. Васильев, О. А. Влияние некорневой подкормки микроэлементами на урожайность и качество зерна яровой пшеницы на серых лесных почвах Чувашии / О. А. Васильев, А. Н. Смирнова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (33). – С. 11–16.
2. Елисеева, Л. В. Формирование урожая чечевицы при обработке семян регуляторами роста / Л. В. Елисеева, А. В. Калгина, И. П. Елисеев // Современ-

му АПК – эффективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 149–152.

3. Елисеева, Л. В. Применение Стимакса для предпосевной обработки семян зерновых бобовых культур / Л. В. Елисеева, О. П. Нестерова, И. П. Елисеев // Теория и практика современной аграрной науки: материалы III Национальной (всероссийской) науч. конф. с межд. участием. – Новосибирск, 2020. – С. 10–14.

4. Елисеева, Л. В. Урожайность семян сои и их качество в зависимости от применения подкормок микробиологическими удобрениями / Л. В. Елисеева, И. П. Елисеев // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ. – Чебоксары, 2021. – С. 45–47.

5. Елисеева, Л. В. Подкормки микробиологическими удобрениями как элемент повышения урожайности чины посевной / Л. В. Елисеева, И. П. Елисеев // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – С. 44–45.

6. Елисеева, Л. В. Применение регуляторов роста для предпосевной обработке семян как фактор повышения урожайности зернобобовых культур / Л. В. Елисеева, И. П. Елисеев, Н. Н. Михайлова // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2022. – С. 13–15.

7. Елисеева, Л. В. Продуктивность растений чечевицы в зависимости от применения подкормки микроудобрением Агронан / Л. В. Елисеева // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 277–280.

8. Махмутов, Р. Ф. Эффективность подкормок при возделывании озимой пшеницы / Р. Ф. Махмутов, А. Н. Немова, Н. А. Фадеева // Молодежь и инновации: материалы XIX Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 96–99.

9. Реакция ярового рапса Галант на обработку посевов минеральными и комплексными соединениями микроэлементов / И. Ш. Фатыхов, Э. Ф. Вафина, А. О. Хвошнянская, В. В. Сентемов // Научный потенциал – современному АПК: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Ижевск, 17–20 февр. 2009 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2009. – Т. 1. – С. 93–97.

10. Эффективность опрыскивания растений ярового рапса Галант различными микроудобрениями при формировании урожайности и качества семян / А. О. Мерзлякова, Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов, В. В. Сентемов // Науч-

ное обеспечение инновационного развития АПК: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию государственности Удмуртии, Ижевск, 16–19 февр. 2010 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. – Т. 1. – С. 152–155.

УДК 633.11"321":581.192.2

**Ч. М. Исламова¹, Б. Б. Борисов¹, Е. В. Корепанова¹,
И. Ш. Фатыхов², В. Н. Гореева¹**

¹Удмуртский ГАУ

²Колхоз (СХПК) им. Мичурина

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БЕЛКА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ИРЕНЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АБИОТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Для оценки пищевого достоинства зерна пшеницы большое значение имеет аминокислотный состав белков. При сложившейся урожайности 39,4–40,5 ц/га зерна яровой пшеницы Ирень концентрация незаменимых аминокислот может различаться в 1,73 раза в зависимости от абиотических условий года. Наибольшая концентрация незаменимых (10,62 %) и заменимых (12,51 %) аминокислот была в зерне урожая 2018 г. при урожайности зерна 39,4 ц/га, когда в период колошение-полная спелость среднесуточная температура была выше на 1,0 °С и 3,9 °С, сумма активных температур – на 17 °С и 255 °С, относительно аналогичного показателя в 2017 г. и 2019 г. соответственно.

Зерновые культуры представляют собой самый крупный в мире источник белков. Их вклад составляет 57 % всех потребляемых белков. Заслуживает внимания также и тот факт, что фактическая ценность белка зерновых довольно близка к потенциальной [2], поэтому всякое повышение содержания белков и увеличение доли в них незаменимых аминокислот в результате селекционной работы или изменения элементов технологии возделывания является очень важным фактором увеличения питательной ценности растительных белков [1, 3–8].

Ценность зерна пшеницы и других хлебных злаков прежде всего определяется его химическим составом. От наличия белков, углеводов, жиров, аминокислот и других химических элементов зависит полноценность, усвояемость, безвредность, калорийность, то есть основные показатели пищевых и кормовых достоинств зерна [2]. Для оценки пищевого достоинства зерна пшеницы большое значение имеет аминокислотный состав белков.

Цель исследований – определить аминокислотный состав зерна яровой мягкой пшеницы Ирень в зависимости от метеорологических условий.

Методика проведения исследований. Для определения аминокислотного состава зерна яровой пшеницы Ирень пробы зерна отбирали из урожая 2017–2019 гг., выращенного на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве в колхозе (СХПК) им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики.

Метеорологические условия в годы проведения исследований значительно отличались между собой и от среднемноголетних данных по температурному режиму и по количеству выпавших осадков, их распределению по периодам роста и развития растений яровой пшеницы (табл. 1).

Таблица 1 – Реакция яровой пшеницы Ирень урожайностью зерна на метеорологические условия по периодам развития

| Период развития | Продолжительность периода, суток | Среднесуточная температура, °С | Сумма температур выше +10 °С | Сумма осадков, мм |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------|
| 2017 г., урожайность – 39,6 ц/га | | | | |
| Посев – всходы | 13 | 9,5 | 92 | 11 |
| Всходы – кущение | 16 | 9,9 | 113 | 21 |
| Кущение – выход в трубку | 20 | 11,7 | 201 | 86 |
| Выход в трубку – колошение | 25 | 15,3 | 383 | 138 |
| Колошение – полная спелость | 38 | 18,4 | 699 | 82 |
| Посев – полная спелость | 112 | 13,0 | 1488 | 338 |
| 2018 г., урожайность – 39,4 ц/га | | | | |
| Посев – всходы | 8 | 12,3 | 90 | 1 |
| Всходы – кущение | 16 | 13,5 | 187 | 29 |
| Кущение – выход в трубку | 17 | 10,7 | 118 | 68 |
| Выход в трубку – колошение | 21 | 21,1 | 442 | 24 |
| Колошение – полная спелость | 37 | 19,4 | 716 | 114 |
| Посев – полная спелость | 99 | 15,4 | 1553 | 236 |
| 2019 г., урожайность – 40,5 ц/га | | | | |
| Посев – всходы | 11 | 14,6 | 131 | 22 |
| Всходы – кущение | 15 | 12,3 | 136 | 21 |
| Кущение – выход в трубку | 32 | 16,3 | 512 | 66 |
| Выход в трубку – колошение | 23 | 16,6 | 381 | 50 |
| Колошение – полная спелость | 31 | 15,5 | 461 | 110 |
| Посев – полная спелость | 111 | 15,1 | 1621 | 269 |

За период вегетации яровой пшеницы Ирень в 2017 г. сумма активных температур составила 1488 °С, среднесуточная температура – +13,0 °С, сумма осадков – 338 мм. Наиболее высокая среднесуточная температура +18,4 °С наблюдалась в период колошение – полная спелость. Продолжительность периода посев – полная спелость составила 112 суток. Критический период выход в трубку – колошение проходил при среднесуточной температуре воздуха 15,3 °С. В период колошение – полная спелость зерна выпало 82 мм осадков. При таких метеорологических условиях сформировалась урожайность зерна яровой пшеницы Ирень 39,6 ц/га.

За период вегетации 2018 г. сумма положительных температур выше 10 °С составила 1553 °С, среднесуточная температура – +15,4 °С и выпало 236 мм осадков. Наиболее высокая среднесуточная температура +19,7 °С наблюдалась в период выход в трубку – колошение. Продолжительность периода посев – полная спелость составила 99 суток. Яровая пшеница Ирень обеспечивала урожайность зерна 39,4 ц/га.

За период вегетации яровой пшеницы Ирень в 2019 г. сумма активных температур составила 1621 °С, среднесуточная температура была на уровне +15,1 °С и выпало 269 мм осадков. Полная спелость зерна яровой пшеницы наступила через 111 суток от посева. Урожайность зерна в этот год составила 40,5 ц/га.

Результаты исследований. В зерне яровой пшеницы Ирень было определено содержание шести незаменимых аминокислот (рис. 1) – треонин (Thr), валин (Val), метионин (Met), лейцин (Leu) и изолейцин (Ile), фенилаланин (Phe), лизин (Lys) и семи заменимых аминокислот – аргинин (Arg), тирозин (Tyr), пролин (Pro), гистидин (His), серин (Ser), аланин (Ala), глицин (Gly).

Среди незаменимых аминокислот более высоким было содержание в зерне валина (1,20–2,14 %), лейцина и изолейцина (1,87–3,30 %), треонина (1,19–2,08 %), среди заменимых – аргинина (2,63–3,93 %).

В абиотических условиях 2018 г. общее содержание аминокислот в зерне было относительно более высоким – на 9,12 % (или в 1,65 раз) больше по сравнению с аналогичным показателем в 2017 г. и на 7,92 % (или в 1,52 раз) в сравнении с 2019 г. Концентрация незаменимых аминокислот повысилась в 1,73 и в 1,49 раз соответственно относительно аналогичных значений в 2017 г. и в 2019 г. Аналогичная тенденция увеличения в 1,11–1,86 раза отмечена и по всем аминокислотам.

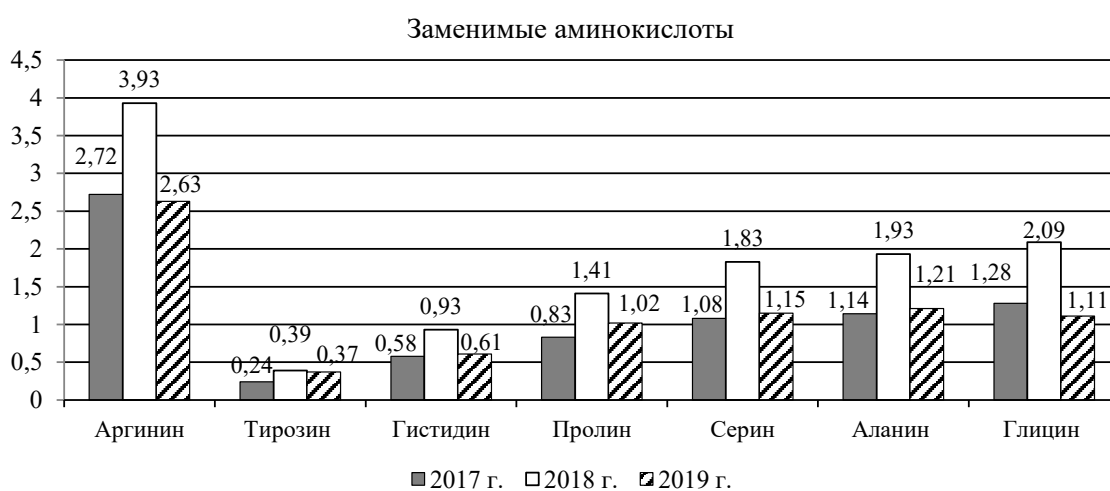
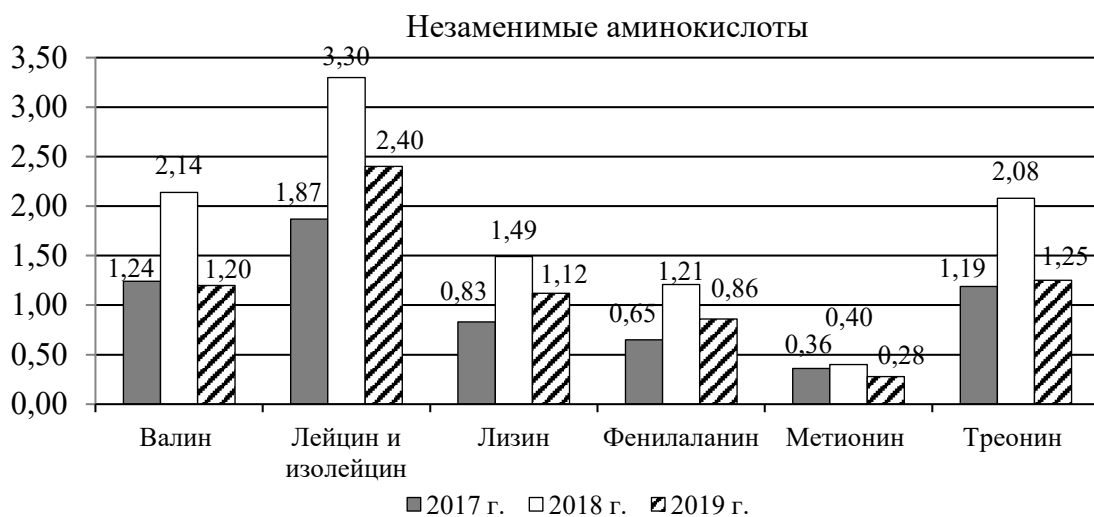


Рисунок 1 – Аминокислотный состав зерна яровой пшеницы Ирень, % на сухое вещество

Сумма всех аминокислот белка в зерне яровой пшеницы Ирень имела различия по годам исследований (рис. 2).

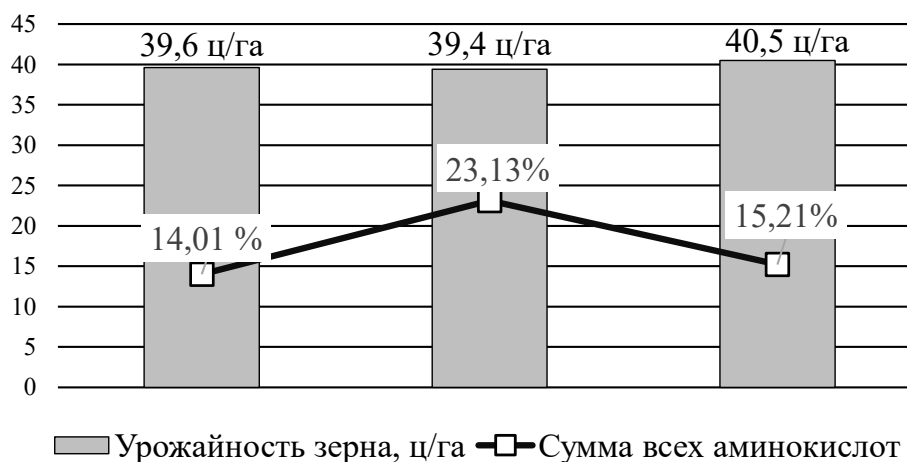


Рисунок 2 – Зависимость содержания аминокислот от урожайности зерна яровой пшеницы Ирень

Наибольшая концентрация незаменимых (10,62 %) и заменимых (12,51 %) аминокислот была в зерне урожая 2018 г. при урожайности зерна 39,4 ц/га. В данный год в период, наступивший после завязывания зерна (колошение – полная спелость) среднесуточная температура была выше на 1,0 °С и 3,9 °С, сумма активных температур – на 17 °С и 255 °С, относительно аналогичных показателей в 2017 г и 2019 г. соответственно. Зерно урожая 2017 г. и 2019 г. уступало по суммарной концентрации аминокислот на 9,12 % и 7,92 % соответственно. В данные годы в период выход в трубку – полная спелость сумма осадков была выше на 82 мм и 22 мм, чем аналогичный показатель в 2018 г.

Таким образом, при сложившейся урожайности 39,4–40,5 ц/га зерна яровой пшеницы Ирень концентрация незаменимых аминокислот может различаться в 1,73 раза в зависимости от абиотических условий года. Наибольшая концентрация незаменимых (10,62 %) и заменимых (12,51 %) аминокислот была в зерне урожая 2018 г. при урожайности зерна 39,4 ц/га, когда в период колошение – полная спелость среднесуточная температура была выше на 1,0 °С и 3,9 °С, сумма активных температур – на 17 °С и 255 °С, относительно аналогичного показателя в 2017 г. и 2019 г. соответственно.

Список литературы

1. Дудина, Е. Л. Влияние глубины посева семян яровой пшеницы Йолдыз на показатели качества зерна / Е. Л. Дудина, Ч. М. Исламова // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 14–17. – EDN YBLOOQ.
2. Заугольникова, Е. В. Аминокислотный состав солодовых ростков пшеницы / Е. В. Заугольникова, О. Ю. Еремина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. – № 1 (60). – С. 68–71. – EDN QBDMEZ.
3. Исламова, Ч. М. Влияние базовой схемы применения препаратов фирмы Комплет на качество зерна яровой пшеницы Йолдыз / Ч. М. Исламова, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, заслуженного деятеля науки УР, почётного работника высшей школы РФ, профессора Вячеслава Павловича Ковриго, Ижевск, 23–24 мая 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 88–91. – EDN MTIMWJ.
4. Исламова, Ч. М. Химический состав зерна в урожае сортов яровой пшеницы при выращивании по разным предшественникам и обработке посевов фунгицидом / Ч. М. Исламова, Е. Ю. Колесникова // Теория и практика адаптивной

селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 20 июля 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 13–17. – EDN LEPZYK.

5. 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. – DOI 10.47737/2307-2873_2021_36_30. – EDN SIXXXM.

6. 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 57–59.

7. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на абиотические условия аминокислотным составом семян / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, Д. Н. Печников, И. Ш. Фатыхов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4 (53). – С. 19–25.

8. Урожайность и содержание белка в семенах среднерусской однодомной конопли при разных нормах высева в Среднем Предуралье / Е. В. Корепанова, Г. Р. Галиева, В. Н. Гореева [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 5. – URL: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_506.pdf.

УДК 633.111.1"321":581.192

Ч. М. Исламова, Г. Р. Галиева

Удмуртский ГАУ

СОДЕРЖАНИЕ КЛЕЙКОВИНЫ В ЗЕРНЕ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Наибольшее количество клейковины было получено у сортов яровой мягкой пшеницы Мадам (34,4 %), Ирень (32,7 %), Данко (32,6 %). Данные сорта имели качество клейковины 79,8–91,2 ед. ИДК, что характеризовалось как удовлетворительное слабое. В среднем наибольшее содержание клейковины было у сортов раннеспелой и среднеранней группы. Среднеспелые сорта уступали на 3,4–3,6 %, размах концентрации сырой клейковины которых составил 17,6–32,6 %.

Правильный выбор сорта для данной местности и желаемого направления использования зерна имеет первостепенное значение для успеха выращивания зерновых культур. Сорт – несет в себе совокупность всех наследственных факторов злакового растения, от которых в значительной мере зависит химический состав тканей растения, в том числе – семени. Существуют

наследственные различия сортов пшеницы по способности накапливать в одних и тех же условиях определенное количество белка и клейковины [1].

Качество белкового комплекса эндосперма пшеницы – это его способность образовывать клейковину с повышенной эластичностью. Массовая доля сырой клейковины определяется, главным образом, условиями выращивания, а качество клейковины является преимущественно сортовым признаком [2–6].

Цель исследований – изучить содержание клейковины и ее качество в зерне сортов яровой мягкой пшеницы, выявить соответствие требованиям ГОСТ.

Методика проведения исследований. Исследования проводили на сортах яровой мягкой пшеницы разных групп спелости. Оригинатор сортов приведен в таблице 1.

Массовая доля сырой клейковины в зерне определялась по ГОСТ 54478-2011, качество клейковины – на приборе ИДК. Соответствие требованиям – ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия.

Условия 2023 г. отличались умеренно теплой погодой с относительно невысоким количеством осадков. Май и июнь характеризовались сухой и жаркой погодой, а июль – теплой и относительно влажной, август теплой и дождливой.

Таблица 1 – Оригинаторы сортов яровой мягкой пшеницы

| Сорт | Оригинатор |
|--|---|
| Баженка, Свеча | ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СЕВЕРО-ВОСТОКА ИМЕНИ Н. В. РУДНИЦКОГО |
| Бурлак, Ульяновская 105, Ульяновская 115, Экада 214, Модава, Никон | ФГБУН САМАРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РАН |
| Велена, Вызов, Данко, Кулич, Тая, Мадам | ФГБНУ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЗЕРНА ИМЕНИ П. П. ЛУКЬЯНЕНКО |
| Екатерина, Ирень, Ирень 2, Экстра | ФГБНУ УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК |
| Хаят | ФГБУН ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР 'КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК |
| Лицамеро | SECOBRA RECHERCHES S. A. S, Франция |
| Тризо | DEUTSCHE SAATVEREDELUNG AG, Германия |

Опыт закладывали на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Пахотный слой почвы опытных участков – среднеокультуренный: содержание гумуса – среднее, подвижного фосфора – высокое, калия – повышенное, обменная кислотность – близкая к нейтральной.

Результаты исследований. По требованиям ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия» предусматривают уровень клейковины для первого класса не менее 32 %, для второго класса – не менее 28 %; третьего класса – не менее 23 %; четвертого – не менее 18 %; для пятого класса величина этого показателя не ограничивается. Качество клейковины для первого и второго класса составляет не ниже группы I (43–77 ед. ИДК), третьего и четвертого – не ниже группы II (18–102 ед. ИДК), пятого класса не ограничивается.

Урожай зерна сортов яровой пшеницы в 2023 г. содержал от 17,6 до 34,4 % клейковины (рис. 1). Наибольшее количество клейковины было получено у сортов Мадам (34,4 %), Ирень (32,7 %), Данко (32,6 %), что отвечало 1 классу качества согласно ГОСТ 9353-2016.

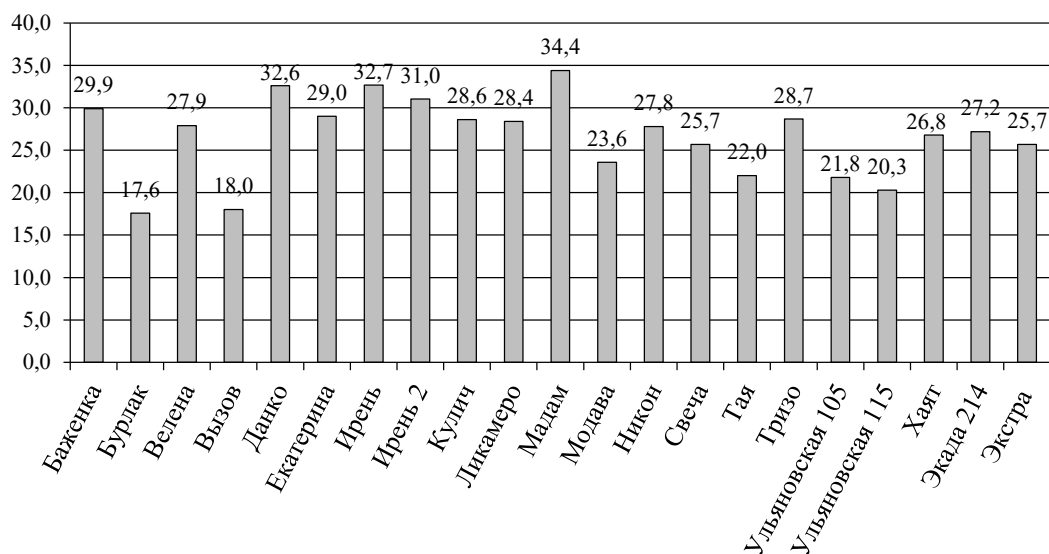


Рисунок 1 – Количество клейковины сортов яровой пшеницы, %

Второму классу качества отвечали сорта – Баженка, Екатерина, Ирень 2, Кулич, Ликамеро, Тризо (28,4–31 %), третьему – Велена, Модава, Никон, Свеча, Хаят, Экада 214, Экстра (23,6–27,9 %), четвертому – Вызов, Тая, Ульяновская 105, Ульяновская 115 (18,0–22,0 %), пятому – Бурлак (17,6 %).

Сорта, выделившиеся наибольшим содержанием клейковины Мадам (34,4 %), Ирень (32,7 %), Данко (32,6 %), имели ка-

чество клейковины 79,8–91,2 ед. ИДК, что характеризовалось как удовлетворительное слабое (табл. 2).

Таблица 2 – Качество клейковины сортов яровой пшеницы

| Сорта | Показания прибора, ед. ИДК | Характеристика клейковины |
|-----------------|----------------------------|---------------------------|
| Баженка | 88,7 | удовлетворительная слабая |
| Бурлак | 87,3 | удовлетворительная слабая |
| Велена | 87,5 | удовлетворительная слабая |
| Вызов | 89,3 | удовлетворительная слабая |
| Данко | 91,2 | удовлетворительная слабая |
| Екатерина | 65,4 | хорошая |
| Ирень | 80,9 | удовлетворительная слабая |
| Ирень 2 | 76,3 | хорошая |
| Кулич | 81,2 | удовлетворительная слабая |
| Ликамеро | 79,8 | удовлетворительная слабая |
| Мадам | 79,8 | удовлетворительная слабая |
| Модава | 57,6 | хорошая |
| Никон | 59,4 | хорошая |
| Свеча | 64,6 | хорошая |
| Тая | 71,2 | хорошая |
| Тризо | 80,9 | удовлетворительная слабая |
| Ульяновская 105 | 75,8 | хорошая |
| Ульяновская 115 | 59,4 | хорошая |
| Хаят | 65,3 | хорошая |
| Экада 214 | 79,1 | удовлетворительная слабая |
| Экстра | 87,4 | удовлетворительная слабая |

Всего испытывался 21 сорт яровой мягкой пшеницы, среди которых 4 шт. были раннеспелой, 3 шт. – среднеранней, 13 шт. – среднеспелой и 1 шт. – среднепоздней группы спелости (табл. 3).

Таблица 3 – Варьирование массовой доли сырой клейковины и ее качества в зерне сортов яровой пшеницы разных групп спелости

| Группа спелости | Количество сортов | Среднее значение содержания клейковины, % | min-max, % | Количество образцов, соответствующих 1 классу ГОСТ 9353-2016, % | |
|-----------------|-------------------|---|------------|---|---------------------|
| | | | | содержание клейковины | качество клейковины |
| Раннеспелый | 4 | 28,8 | 25,7–32,7 | 25 | 50 |
| Среднеранний | 3 | 28,9 | 27,9–29,9 | 0 | 33 |
| Среднеспелый | 13 | 25,3 | 17,6–32,6 | 15 | 46 |
| Среднепоздний | 1 | 28,7 | 28,7 | 0 | 0 |

В среднем наибольшее содержание клейковины было у сортов раннеспелой и среднеранней группы. Среднеспелые сорта уступали на 3,4–3,6 %. В условиях 2023 г. наибольшее количество образцов пшеницы, соответствующих первому классу ГОСТ по массовой доле сырой клейковины были в раннеспелой группе (25 %) и раннеспелой группе – 15 %. Наибольший размах концентрации сырой клейковины 17,6–32,6 % был получен у сортов среднеспелой группы.

Среди сортов яровой пшеницы раннеспелой группы 50 % имели качество клейковины, характеризующееся хорошим качеством, в среднеспелой – 46 %, в среднеранней – 33 %.

Таким образом, наибольшее количество клейковины было получено у сортов яровой мягкой пшеницы Мадам (34,4 %), Ирень (32,7 %), Данко (32,6 %). Данные сорта имели качество клейковины 79,8–91,2 ед. ИДК, что характеризовалось как удовлетворительное слабое. В среднем наибольшее содержание клейковины было у сортов раннеспелой и среднеранней группы. Среднеспелые сорта уступали на 3,4–3,6 %, размах концентрации сырой клейковины которых составил 17,6–32,6 %.

Список литературы

1. Бородкин, Н. А. Формирование клейковины у пшеницы в зависимости от различных факторов / Н. А. Бородкин // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1. – С. 7–9. – EDN HSEOHN.
2. Дудина, Е. Л. Влияние глубины посева семян яровой пшеницы Йолдыз на показатели качества зерна / Е. Л. Дудина, Ч. М. Исламова // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 14–17. – EDN YBLOOQ.
3. 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 государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3. – С. 23–31. – EDN CAMIPZ.
4. Исламова, Ч. М. Качество зерна сортов яровой пшеницы / Ч. М. Исламова, Б. Б. Борисов // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3-х томах, Ижевск, 28 февраля – 05 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1. – С. 40–43. – EDN SBYYZE.
5. Качество зерна пшеницы и озимой ржи на продовольственные цели в Удмуртской Республике / М. В. Курылев, Ч. М. Исламова, И. Ш. Фатыхов [и др.]

// 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 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 30–34. – EDN ХАТДУВ.

6. Ленточкин, А. М. Влияние продолжительности хранения зерна яровой пшеницы Ирень на динамику его качества / А. М. Ленточкин, В. П. Долгов // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 5 (84). – С. 12–14. – EDN PAOFAZ.

УДК 633.11"550.3":631.559

Ч. М. Исламова, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева
Удмуртский ГАУ

УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И СУХОГО ВЕЩЕСТВА МНОГОЛЕТНЕЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITITRIGIA CZICZINI*) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН

Наибольшая урожайность в первом укосе зеленой массы 6,27 т/га и сухого вещества – 2,54 т/га была получена при посеве с нормой высева 5,5 млн штук всхожих семян на 1 га, во втором укосе – зеленой массы – 2,39–2,64 т/га при норме высева 5,5–6,5 млн и сухого вещества – 0,54–0,56 т/га при норме – 5,5–6,0 млн. В среднем за два укоса наибольшая урожайность зеленой массы 8,71–8,91 т/га и сухого вещества – 2,95–3,08 т/га была получена при посеве многолетней пшеницы с нормами высева 5,5 млн и 6,0 млн штук всхожих семян на 1 га.

Трититригия – новый злак, новая сельскохозяйственная многолетняя злаковая культура – гибрид пшеницы и пырея. В отличие от обычной пшеницы она имеет более стабильный рост и меньше подвергается воздействию погодных условий. Зерно можно использовать для выпечки хлеба и кондитерских изделий, а зелёную массу – для корма животных. Одно из её главных преимуществ – это стабильность растений и их продуктивность при любых изменениях погоды [2]. Многолетняя пшеница способна формировать до трёх укосов высококачественной зелёной массы в год. Однако каждый последующий укос будет на треть меньше предыдущего, но при этом лучше по качеству. Это имеет практическое значение при организации зелёного конвейера в животноводческих ком-

плексах. Для лучшего отрастания зелёной массы укосы начинают проводить в фазе начала колошения [4].

Урожайность культуры в наибольшей степени зависит от создания посевной площади оптимальной густоты стояния растений. Она должна быть оптимальной в конкретных условиях, так как чрезмерное загущение или изреживание посевов приводит к снижению урожайности [1, 3, 5–8].

В связи с введением данных многолетних культур в государственный реестр только в 2020 г., обосновать технологию возделывания, в том числе изучение норм высева этой культуры, является актуальной задачей.

Методика проведения исследований. Исследования проводились в 2023 г. на опытном УНПК Агротехнопарк. Объект исследований – многолетняя пшеница (*Trititrigia cziczinii*) сорт Памяти Любимовой. Оригинатором сорта является Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН. По морфологическим и биологическим признакам занимает промежуточное положение между *Triticum aestivum* L. и *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski subsp. *intermedia* с большим сходством с пшеницей. Геном представлен 56 хромосомами (42 от пшеницы и 14 от пырея). Тип развития озимый.

Посев многолетней пшеницы провели 20 сентября 2022 г. Уборку на зелёный корм 1 укос – 13 июня 2023 г., 2 укос – 20 июля 2023 г. в фазе колошения культуры.

Условия для перезимовки многолетней пшеницы были относительно благоприятными. Весеннее отрастание началось 20 апреля 2023 г. Весенне-летний период вегетации характеризовался сухой и теплой погодой с апреля по июнь, жаркой и относительно влажной – в июле-августе. Условия способствовали формированию невысокой урожайности зеленой массы и затянуло вегетацию многолетней пшеницы.

Результаты исследований. Наибольшая урожайность в первом укосе зеленой массы 6,27 т/га и сухого вещества 2,54 т/га была получена при посеве с нормой высева 5,5 млн штук всхожих семян на 1 га (рис. 1). Посев с заниженными нормами 4–5 млн способствовал существенному снижению урожайности на 0,59–4,23 т/га зеленой массы ($НСР_{05} = 0,37$ т/га) и на 0,35 т/га сухого вещества ($НСР_{05} = 0,15$ т/га). При норме высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га урожайность зеленой массы не имела разницы с нормой высева – 5,5 млн. При дальнейшем увеличении количества высеваемых семян урожайность зеленой массы существенно сни-

жалась на 0,98–2,02 т/га или на 16–32 %. Урожайность сухого вещества в первом укосе при нормах высева 6–7 млн уменьшалась на 0,15–0,75 т/га.

Урожайность зеленой массы во втором укосе была на 1,33–2,39 т/га и сухого вещества на 0,64–2,00 т/га ниже аналогичных значений в первом укосе многолетней пшеницы (рис. 2). Большие значения урожайности зеленой массы обеспечил посев с нормами высева семян 5,5–6,5 млн штук всхожих семян на 1 га. Прибавка урожайности в этих вариантах составила 0,48–0,73 т/га зеленой массы ($НСР_{05} = 0,42$ т/га). Дальнейшее загущение способствовало формированию урожайности на уровне контроля. Изреженные посевы с нормой высева 4,0–4,5 млн штук всхожих семян на 1 га приводил к существенному снижению урожайности на 0,65–1,20 т/га зеленой массы. Наибольшая урожайность сухого вещества имели варианты с нормой высева 5,5–6,0 млн штук всхожих семян на 1 га.

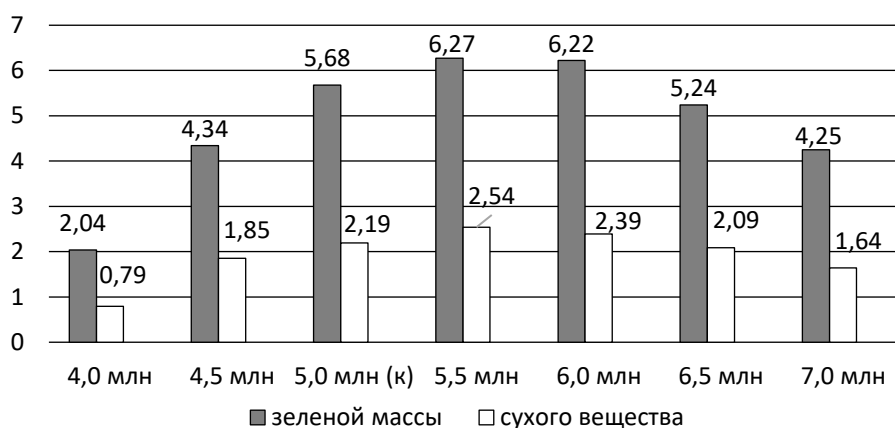


Рисунок 1 – Урожайность зеленой массы и сухого вещества 1 укоса многолетней пшеницы, т/га ($НСР_{05}$ зеленой массы = 0,37 т/га, сухого вещества = 0,15 т/га)

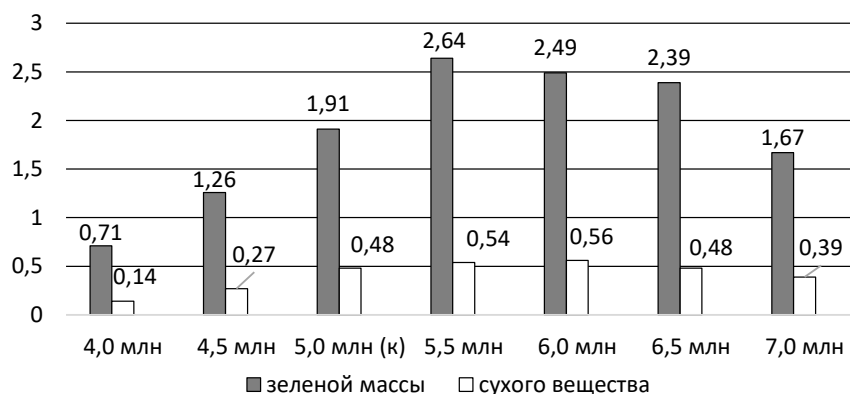


Рисунок 2 – Урожайность зеленой массы и сухого вещества 2 укоса многолетней пшеницы, т/га ($НСР_{05}$ зеленой массы = 0,42 т/га, сухого вещества = 0,10 т/га)

В среднем за два укоса наибольшая урожайность зеленой массы получена при посеве многолетней пшеницы с нормами высева 5,5 и 6,0 млн штук всхожих семян на 1 га, что значительно выше нормы высева 5,0 млн штук всхожих семян на 1 га на 1,22 т/га (или 24 %) и 1,12 т/га (или 20 %) при НСР₀₅ = 0,60 т/га. Урожайность сухого вещества также обеспечило существенную прибавку урожайности на 0,28–0,41 т/га сухого вещества при посеве семян с нормой 5,5 млн и 6,0 млн штук всхожих семян на 1 га (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы и сухого вещества многолетней пшеницы за два укоса, т/га

| Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га | Урожайность, т/га | |
|--|-------------------|-----------------|
| | зеленой массы | сухого вещества |
| 4,0 млн | 2,75 | 0,93 |
| 4,5 млн | 5,61 | 2,12 |
| 5,0 млн (к) | 7,59 | 2,67 |
| 5,5 млн | 8,91 | 3,08 |
| 6,0 млн | 8,71 | 2,95 |
| 6,5 млн | 7,63 | 2,57 |
| 7,0 млн | 5,92 | 2,02 |
| НСР ₀₅ | 0,62 | 0,21 |

Разная урожайность многолетней пшеницы обосновывается различными элементами ее структуры, которые изменялись в зависимости от нормы высева семян (табл. 2). Количество растений перед уборкой многолетней пшеницы в зависимости от нормы высева составило 164–506 шт./м². Увеличение на каждые 0,5 млн приводило к существенному повышению густоты растений на 33–94 шт./м² при НСР₀₅ = 32 шт./м².

Таблица 2 – Элементы урожайности зеленой массы многолетней пшеницы

| Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га | Количество растений, шт./м ² | Высота растений, см | | Облиственность растений, % | |
|--|---|---------------------|--------|----------------------------|--------|
| | | 1 укос | 2 укос | 1 укос | 2 укос |
| 4,0 млн | 164 | 43 | 39 | 64,8 | 56,1 |
| 4,5 млн | 247 | 51 | 39 | 65,4 | 56,6 |
| 5,0 млн (к) | 341 | 56 | 46 | 65,4 | 57,4 |
| 5,5 млн | 374 | 61 | 48 | 66,3 | 57,7 |
| 6,0 млн | 411 | 56 | 47 | 65,0 | 57,3 |
| 6,5 млн | 447 | 50 | 47 | 63,9 | 57,3 |
| 7,0 млн | 506 | 46 | 47 | 59,6 | 55,7 |
| НСР ₀₅ | 32 | 3 | 4 | 2,0 | 1,0 |

Растения многолетней пшеницы 1 укоса имели высоту растений 43–61 см, что выше аналогичного показателя, чем во втором укосе, 39–48 см. Наибольшую высоту 61 см в первом укосе имели растения, посеянные с нормой высева 5,5 млн штук всхожих семян на 1 га, во втором укосе – 5–7 млн – 46–48 см. Облиственность растений трититригии 1 укоса была более высокой 59,6–66,3 %, чем аналогичный показатель во втором укосе 55,7–57,7 %.

Таким образом, наибольшая урожайность в первом укосе зеленой массы 6,27 т/га и сухого вещества – 2,54 т/га была получена при посеве с нормой высева 5,5 млн штук всхожих семян на 1 га, во втором укосе – зеленой массы – 2,39–2,64 т/га при норме высева 5,5–6,5 млн и сухого вещества – 0,54–0,56 т/га при норме – 5,5–6,0 млн. В среднем за два укоса наибольшая урожайность зеленой массы 8,71–8,91 т/га и сухого вещества – 2,95–3,08 т/га была получена при посеве многолетней пшеницы с нормами высева 5,5 млн и 6,0 млн штук всхожих семян на 1 га.

Список литературы

1. Вафина, Э. Ф. Сроки посева и нормы высева в технологии возделывания ярового рапса на семена / Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 3 (23). – С. 42–48. – EDN MGTLSX.
2. Завгородний, С. В. Оценка и перспективы использования коллекции ×triticigia cziczinii Tzvelev / С. В. Завгородний // Вавиловские чтения – 2021: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 134-летию со дня рождения академика Н. И. Вавилова, Саратов, 24–25 ноября 2021 г. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2022. – С. 82–85. – EDN SWMKTL.
3. Исламова, Ч. М. Влияние нормы высева семян на засоренность посевов яровой пшеницы Йолдыз / Ч. М. Исламова, Е. Л. Дудина // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной научной конференции, посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии, Ижевск, 25–26 ноября 2021 г. / Отв. за вып. И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 217–220. – EDN GJXGWC.
4. Перспективы использования новой сельскохозяйственной культуры трититригии (×Triticigia cziczinii Tsvelev) в кормопроизводстве / Л. П. Иванова, О. А. Щуклина, И. Н. Ворончихина [и др.] // Кормопроизводство. – 2020. – № 10. – С. 13–16. – EDN MWYMIА.
5. Реакция сортов среднерусской однодомной конопли на нормы высева в абиотических условиях Среднего Предуралья / Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов [и др.] // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной научной конференции, посвященной 30-ле-

тию Татарского общественного центра Удмуртии, Ижевск, 25–26 ноября 2021 г. / Отв. за вып. И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 168–172.

6. Роль кормовых культур в кормопроизводстве СХПК им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, Т. Н. Рябова, Ч. М. Исламова // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника ВПО РФ Валентины Михайловны Макаровой, Ижевск, 11–14 декабря 2018 г. / Отв. за вып. И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 1. – С. 451–454.

7. Салимова, Ч. М. Влияние срока посева и нормы высева на урожайность зеленой массы и семян ярового рапса / Ч. М. Салимова, И. Ш. Фатыхов, Э. Ф. Вафина // Инновационному развитию АПК – научное обеспечение: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Пермской государственной сельскохозяйственной академии. Том Часть 2. – Пермь: Пермская государственная сельскохозяйственная академия им. академика Д. Н. Прянишникова, 2010. – С. 189–191. – EDN QCTDYP.

8. Фатыхов, И. Ш. Нормы высева для формирования агрофитоценозов полевых культур / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, Ч. М. Исламова // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВПО РФ В. М. Макаровой, Ижевск, 11–14 декабря 2018 г. / Отв. за вып. И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 1. – С. 447–451.

УДК 633.15:631.67

**Ч. М. Исламова¹, Е. В. Корепанова¹,
В. Н. Гореева¹, В. Г. Колесникова¹,
В. А. Капеев², В. В. Зорина², И. Ш. Фатыхов²**

¹Удмуртский ГАУ

²Колхоз (СХПК) им. Мичурина

УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ ПРИ ОРОШЕНИИ

Реакция гибрида кукурузы Ладожский 148 СВ на орошение проявилась значительным повышением на 24,2 т/га урожайности зеленой массы и на 3,8 т/га сухого вещества по сравнению с продуктивностью в условиях естественного увлажнения. Научным обоснованием возрастания урожайности является существенное увеличение на 8,9 тыс. шт./га густоты продуктивных растений, на 200 г массы растения, на 80 г массы одного початка, на 1,4 % облиственности растений и их высоты – на 60 см.

Создание прочной кормовой базы может быть достигнуто за счет внедрения прогрессивных ресурсосберегающих технологий возделывания кормовых культур. Для создания кормовой базы необходимы высокоэффективные приемы, которые будут обеспечивать высокую урожайность при сохранении действующих уровней усвояемости питательных веществ. Важным условием развития животноводства является обеспечение кормами в полном объеме и качестве [2–3, 6].

Академик А. А. Жученко [1] отмечал в своих трудах, что урожайность сельскохозяйственных культур зависит не только от возделываемого сорта, но и от абиотических факторов внешней среды: климатические (температура, свет, влага и другие), эдафические (физические и химические свойства, гранулометрический состав почвы), топографические (условия рельефа и экспозиции), биотические – сорные растения, вредители и так далее. Важнейшим фактором формирования наиболее высоких урожаев кукурузы является оптимизация водного режима почв. Орошение кукурузы позволяет улучшить развитие корневой системы и продуктивность фотосинтеза. При орошении повышается интенсивность дыхания и транспирации, насыщенность влагой растительных тканей, потребление микроэлементов [4].

Вопросам оптимизации водного режима полевых культур в условиях Удмуртской Республики уделялось немалое внимание [4, 6–7]. Однако данных о реакции современных гибридов кукурузы урожайностью надземной биомассы не имеются.

Цель исследований – определение урожайности гибрида кукурузы Ладожский 148 С при орошении.

Методика проведения исследований. Объект исследований кукуруза, раннеспелый гибрид Ладожский 148СВ. Оригинатор сорта НПО «Семеноводство Кубани».

Опыт был проведен в колхозе (СХПК) им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики по следующей схеме:

1. Возделывание кукурузы без орошения.
2. Возделывание кукурузы с орошением.

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. В мае и июне средняя температура воздуха в отдельные дни опускалась

ниже на 0,8...8,9 °С и на 0,6...7,2 °С соответственно, относительно среднемноголетнего значения. Сумма выпавших осадков в мае была близка к норме (96 %), однако в июне холодная погода сопровождалась обилием осадков – 174 % от нормы. В июле и августе установилась засушливая погода с суммой осадков 28 мм и 1 мм соответственно, или 42 % и 2 % от нормы. Среднесуточная температура воздуха в эти месяцы превышала среднестатистические значения на 1,5 и 4,5 °С соответственно. В сентябре показатели среднесуточной температуры воздуха 10,5 °С и суммы выпавших осадков 50 мм соответствовали среднемноголетним параметрам.

Гибрид кукурузы возделывался на дерново-сильнопodzолистой среднесуглинистой почве. Пахотный слой почвы опытного участка характеризовался повышенным содержанием гумуса, слабокислой кислотностью, содержание подвижного фосфора и калия от высокого до очень высокого.

Посев кукурузы был проведен сеялкой SIGMA. В фазе 3–5 листьев у растений кукурузы обработка баковой смесью – 200 л/га – Суперкорн – 1 л/га + Карбамид – 8 кг/га. Внекорневая подкормка в фазе выхода в трубку баковой смесью – 200 л/га + Изagri Цинк – 0,74 л/га + Изagri Азот – 1 л/га + Карбамид – 10 кг/га. Уборка комбайнами KRONEBIGX 500.

Результаты исследований. Реакция гибрида кукурузы Ладожский 148 СВ на орошение проявилась повышением урожайности зеленой массы и сухого вещества по сравнению с аналогичными показателями в условиях естественного увлажнения (рис. 1).

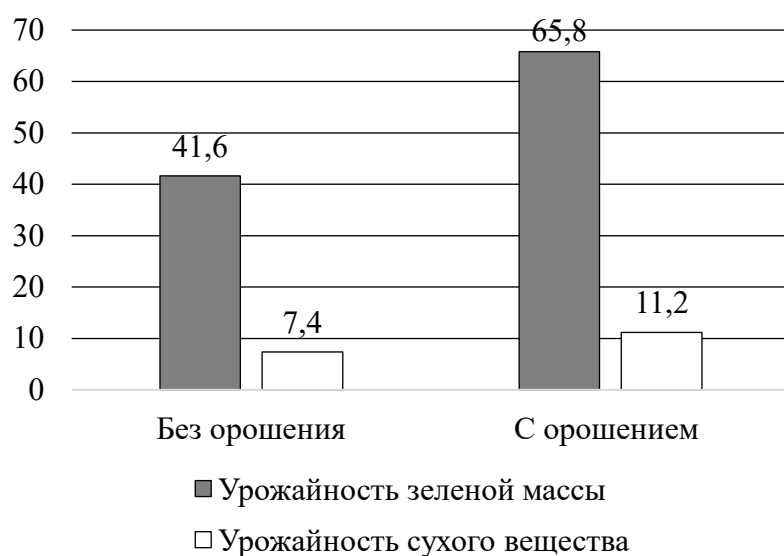


Рисунок 1 – Урожайность зеленой массы и сухого вещества гибрида кукурузы Ладожский 148 СВ в зависимости от орошения, т/га

При орошении урожайность зеленой массы составила 65,8 т/га и сухого вещества – 11,2 т/га, что существенно больше на 24,2 т/га зеленой массы ($НСР_{05}=14,5$ т/га) и на 3,8 т/га сухого вещества ($НСР_{05}=1,7$ т/га) относительно аналогичных показателей без орошения.

Положительная реакция гибрида кукурузы Ладожский 148 СВ на орошение, которая проявилась формированием высокой урожайности, научно обосновывается элементами ее структуры (табл. 1).

Таблица 1 – Элементы структуры урожайности гибрида кукурузы Ладожский 148 СВ в зависимости от орошения

| Орошение | Растений к уборке тыс.шт./га | Масса растения, г | Масса початка, г | Облиственность, % | Высота, см |
|--------------|------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------|
| Без орошения | 71,1 | 589 | 235 | 18,1 | 249 |
| С орошением | 80,0 | 789 | 323 | 19,5 | 309 |
| $НСР_{05}$ | 0,6 | 70 | 22 | 0,7 | 10 |

Густота растений перед уборкой существенно увеличилась на 8,9 тыс. шт./га при дождевании, относительно 71,1 тыс. шт./га их густоты стояния при выращивании без орошения при $НСР_{05}=14,5$ тыс. шт./га. Технология выращивания гибрида кукурузы Ладожский с использованием полива также повлияла на массу одного растения и одного початка, существенно увеличивая данные показатели на 200 г ($НСР_{05}=70$ г) и на 88 г ($НСР_{05}=22$ г) соответственно в отличие от аналогичных значений контрольного варианта (без орошения). Применение полива привело к существенному увеличению на 1,4 % облиственности растений кукурузы относительно аналогичного показателя в варианте без его применения. Относительно высокими 309 см были растения кукурузы с применением орошения, что существенно больше на 60 см высоты растений при их возделывании без полива ($НСР_{05}=10$ см).

Таким образом, реакция гибрида кукурузы Ладожский 148 СВ на орошение проявилась значительным повышением на 24,2 т/га урожайности зеленой массы и сухого вещества – на 3,8 т/га по сравнению с его продуктивностью в условиях естественного увлажнения. Научным обоснованием возрастания урожайности является существенное увеличение густоты продуктивных растений на 8,9 тыс. шт./га, массы растения – на 200 г, одного початка – на 80 г, облиственности растений – на 1,4 %, высоты растений – на 60 см.

Список литературы

1. Жученко, А. А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК / А. А. Жученко. – Киров: Тип НИИСХ Северо-Востока имени Н. Р. Рудницкого, 2009. – 274 с.
2. Кукуруза в кормопроизводстве Удмуртской Республики / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, Ч. М. Исламова, В. Н. Гореева // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 24–26 февраля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – Т. I. – С. 172–177. – EDN JVZNVY.
3. Кукуруза в Удмуртской Республике / И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева // Сортовую агротехнику полевых культур – в производство: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения профессора кафедры растениеводства Ивана Васильевича Осокина, Пермь, 03 апреля 2020 г. – Пермь: Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д. Н. Прянишникова; ИПЦ Прокрость, 2020. – С. 122–126. – EDN BPRKAB.
4. Мелиорация в Удмуртской Республике / А. Г. Шилов, И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2021. – № 5. – С. 39–42. – DOI 10.32962/0235-2524-2021-5-39-42. – EDN АНКУНЕ.
5. Основная силосная культура / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, Ч. М. Исламова [и др.] // Агропром Удмуртии. – 2021. – № 1. – С. 50–52. – EDN WEYEJT.
6. Сравнительная реакция гибридов кукурузы на абиотические условия в колхозе (СХПК) им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики / И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова, Е. В. Корепанова [и др.] // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной научной конференции, посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии, Ижевск, 25–26 ноября 2021 г. / Отв. за вып. И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 284–288. – EDN ZLFZDL.
7. Сравнительная реакция гибридов подсолнечника на орошение урожайностью семян / Ч. М. Исламова, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов [и др.] // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной научной конференции, посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии, Ижевск, 25–26 ноября 2021 г. / Отв. за вып. И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 200–206. – EDN ZPAAGK.

УДК 633.11"321"(470.51)

**Ч. М. Исламова¹, Е. В. Корепанова¹,
В. Н. Гореева¹, И. Ш. Фатыхов²**

¹Удмуртский ГАУ

²Колхоз (СХПК) и.м. Мичурина

ЯРОВАЯ ПШЕНИЦА В ЗЕМЛЕДЕЛИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

В Удмуртской Республике в 2022 г. вся посевная площадь яровой мягкой пшеницы составила 83 684 га, из них сортовых посевов – 65 218 га. На долю оригинальных семян приходилось 5 % или 2961 га, элиты – 15 % или 92 554 га, РС 1-4 – 80 % или 50 427 га. В 2023 г. яровая мягкая пшеница высевалась на площади 82 892 га, из которых сортовых посевов 64 562 га. Оригинальными семенами было посеяно 5 % или 2636 га, элитой – 8 % или 4535 га, РС 1-4 – 88 % или 51 011 га. В структуре посевных площадей яровой пшеницы наибольшую долю занимали сорта среднеспелой группы. Их доля в 2022 г. составила 38 %, в 2023 г. – 42 %. Наибольшую площадь занимал сорт Гранни – 12 008 га. Доля сортов раннеспелой группы в среднем за два года была 34 %. Самую большую площадь занимал сорт Ирень – 20 041 га.

Актуальность. Пшеница как продовольственная культура – один из основных источников энергии для человека и животных. Значение ее как мировой культуры будет неуклонно возрастать, поскольку она представляет собой питательную и экономически выгодную продовольственную культуру, которую можно выращивать в очень широких разнообразных условиях [1].

Сорта яровой пшеницы в одних и тех же абиотических условиях могут формировать разную урожайность [2–6]. В связи с этим анализ динамики площадей посева сортов яровой пшеницы в Удмуртской Республике является актуальным.

Цель исследований – анализ посевных площадей сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости в Удмуртской Республике.

Материалы и методы исследований. Статистические данные по посевным площадям сортов яровой пшеницы за 2022–2023 гг. в Удмуртской Республике.

Результаты исследований. В Удмуртской Республике в 2022 г. вся посевная площадь яровой мягкой пшеницы составила 83 684 га, из них сортовых посевов – 65 218 га (78 %). На долю оригинальных семян приходилось 5 % или 2961 га, элиты – 15 % или 92 554 га,

РС 1-4 – 80 % или 50 427 га. В 2022 г. в Удмуртской Республике было посеяно 29 сортов яровой пшеницы разных групп спелости.

Наибольшую площадь в структуре посевных площадей яровой пшеницы занимал раннеспелый сорт Ирень, что составляет 22 234 га. На долю оригинальных семян данного сорта приходилось 636 га, элиты – 1744 га и РС 1-4 – 14 980 га.

Среднеранний сорт Гранни выращивался на площади 10 361 га, из них 8755 га площадей были посеяны семенами РС 1-4 (табл. 1).

Таблица 1 – Посевная площадь сортов яровой пшеницы в Удмуртской Республике в 2022 г., га

| Сорт | Всего | Категория семян | | |
|-----------------------|--------|-----------------|-------|--------|
| | | оригинальные | элита | РС 1-4 |
| Ирень | 22 234 | 636 | 1744 | 14 980 |
| Гранни | 10 361 | – | 180 | 8755 |
| Йолдыз | 5829 | 939 | 678 | 4212 |
| Экада 109 | 5422 | 195 | 230 | 4997 |
| Ульяновская 105 | 4613 | – | 105 | 4508 |
| Тризо | 2289 | – | – | 2289 |
| Екатерина | 2120 | 54 | 408 | 1658 |
| Маргарита | 1938 | – | – | 1938 |
| Лицамеро | 1637 | – | 214 | 1423 |
| Иргина | 1456 | 90 | – | 1366 |
| КВС Буран | 1440 | – | – | 1440 |
| Баженка | 1115 | – | – | 1115 |
| Черноземноуральская 2 | 1040 | 0 | 165 | 875 |
| Каменка | 827 | 356 | 471 | – |
| Торридон | 603 | – | – | 603 |
| Горноуральская | 460 | – | – | – |
| Арабелла | 384 | – | – | 384 |
| Хаят | 335 | – | – | 335 |
| КВС Сансет | 278 | – | 170 | 108 |
| Свеча | 276 | – | – | – |
| Бурлак | 183 | 183 | – | – |
| Экстра | 132 | 32 | 100 | – |
| Канюк | 70 | – | 70 | – |
| Злата | 66 | 66 | – | – |
| Никон | 50 | 50 | – | – |
| Корнетто | 25 | – | – | 25 |
| Ирень 2 | 21 | 21 | – | – |
| Радмира | 8 | 8 | – | – |
| Ситара | 6 | 6 | – | – |

В Удмуртской Республике в 2023 г. вся посевная площадь яровой мягкой пшеницы составила 82 892 га, среди них сортовых посевов 64 562 га. Оригинальными семенами были посеяны 5 % всех площадей или 2636 га, элитой – 8 % или 4535 га, РС 1-4 – 88 % или 51 011 га. В 2023 г. яровая пшеница была представлена 29 сортами разных групп спелости.

В 2023 г. посевная площадь среднеспелого сорта яровой пшеницы Ирень сократилась на 4386 га, относительно 2022 г. и составила 17 848 га. Доля оригинальных семян данного сорта уменьшилась на 162 га, элиты – на 679 га. При этом посевная площадь под сортом яровой пшеницы Гранни выросла на 3295 га.

В 2023 г. площадь посева сократилась по следующим сортам: Ульяновская 105 – на 3514 га, Маргарита – на 1233 га, Иргина – на 813 га, Баженка – 658 га, Торридон – на 578 га, Черноземноуральская 2 – на 505 га, Тризо – на 406 га, Йолдыз – на 311 га, Екатерина – на 218 га, Свеча – на 89 га и увеличилась у сортов: Каменка – на 3059 га, КВС Сансет – на 1276 га, Бурлак – на 1275 га, Канюк – на 1241 га, Ликамеро – на 489 га, КВС Буран – 332 га, Экада 109 – на 134 га, Корнетто – на 160 га, Радмира – на 110 га, Экада 214 – на 111 га по сравнению с посевной площадью данных сортов в 2022 г. (табл. 2).

Таблица 2 – Посевная площадь сортов яровой пшеницы в Удмуртской Республике в 2023 г., га

| Сорт | Всего | Категория семян | | |
|-----------------|--------|-----------------|-------|--------|
| | | оригинальные | элита | РС 1-4 |
| Ирень | 17 848 | 474 | 1065 | 15 401 |
| Гранни | 13 656 | – | 118 | 13 213 |
| Экада 109 | 5556 | – | 1010 | 4546 |
| Йолдыз | 5518 | 1125 | 3179 | 1214 |
| Каменка | 3886 | 625 | 774 | 2487 |
| Ликамеро | 2126 | – | 129 | 1997 |
| Екатерина | 1902 | 54 | 161 | 1687 |
| Тризо | 1883 | – | 219 | 1598 |
| КВС Буран | 1772 | – | – | 1772 |
| КВС Сансет | 1554 | – | 86 | 1468 |
| Бурлак | 1458 | – | 1458 | – |
| Канюк | 1311 | – | 51 | 1260 |
| Ульяновская 105 | 1099 | – | – | 1099 |
| Маргарита | 705 | – | – | 705 |

| Сорт | Всего | Категория семян | | |
|-----------------------|-------|-----------------|-------|--------|
| | | оригинальные | элита | РС 1-4 |
| Иргина | 643 | – | 150 | 493 |
| Черноземноуральская 2 | 535 | – | – | 535 |
| Баженка | 457 | – | – | 457 |
| Горноуральская | 447 | – | – | – |
| Никон | 398 | – | 398 | – |
| Хаят | 389 | 79 | – | 310 |
| Экстра | 341 | 191 | 150 | – |
| Злата | 207 | – | 207 | – |
| Свеча | 187 | – | – | – |
| Корнетто | 185 | – | – | 185 |
| Ирень 2 | 120 | 80 | 40 | – |
| Радмира | 118 | 118 | – | – |
| Экада 214 | 111 | 111 | – | – |
| Ситара | 82 | 82 | – | – |
| Токката | 43 | – | 43 | – |
| Торридон | 25 | 8 | 17 | – |
| Ладья | 14 | 14 | – | – |

В структуре посевных площадей яровой пшеницы по годам наибольшую долю занимали сорта среднеспелой группы. На их долю в 2022 г. приходилось 38 %, в 2023 г. доля сортов среднеспелой группы увеличилась на 4 % и составила 42 %. Сорта раннеспелой группы составляли в 2022 г. 37 %. К 2023 г. доля их снизилась на 7 % (рис. 1).

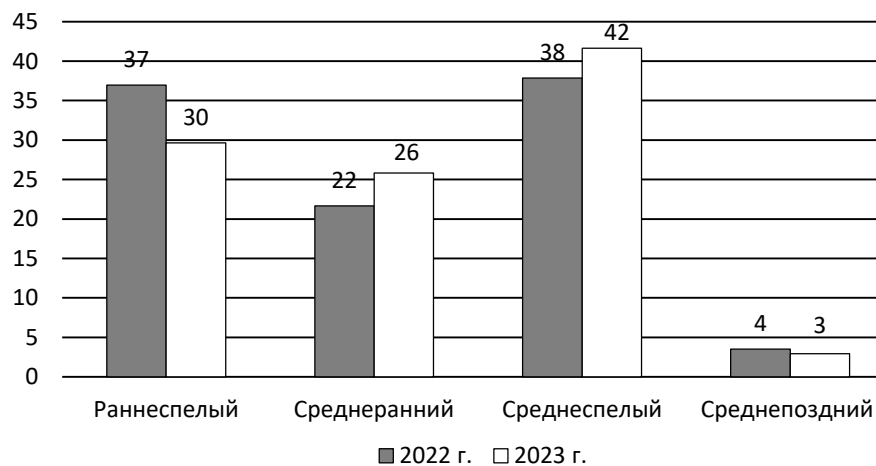


Рисунок 1 – Доля сортов разных групп спелости в структуре посевных площадей яровой пшеницы, %

Сорта яровой пшеницы среднеранней группы спелости в 2022 г. возделывались на 14 122 га, что составляет 22 % от площадей сортовых посевов. В 2023 г. посевная площадь под сортами среднеранней группы увеличилась до 16 669 га или это 26 % всех сортовых посевов. На долю среднепоздних сортов приходилось 3–4 %.

Выводы и рекомендации. Таким образом, в Удмуртской Республике в 2022 г. вся посевная площадь яровой мягкой пшеницы составила 83 684 га, из них сортовых посевов 65 218 га. На долю оригинальных семян приходилось 5 % или 2961 га, элиты – 15 % или 92 554 га, РС 1-4 – 80 % или 50 427 га. В 2023 г. вся посевная площадь яровой мягкой пшеницы – 82 892 га, из которых сортовых посевов – 64 562 га. Оригинальными семенами высевались 5 % посевов или 2636 га, элитой – 8 % или 4535 га, РС 1-4 – 88 % или 51 011 га. В структуре посевных площадей яровой пшеницы наибольшую долю занимали сорта среднеспелой группы. На их долю в 2022 г. приходилось 38 %, в 2023 г – 42 %. Наибольшую площадь занимал сорт Гранни 12 008 га. Доля сортов раннеспелой группы в среднем составила 34 %. Большую площадь занимал сорт Ирень – 20 041 га.

Список литературы

1. Зерновые и зернобобовые культуры в Удмуртской Республике / А. М. Гафанова, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов [и др.] // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной научной конференции, посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии, Ижевск, 25–26 ноября 2021 г. / Отв. за вып. И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 177–182.

2. Исламова, Ч. М. Химический состав зерна в урожае сортов яровой пшеницы при выращивании по разным предшественникам и обработке посевов фунгицидом / Ч. М. Исламова, Е. Ю. Колесникова // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 20 июля 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 13–17.

3. Качество зерна пшеницы и озимой ржи на продовольственные цели в Удмуртской Республике / М. В. Курылев, Ч. М. Исламова, И. Ш. Фатыхов [и др.] // 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 Владимира Михайловича Холзакова и 75-летию кандидата с.-х. наук, доцента Анатолия Ивановича Вен-

чикова, Ижевск, 17 марта 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 30–34.

4. Оценка сортов яровой пшеницы на адаптивную способность и экологическую пластичность при возделывании по разным предшественникам в условиях Среднего Предуралья / Е. Ю. Колесникова, Ч. М. Исламова, И. Ш. Фатыхов [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 38–45.

5. Оценка сортов яровой пшеницы на адаптивную способность и экологическую пластичность при возделывании по разным предшественникам в условиях Среднего Предуралья / Е. Ю. Колесникова, Ч. М. Исламова, И. Ш. Фатыхов [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 38–45.

6. Производство зерна в Удмуртской Республике / А. М. Гафанова, Е. В. Корепанова, Ч. М. Исламова [и др.] // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной научной конференции, посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии, Ижевск, 25–26 ноября 2021 г. / Отв. за вып. И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 172–177.

УДК 633.14

Р. Р. Исмагилов¹, Р. К. Кадиков¹, Р. Р. Абдулвалеев²

¹ОС «Уфимская» УФИЦ РАН

²Уфимский государственный
нефтяной технический университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ ПО НАДЗЕМНОЙ МАССЕ

Изложены результаты сравнительного изучения формирования надземной массы, высоты и облиственности растений сортов озимой ржи разного направления использования. Показано значительная изменчивость надземной сухой массы всех сортов по годам под влиянием агрометеорологических условий. Изученные сорта по надземной сухой массе отличаются незначительно (коэффициент вариации 3,91 %). Сравнительно высокую надземную биомассу к фазе колошения формирует сорт Бухтарминская (4,17 т/га).

Введение. Озимая рожь – традиционная зерновая культура России. В то же время в последние годы происходит сокращение посевных площадей и, соответственно, объема производства зер-

на озимой ржи в стране. Если в 2011 г. озимая рожь возделывалась в Российской Федерации на площади 1551 тыс. га, то в среднем за последние 3 г. (2019–2021 гг.) – 956 тыс. га, валовые сборы зерна ржи, соответственно, 2971 тыс. т, и 1843 тыс. т. В одном из основных регионов возделывания озимой ржи – Республике Башкортостан – посевные площади в 2011 г. были 365 тыс. га, а в последние годы сократились до 151 тыс. га (2019–2021 гг.), валовые сборы, соответственно, с 688 тыс. т до 296 тыс. т. Анализ показывает, что сокращение производства зерна ржи в Российской Федерации и в целом в мире вызвано снижением спроса на зерно данной культуры.

Во-первых, существенно сокращается использование зерна ржи для производства хлеба и хлебобулочных изделий. По мере роста благосостояния населения люди предпочитают более «престижный» белый хлеб, только 8–10 % хлеба, выпекаемого в стране, – это ржаной хлеб. Переработка зерна ржи на этанол и крахмал также занимает сравнительно небольшие объемы.

Во-вторых, относительно низка урожайность озимой ржи и экономическая целесообразность ее возделывания. Урожайность озимой ржи в Российской Федерации практически не повышается, в 2011 г. составила 19,5 ц/га и в последние 3 года (2019–2021 гг.) – в среднем 19,6 ц/га. Основной причиной невысокой урожайности озимой ржи, как второстепенной культуры, является размещение посевов по плохим предшественникам и несоблюдение технологии ее возделывания. Расширяя площади под озимой пшеницей, как требовательной к условиям произрастания зерновой культуры, хозяйства размещают на полях с высоким плодородием почвы и по лучшим предшественникам, применяют более интенсивную технологию возделывания. Следует также отметить, что селекционная работа по созданию высокопродуктивных сортов озимой ржи по сравнению с озимой пшеницей проводилась недостаточно.

В-третьих, сельхозтоваропроизводители, возделывающие озимую пшеницу, не высевают озимую рожь в хозяйстве с целью исключения механической примеси ржи в зерне озимой пшеницы. Вследствие всего этого сегодня выращивать озимую рожь менее выгодно, чем более урожайную и универсального использования культуру – озимую пшеницу. В то же время озимая рожь экологически пластичная и относительно нетребовательная к условиям произрастания культура. Она успешно произрастает и формирует более высокую урожайность по сравнению с други-

ми озимыми зерновыми культурами в лесостепной и лесной зонах с низкой обеспеченностью природными ресурсами и неблагоприятными факторами роста и развития озимых зерновых культур. Кроме того, озимая рожь – хороший предшественник для многих культур. Возделывание озимой ржи позволяет разгрузить пиковые нагрузки на машинно-тракторный парк и рабочие силы хозяйства и тем самым сократить затраты и повысить экономическую эффективность ведения в целом растениеводства хозяйства [6].

Зерно ржи не нашло широкого применения в кормлении животных, хотя по питательности рожь близка к пшенице, а по содержанию лизина превосходит ее. Энергетическая ценность составляет около 11 МДж/кг. В её зерне около 12,5 % протеина, 1,8 % жира, 2,1 % клетчатки, 51,8 % крахмала, 0,09 % кальция, 0,28 % фосфора, 0,48 калия [4]. Белок ржи обладает большей биологической ценностью, чем белок пшеницы и других зерновых культур. Биологическая ценность белка ржи на 2 единицы выше, чем пшеницы [9]. Зерно ржи также богаче по содержанию незаменимой аминокислоты лизина, в 1 кг зерна ржи содержится лизина 4,3 г, пшеницы – 3,9 г лизина [4]. Анализ накопившихся за последние годы экспериментальных данных привел многих исследователей к выводу, что водорастворимые пентозаны (арабиноксиланы) являются основным ограничивающим фактором использования зерна ржи в кормовых целях [15, 1, 2, 5]. Антипитательные свойства пентозанов обусловлены способностью их связывать большое количество воды, 10 раз больше от собственной массы. Особенно сорбционной способностью по отношению к воде отличаются растворимые пентозаны. Кроме того, растворы пентозанов имеют очень высокую вязкость, в 15 раз большую, чем растворы глобулярных белков. В результате при поедании корма из зерна ржи в пищеварительном тракте животных образуется высоковязкая суспензия, обволакивающая гранулы крахмала и протеинов, в свою очередь, ограничивающая всасывание уже переваренного белка, крахмала, жира и других питательных веществ. Поедание большого количества зерна ржи замедляет прохождение корма в кишечнике, вызывает расстройство пищеварения, особенно у свиней, способствует ослаблению и снижению продуктивности животных [12]. В настоящее время созданные кормовые сорта по содержанию водорастворимых пентозанов в зерне существенно не отличаются от сортов и гибридов зернового направления [13, 14, 3].

Одним из направлений сохранения посевных площадей озимой ржи выступает использование ее на зеленый корм. Озимая рожь – самый ранний корм весной для сельскохозяйственных животных, поэтому в зеленом конвейере она часто является первой культурой и позволяет предупредить развитие авитаминоза у животных ранней весной. Поедаемость зеленой массы ржи животными очень высокая, и использовать ее можно примерно на 2 недели раньше, чем посевы многолетних трав. На зеленую массу ее скашивают в период «выход в трубку-колошение». Рожь дает зеленую массу для пастбы крупного рогатого скота и лошадей и поздней осенью при наступлении морозов. Посевы ржи и тритикале являются источником высококачественного свежего зеленого корма с 20 мая до середины июня. Кормовой сорт озимой ржи достигает укосной спелости (40 см) в конце второй декады мая, короткостебельный сорт Паром на неделю позднее. При скашивании, начиная с 20 мая, можно получать до 120 ц/га свежего зеленого корма, на 50 % состоящего из листьев и имеющего в сухом веществе 25–30 % сырого протеина. В начале июня урожайность зеленой массы сортов ржи может достигать 200–300 ц/га и сухого вещества 40–80 ц/га, содержащего 15–17 % протеина, сортов тритикале 150–200 ц/га зеленой массы и 25–60 ц/га сухого вещества, содержащего около 20 % протеина. Урожайность кормовых сортов выше на 25–30 %. С середины июня на посевах озимой ржи можно проводить заготовку различных кормов на зиму [7]. Габитус и питательность надземной массы растений озимой ржи для зеленого корма значительно отличаются от растений зернового направления использования [8, 11]. В селекции сорта озимой ржи на зеленый корм получены определенные положительные результаты в Республике Беларусь [12].

В то же время отсутствуют результаты сравнительной продуктивности сортов разного направления использования. В этой связи нами проводилось сравнительное изучение формирования надземной массы трех сортов и гибрида озимой ржи.

Методика исследований. Экспериментальные исследования проводились ГБПОУ Аксеновский агропромышленный колледж имени Н. М. Сибирцева (Аксеновский АПК), СПК им. Мичурина, ООО «УРАЛАГРО», ООО МТС «Илишевская» и ООО Племзавод «Валиева» Республики Башкортостан. Климат на территории данных хозяйств, как в целом Республики Башкортостан, резко континентальный. Почва представлена выщелоченным чер-

ноземом с содержанием гумуса в зависимости от хозяйства и поля 5,8–8,3 %. Полевой опыт включал следующие сорта разного направления использования Памяти Кунакбаева, Подарок, Бухтарминская и гибрид F1 КВС Авиатор. Полевые опыты проводили согласно методике госсортоиспытания. Размер делянок 200 м², повторность вариантов трехкратная, размещение систематическое. Надземную массу растений и отдельно листьев после сушки определяли путем взвешивания проб, взятых с 1 м² в трех местах делянки.

Результаты исследования. В среднем за годы исследования сухая надземная масса составила у сорта Памяти Кунакбаева 3,81 т/га, Бухтарминская – 4,17 т/га, Подарок – 3,78 т/га и КВС Авиатор – 3,93 т/га. Сухая масса надземной части растений озимой ржи колебалась как по годам, так и по сортам (табл. 1). Так, сухая масса сорта Памяти Кунакбаева изменялась от 2,79 т/га до 5,43 т/га. Значительная изменчивость надземной массы была по годам у всех сортов, коэффициент вариации данного показателя у сорта Памяти Кунакбаева составил 20,73 %, Бухтарминская – 19,03 %, Подарок – 20,55 % и КВС Авиатор – 20,91 %. Такая изменчивость урожайности надземной массы обусловлена разными агрометеорологическими условиями в годы исследования. Например, вегетационный период 2021 г. был очень засушливым. За период май-июль выпало всего 74,7 мм дождей, и среднемесячная температура воздуха превышала климатические нормы на 2–4,4 °С. Относительная влажность воздуха колебалась в пределах 42–57 %.

Межсортовая изменчивость надземной массы была небольшой (коэффициент вариации всего 3,91 %), несмотря на то, что изучаемые сорта разного направления использования. Надземная масса в основном определяется высотой и облиственностью растений. Исследования показали данные показатели изучаемых сортов изменяются также по годам в значительной степени (табл. 1). Так, высота растений сорта Памяти Кунакбаева колебалась от 118 (2021 г.) см до 145 см (2020 г.). Высота растений в среднем составила 128,8 см и коэффициент вариации 8,9 %. В 2021 г. (Аксеновский АПК) высота растений у всех сортов была низкая: сорта Памяти Кунакбаева – 118 см; Бухтарминская – 124 см; Подарок – 120 см и КВС Авиатор – 114 см.

Облиственность в среднем у изучаемых сортов была 31,4 %. Величина данного показателя колебалась по годам от 29 % до 37 % и коэффициент вариации составил 10,8 %.

Таблица 1 – Надземная масса, высота и облиственность растений сортов озимой ржи в фазе колошения

| Сорт, гибрид | Облиственность, % | Высота растений, см | Надземная масса растений (при 14 % влажности), т/га |
|---------------------------------|-------------------|---------------------|---|
| 2018 г. Аксеновский АПК | | | |
| Памяти Кунакбаева | 37 | 119 | 2,79 |
| Бухтарминская | 39 | 125 | 3,45 |
| Подарок | 36 | 120 | 2,81 |
| КВС Авиатор | 38 | 115 | 3,03 |
| 2019 г. Аксеновский АПК | | | |
| Памяти Кунакбаева | 29 | 126 | 3,98 |
| Бухтарминская | 30 | 137 | 4,15 |
| Подарок | 28 | 131 | 3,88 |
| КВС Авиатор | 29 | 121 | 4,02 |
| 2020 г. Аксеновский АПК | | | |
| Памяти Кунакбаева | 37 | 146 | 4,83 |
| Бухтарминская | 36 | 157 | 5,17 |
| Подарок | 37 | 143 | 4,78 |
| КВС Авиатор | 37 | 140 | 4,95 |
| 2021 г. Аксеновский АПК | | | |
| Памяти Кунакбаева | 31 | 118 | 3,25 |
| Бухтарминская | 32 | 124 | 3,40 |
| Подарок | 30 | 120 | 3,16 |
| КВС Авиатор | 31 | 114 | 3,23 |
| 2021 г. ООО МТС «Илишевская» | | | |
| Памяти Кунакбаева | 32 | 123 | 3,65 |
| Бухтарминская | 30 | 131 | 4,32 |
| Подарок | 31 | 127 | 3,72 |
| КВС Авиатор | 32 | 120 | 3,78 |
| 2022 г. ООО «УРАЛАГРО» | | | |
| Памяти Кунакбаева | 29 | 143 | 5,43 |
| Бухтарминская | 30 | 151 | 5,77 |
| Подарок | 29 | 142 | 5,38 |
| КВС Авиатор | 30 | 140 | 5,65 |
| 2023 г. ООО Племзавод «Валиева» | | | |
| Памяти Кунакбаева | 28 | 123 | 3,79 |
| Бухтарминская | 30 | 129 | 4,27 |
| Подарок | 28 | 121 | 3,78 |
| КВС Авиатор | 30 | 111 | 4,12 |
| 2023 г. СПК им. Мичурина | | | |
| Памяти Кунакбаева | 28 | 125 | 3,33 |
| Бухтарминская | 31 | 134 | 3,57 |
| Подарок | 28 | 124 | 3,38 |
| КВС Авиатор | 31 | 121 | 3,43 |

Выводы. Надземная сухая масса, высота и облиственность растений сортов озимой ржи разного направления использования Памяти Кунакбаева, Бухтарминская, Подарок и гибрида КВС Авиатор подвержены значительной изменчивости по годам под влиянием агрометеорологических условий. Данные сорта по надземной сухой массе отличаются незначительно (коэффициент вариации 3,91 %). Сравнительно высокую надземную биомассу к фазе колошения формирует сорт Бухтарминская (4,17 т/га).

Список литературы

1. Исмагилов, Р. Р. Качество и технология производства продовольственно-го зерна озимой ржи / Р. Р. Исмагилов, Р. Б. Нурлыгаянов, Т. Н. Ванюшина. – Москва: АгриПресс, 2001. – 224 с.
2. Пентозаны в зерне озимой ржи / Р. Р. Исмагилов, Д. С. Аюпов, Т. Н. Ванюшина, Р. Р. Исмагилов // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка, 2003. – С. 137–139.
3. Исмагилов, Р. Р. Кормовые качества зерна озимых зерновых культур в южной лесостепи Республики Башкортостан / Р. Р. Исмагилов, В. Х. Абдуллоев // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 1 (33). – С. 35–43.
4. Комбикорма, кормовые добавки и ЗЦМ для животных (состав и применение) / В. А. Крохина, А. П. Калашников, В. И. Фисинин [и др.]. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 304 с.
5. Оценка хлебопекарных качеств зерна озимой ржи по вязкости водного экстракта / А. А. Гончаренко, Р. Р. Исмагилов, Н. С. Беркутова [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 1. – С. 6–9.
6. Перспективы использования и приемы снижения арабиноксиланов кормового зерна озимой ржи / Р. Р. Исмагилов, К. В. Малютин, Р. Р. Алимгафаров, Р. Р. Каюмова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1 (65). – С. 26–32. – DOI 10.31563/1684-7628-2023-65-1-26-32.
7. Потапова, Г. Н. Озимая рожь и тритикале – источник раннего зеленого корма на Урале / Г. Н. Потапова, Н. Л. Зобнина // Селекция и семеноводство в растениеводстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 08–09 февраля 2018 г. – Екатеринбург: Уральское аграрное издательство, 2018. – С. 69–77.
8. Селекция озимой ржи на зеленый корм в Самарской области / Н. В. Михайлов, Г. А. Сюкова, Т. А. Горянина, А. А. Бишарев // Вопросы селекции, семеноводства и технологии возделывания озимой ржи в России: тезисы докладов Всероссийского научно-методического совещания. – Самара: Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2000. – С. 31–33.
9. Солошенко, В. А. Рожь в комбикормах для животных / В. А. Солошенко, В. И. Филатов, В. А. Рогачев [и др.] // Зоотехния. – 1998. – № 9. – С. 17–18.

10. Урбан, Э. П. К селекции озимой ржи на зеленый корм / Э. П. Урбан, М. М. Гороя, Ю. С. Соловей // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: материалы Юбилейной Международ. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию образования Института земледелия, Жодино, 29 июня 2007 г. – Жодино: Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь, 2007. – С. 30–32.
11. Урбан, Э. П. Вердена – новый сорт озимой ржи на зеленый корм / Э. П. Урбан, Т. Бирюкович // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 7. – С. 62–63. – EDN GFLZKQ.
12. Boros D. Quality aspects of winter rye for feed purpose // Proceedings of International Symposium on Rye Breeding and Genetics. 28-30 June 2006 // Vort. Pflanzenucht. – 2007. – P. 80–85.
13. Ismagilov, R. Intervarietal variations in the content of water-soluble pentosans in winter rye grains // International Symposium on Rye Breeding & Genetics, Minsk, 29 June – 02 July 2010. – Zhodino, 2010. – P. 93–94.
14. Ismagilov R., Ayupov D., Nurlygayanov R., Aiyarov U., Abdulloev V. Ways to reduce anti-nutritional substances in winter rye grain // Physiology and Molecular Biology of Plants, 2020. – Т. 26. – № 5. – С. 1067–1073.
15. Karlsson R. Pentosans in rye // Sveriges Utsadesforenings Tidskrift. 1988. V. 98. P. 213-2.

УДК 633.13:632

В. Г. Колесникова¹, О. В. Коробейникова²

¹Удмуртский ГАУ

²Удмуртский филиал ФГБУ «ВНИИЗЖ»

ПОРАЖЕННОСТЬ СОРТОВ ОВСА БОЛЕЗНЯМИ

Приведены данные по пораженности растений разных сортов овса корневой гнилью в условиях Удмуртской Республики.

Актуальность. Овес на протяжении всего вегетационного периода подвергается многочисленным заболеваниям и воздействию вредителей, что в конечном итоге сказывается на урожайности и качестве продукции. Во всем мире потери овса от различных заболеваний составляют 9,3 %. Сложность борьбы с болезнями этой культуры заключается в том, что каждый возбудитель образует множество подвидов, которые в свою очередь по-разному

вливают на развитие овса. К основным заболеваниям овса относятся корневая и стеблевая гниль, всевозможные пятна, ржавчина и мозаика, а также различные виды фитофтороза и бактериоз. Для работников сельского хозяйства болезни злаков – настоящая головная боль, они вынуждены неустанно бороться с инфекциями, а также проводить своевременные профилактические мероприятия, так как зерно овса занимает одно из ведущих мест среди источников энергии в питании человека и кормления животных [5–9]. Самый эффективный способ борьбы с болезнями – выращивать сорта, устойчивые к вирусам и бактериям [2, 3]. У селекционеров основное направление – создание высокопродуктивных сортов овса зернофуражного и универсального использования, а также улучшение различных признаков качества продукции. Целенаправленная селекция позволяет улучшить качество зерна и развить другие экономически полезные признаки злаков, что делает сорт не только самым дешевым, но и наиболее доступным и позволяет быстро повысить эффективность зернового земледелия.

В связи с этим **целью наших исследований** является выявить сорта, устойчивые к болезням, для выращивания в Удмуртской Республике. Для выполнения данной цели была поставлена **задача** – определить виды болезней в посевах овса изучаемых сортов.

Материалы и методы. Объект исследования – сорта овса посевного. В 2023 г. полевой однофакторный опыт был заложен на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве на опытном поле «УНПК – Агротехнопарк» ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ. Схема опыта: 1) Яков; 2) Азель; 3) Альбатрос; 4) Аргамак; 5) Буланный; 6) Грум; 7) Гунтер; 8) Драгун; 9) Конкур; 10) Кречет; 11) Кросс; 12) Медведь; 13) Сталлер; 14) Улов; 15) Уралец; 16) Фалёнец. За стандарт был взят сорт Яков. Посев был проведен сеялкой СС-11 Альфа обычным рядовым способом с нормой высева 6,0 млн штук всхожих семян на 1 га. Опыт был заложен в соответствии с требованиями методик опытного дела [1]. Учет болезней проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [10].

Результаты исследований. В современных условиях возделываемые сорта должны отличаться не только высокой урожайностью и хорошими показателями качества продукции, но и должны быть устойчивыми к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Вегетационный период в 2023 г. в целом был жарким и сухим (табл. 1). От посева до уборки развитие растений овса происходило

при среднесуточной температуре воздуха выше нормы, так, в апреле месяце на 3,9 °С, в мае – на 3,4 °С, в июне – на 1,9 °С, в июле – на 2,3 °С, в августе – на 1,9 °С и не достаточном количестве осадков, особенно в первой половине вегетации (в апреле месяце – 4 % от нормы, в мае – 5 % от нормы, в июне – 27 % от нормы).

Такая жаркая и сухая погода стала причиной поражения растений сортов овса корневой гнилью. Возбудители корневой гнили представляют собой группу патогенов с преобладанием грибковых грибов. На корнях и основании стебля появляются коричневые пятна, листья желтеют, образуется недоразвитая мотелка и мелкозернистая высокая пленка. Потери урожая от корневой гнили могут превышать 20 % [4].

Таблица 1 – Погодные условия 2023 г. (по данным Ижевской метеостанции)

| Месяц | Температура, °С | | | | Осадки | | |
|--------|-----------------|---------|----------|---------------------|------------|-----------|------------------------|
| | минимум | средняя | максимум | отклонение от нормы | выпадо, мм | норма, мм | отклонение от нормы, % |
| Апрель | -6,7 | +7,9 | +22,9 | +3,9 | 1 | 29 | 4 |
| Май | -3,6 | +15,7 | +30,6 | +3,4 | 2 | 45 | 5 |
| Июнь | +1,9 | +14,9 | +29,0 | +1,9 | 17 | 63 | 27 |
| Июль | +10,5 | +21,1 | +36,5 | +2,3 | 57 | 66 | 85 |
| Август | +3,6 | +18,1 | +32,1 | +1,9 | 56 | 63 | 90 |

В результате проведенных наблюдений в опыте была выявлена пораженность растений изучаемых сортов овса корневой гнилью (табл. 2).

Таблица 2 – Пораженность растений сортов овса корневой гнилью в фазе восковой спелости зерна (2023 г.)

| Сорт | Развитие, % | Распространенность, % |
|------------|-------------|-----------------------|
| Яков (st.) | 15 | 47 |
| Азель | 7 | 5 |
| Альбатрос | 5 | 17 |
| Аргамак | 1 | 5 |
| Буланый | 17 | 20 |
| Грум | 5 | 15 |
| Гунтер | 4 | 15 |
| Драгун | 15 | 38 |
| Конкур | 6 | 21 |
| Кречет | 5 | 10 |

| Сорт | Развитие, % | Распространенность, % |
|-------------------|-------------|-----------------------|
| Кросс | 9 | 14 |
| Медведь | 5 | 13 |
| Сталлер | 9 | 13 |
| Улов | 26 | 23 |
| Уралец | 12 | 19 |
| Фаленец | 5 | 17 |
| НСР ₀₅ | 7 | 5 |

Развитие данной болезни у стандартного сорта Яков составило 15 %, существенно выше на 9 % развитие наблюдалось у сорта Улов (26 %) при НСР₀₅ 7 %. У сортов Буланный (17 %), Драгун (15 %), Уралец (12 %), Сталлер (9 %) и Кросс (9 %) развитие болезни было на уровне стандартного сорта Яков. Наименьшее развитие (1–7 %) имели сорта Аргамак, Гунтер, Альбатрос, Грум, Кречет, Медведь, Фаленец, Конкур, Азель.

В наших исследованиях распространенность данной болезни была выше у стандартного сорта Яков и составила 47 %. У остальных всех изучаемых сортов данный показатель был существенно ниже на 9–42 % при НСР₀₅ 5,0 %. Наименьшая распространенность (5 %) данной болезни была выявлена у сортов Азель и Аргамак.

Таким образом, при защите овса от вредных болезней наиболее эффективен агротехнический комплекс мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых способствует их полной ликвидации или значительному ограничению вредоносности. Данный комплекс предполагает использование для посева устойчивых и выносливых сортов.

Выводы и рекомендации. В результате проведенных исследований были выделены сорта овса, растения которых были меньше поражены корневой гнилью в условиях 2023 г. в Удмуртской Республике. Такими сортами являются Азель, Аргамак, Кречет, Медведь, Сталлер, Кросс.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 383 с.
2. Колесникова, В. Г. Биологические особенности и технология возделывания овса посевного: учебное пособие / В. Г. Колесникова; под общ. ред. И. Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 33–36.

3. Колесникова, В. Г. Овес в Удмуртской Республике / В. Г. Колесникова, И. Ш. Фатыхов // Сортовую агротехнику полевых культур – в производство: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения профессора кафедры растениеводства Ивана Васильевича Осокина. – Пермский ГАУ им. академика Д. Н. Прянишникова. – 2020. – С. 94–96.

4. Колесникова, В. Г. Предпосевная обработка семян и нормы высева овса Яков в Среднем Предуралье: монография / В. Г. Колесникова, К. В. Захаров, И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 107 с.

5. 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 Международ. науч.-практ. конф. В 2-х т. – Ижевск, 2022. – С. 63–67.

6. Колесникова, В. Г. Кормовая продуктивность сортов овса / В. Г. Колесникова // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики, почётного работника высшей школы Российской Федерации, профессора Вячеслава Павловича Ковриго, Ижевск, 23–24 мая 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 122–124.

7. Колесникова, В. Г. Основы получения экологически безопасной продукции / В. Г. Колесникова // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики, почётного работника высшей школы Российской Федерации, профессора Вячеслава Павловича Ковриго, Ижевск, 23–24 мая 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 125–129.

8. Колесникова, В. Г. Сравнительная оценка сортов овса по показателям качества зерна / В. Г. Колесникова // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 20 июля 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 17–20.

9. Колесникова, В. Г. Химический состав зерна сортов овса / В. Г. Колесникова // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 20 июля 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 21–23.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск третий / Под общ. ред. М. А. Федина: гос. ком. по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при МСХ СССР. – Москва, 1983. – 45 с.

В. Г. Колесникова¹, О. В. Коробейникова²

¹Удмуртский ГАУ

²Удмуртский филиал ФГБУ «ВНИИЗЖ»

СТЕПЕНЬ ПОВРЕЖДЕНИЯ РАСТЕНИЙ ОВСА ВРЕДИТЕЛЯМИ

Приведены данные пораженности растений разных сортов овса вредителями в условиях Удмуртской Республики.

Актуальность. Различные вредители влияют на качество урожая овса и его количество. Определенные виды паразитов появляются только на определенной стадии развития растений. Вредители вызывают ухудшение технологических и физических качеств зерна, прореживание всходов [2, 7]. На территории Российской Федерации зарегистрировано более 130 видов вредителей, негативно влияющих на качество и урожайность культур, в том числе овса.

Борьба с вредителями при выращивании овса должна проводиться в сочетании с зональными системами сельского хозяйства, сочетающими семенные, агротехнические и химические меры. Защищая овес от вредителей, агротехнический комплекс мероприятий более эффективен. Он включает в себя в основном использование выносливых сортов для посева, а также правильный севооборот, сбалансированное внесение минеральных удобрений, качественную обработку почвы с тщательным удалением растительных остатков, оптимальные сроки и нормы высева семян. Как в дополнительных методах контроля используются химические методы с использованием пестицидов по количеству вредных объектов, превышающих экономический порог повреждения [3–5].

У селекционеров основное направление: создание высокопродуктивных сортов овса зернофуражного и универсального использования, а также улучшение различных признаков качества продукции. Целенаправленная селекция позволяет улучшить качество зерна и развить другие экономически полезные признаки злаков, что делает сорт не только самым дешевым, но и наиболее доступным и позволяет быстро повысить эффективность зернового земледелия.

В связи с этим **целью наших исследований** является выявить сорта, устойчивые к вредителям, для выращивания в Удмуртской Ре-

спублике. Для выполнения данной цели была поставлена **задача** – определить виды вредителей в посевах овса изучаемых сортов.

Материалы и методы. Объект исследования – сорта овса посевного. В 2023 г. полевой однофакторный опыт был заложен на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве на опытном поле «УНПК Агротехнопарк» ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ. Схема опыта: 1) Яков; 2) Азель; 3) Альбатрос; 4) Аргамак; 5) Буланный; 6) Грум; 7) Гунтер; 8) Драгун; 9) Конкур; 10) Кречет; 11) Кросс; 12) Медведь; 13) Сталлер; 14) Улов; 15) Уралец; 16) Фалёнец. За стандарт был взят сорт Яков. Посев был проведен сеялкой СС-11 Альфа обычным рядовым способом с нормой высева 6,0 млн штук всхожих семян на 1 га. Опыт был заложен в соответствии с требованиями методик опытного дела [1]. Учет вредителей проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6].

Результаты исследований. К наиболее распространенным вредителям овса относятся овсяная шведская муха, злаковые тли, трипсы, хлебная пьявица, хлебная полосатая блоха, щелкуны (проволочники). В результате проведенных наблюдений в опыте в условиях 2023 г. было выявлено повреждение растений изучаемых сортов овса такими вредителями, как хлебная полосатая блоха и хлебная пьявица.

Хлебная полосатая блоха (*Phyllotreta vittulla* Redt.) распространена на европейской территории страны и в Сибири. Хлебная полосатая блоха – этот вредитель не так часто поражает овес, но вероятность его атаки на культуру проявляется в засушливый год. Период вредоносности – от всходов до кущения. Хлебная блоха повреждает растения на стадии взрослого жука. Взрослые особи полосатой хлебной блохи грызут верхние части листьев, а затем и всю пластину. Преждевременно сохнут листья, нарушается рост и развитие растений, снижается общая и продуктивная густота стеблестоя. Симптомы паразитирования: желто-серая окраска культур; задержка роста и развития культуры.

Хлебная пьявица (*Lema melanopus* L.) распространена повсеместно. Вредят жуки и личинки, которые питаются в основном мякотью листа. Период вредоносности – от кущения до восковой спелости. Особенно быстро пьявица распространяется в условиях тёплой весны. При больших повреждениях листья желтеют и засыхают. Критический урон может быть нанесён посевам, если повреждается флаговый лист или если растения попадают в засуху. В этом случае резко уменьшается и урожай, и масса 1000 зёрен.

В посевах овса были выявлены поврежденные растения изучаемых сортов хлебной блошкой и обыкновенной пьявицей (табл. 1). Наибольший процент поврежденных растений хлебной полосатой блошкой имели сорта Кросс (54 %) и Гунтер (51 %), что на 19 % и 16 % больше по сравнению с показателями у стандартного сорта Яков. У сорта Улов поврежденных растений было существенно ниже на 23 % по сравнению со стандартным сортом при НСР₀₅ 16 %. У остальных изучаемых сортов растения были повреждены данным вредителем на 19–40 %, что на уровне стандартного сорта Яков (32 %). Степень повреждения растений хлебной блошкой у сорта Яков составил 1,3 %. Существенно выше степень повреждения была обнаружена у сортов Азель (2,4 %), Фаленец (2,4 %), Буланный (1,8 %), а у остальных исследуемых сортов данный показатель был существенно ниже, чем аналогичный показатель у стандарта, и составил 1,2–0,2 % соответственно. Не было выявлено поврежденности данным вредителем у растений сорта Конкур.

Таблица 1 – Вредители в посевах овса (2023 г.)

| Сорт | Хлебная полосатая блошка | | Хлебная (обыкновенная) пьявица | |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | степень повреждения, % | поврежденных растений, % | степень повреждения, % | поврежденных растений, % |
| 1. Яков | 1,3 | 32 | 1,4 | 35 |
| 2. Азель | 2,4 | 32 | 4,2 | 27 |
| 3. Альбатрос | 1,2 | 24 | 0 | 0 |
| 4. Аргамак | 1,2 | 40 | 0 | 0 |
| 5. Буланный | 1,8 | 31 | 0 | 0 |
| 6. Грум | 0,2 | 19 | 0 | 0 |
| 7. Гунтер | 0,5 | 51 | 0 | 0 |
| 8. Драгун | 0,2 | 21 | 0,3 | 31 |
| 9. Конкур | 0,0 | 0 | 0 | 0 |
| 10. Кросс | 0,6 | 54 | 0 | 0 |
| 11. Медведь | 0,5 | 35 | 0 | 0 |
| 12. Сталлер | 0,3 | 34 | 0 | 0 |
| Уралец | 0,5 | 29 | 1,0 | 43 |
| 14. Фаленец | 2,4 | 32 | 0 | 0 |
| 15. Кречет | 0,3 | 32 | 0,3 | 28 |
| 16. Улов | 0,5 | 9 | 0,7 | 17 |
| НСР ₀₅ | 0,5 | 16 | 0,4 | 6 |

Примечание:

– хлебную полосатую блоху определяли в фазе кушения (ЭПВ – 30 блох/10 взмахов сачком или 25–65 жуков/м²);

– обыкновенную пьявицу определяли в фазе выметывания

(ЭПВ – 0,5–1 личинка/стебель или повреждение 15 % листовой поверхности)

Поврежденные растения хлебной пьявицей имели сорта Уралец (43 %), Яков (35 %), Драгун (31 %), Кречет (28 %), Азель (27 %), Улов (17 %). Наибольшая степень повреждения растений 4,2 % данным вредителем была у сорта Азель, что существенно выше на 2,8 % по сравнению с аналогичным показателем у стандарта при $НСР_{05}$ 1,4 %. У сорта Яков степень повреждения составила 1,4 %, у сорта Уралец – 1,0 %, у Улова – 0,7 %, у сортов Драгун и Кречет – 0,3 %. Остальные изучаемые сорта не повреждались хлебной пьявицей.

Таким образом, более устойчивым оказался сорт Конкур, так как в посевах данного сорта поврежденных растений хлебной блошкой и хлебной пьявицей не было выявлено.

Выводы и рекомендации. В результате проведенных исследований был выделен сорт овса Конкур, растения которого не были поражены вредителями в условиях 2023 г. в Удмуртской Республике. Таким образом, меры по борьбе с вредителями овса должны быть комплексными, своевременное и качественное выполнение которых способствует их полной ликвидации или значительному ограничению вредоносности. Данный комплекс предполагает использование для посева устойчивых и выносливых сортов.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1987. – 383 с.
2. Колесникова, В. Г. Биологические особенности и технология возделывания овса посевного: учебное пособие / В. Г. Колесникова; под общ. ред. И. Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 33–36.
3. Колесникова, В. Г. Овес в Удмуртской Республике / В. Г. Колесникова, И. Ш. Фатыхов // Сортовую агротехнику полевых культур – в производство: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения профессора кафедры растениеводства Ивана Васильевича Осокина. – Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д. Н. Прянишникова. – 2020. – С. 94–96.
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. В 2-х т. – Ижевск, 2022. – С. 63–67.
5. Колесникова, В. Г. Кормовая продуктивность сортов овса / В. Г. Колесникова // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование:

материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики, почётного работника высшей школы Российской Федерации, профессора Вячеслава Павловича Ковриго, Ижевск, 23–24 мая 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 122–124.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск третий / Под общ. ред. М. А. Федина: гос. ком. по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при МСХ СССР. – Москва, 1983. – 45 с.

7. Фатыхов, И. Ш. Приемы коррекции технологии возделывания сортов овса в Уральском регионе Нечерноземной зоны России / И. Ш. Фатыхов, В. Г. Колесникова // 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. 307–309.

УДК 633.2/.3:631.5

Ж. С. Нелюбина¹, Н. И. Касаткина¹, И. Ш. Фатыхов²

¹УдмФИЦ УрО РАН

²Колхоз (СХПК) им. Мичурина

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Для почвенно-климатических условий Среднего Предуралья в УдмФИЦ УрО РАН в период 1995–2022 гг. разработаны научно обоснованные адаптивные технологии возделывания различных видов многолетних бобовых трав: клевера лугового, люцерны изменчивой, лядвенца рогатого, козлятника восточного на кормовые и семенные цели.

Актуальность. Современные системы кормопроизводства должны соответствовать определенным требованиям: низкая стоимость производства кормов, поскольку в структуре затрат на животноводческую продукцию они составляют не менее 50 % и их высокое качество, сбалансированность по элементам питания, в первую очередь по протеину и обменной энергии. Кроме того, кормовые культуры должны обладать высоким средоулучшающим потенциалом, то есть повышать плодородие почвы и урожайность следующих культур севооборота. Этим требованиям наиболее полно отвечают многолетние бобовые травы. Однако продуктивность трав в Среднем Предуралье остается на относительно низ-

ком уровне, что обусловлено небогатым ассортиментом и отсутствием адаптивных технологий возделывания на кормовые и семенные цели, что не позволяет получать достаточное количество качественных кормов. Необходимо возделывать новые, более ценные по питательности и устойчивые по урожайности бобовые травы – клевер луговой тетраплоидный, люцерна рогатый, люцерну изменчивую и козлятник восточный [10, 16]. Их использование возможно не только в чистом виде, но и в смешанных посевах, так как травосмеси превосходят одновидовые посева по продуктивности в 1,5–2,5 раза, они более устойчивы к неблагоприятным погодным условиям, вредителям и болезням, имеют сбалансированный состав кормов [16]. Подбор компонентов травосмесей должен проводиться с учетом биологических особенностей сортов многолетних трав, межвидового взаимодействия, назначения и длительности использования травостоев.

Роль, которая отводится многолетним бобовым травам как в создании кормовой базы, так и в биологизации земледелия, может быть выполнена ими только при достаточном обеспечении семенами, то есть при хорошо налаженном семеноводстве [3]. Основой получения высокой урожайности семян многолетних бобовых трав являются научно обоснованные технологические приемы, обеспечивающие оптимальные условия для произрастания с начальных периодов онтогенеза. Возделывание одновидовых семенных посевов многолетних бобовых трав с оптимальной нормой высева обеспечивает формирование разреженного, менее полегающего травостоя; лучшие экологические условия для опыления и семяобразования; экономию семенного материала [2]. Не менее важными являются приемы ухода и уборки семенных травостоев многолетних бобовых трав. При оптимальных сроках и способах уборки можно снизить потери выращенного урожая до 5–10 % [1].

В связи с вышеизложенным, разработка и внедрение адаптивных технологий возделывания современных сортов многолетних бобовых трав на кормовые и семенные цели в почвенно-климатических условиях Среднего Предуралья являются актуальными.

Цель – провести анализ проведенных исследований в Удмуртской Республике по совершенствованию технологических приемов возделывания многолетних трав на корм и семена.

Задачи:

1. Анализ научных исследований по возделыванию многолетних трав на корм в одновидовых и смешанных посевах.

2. Анализ научных исследований по возделыванию многолетних бобовых трав (клевер луговой, люцерна изменчивая, люцерна рогатый, козлятник восточный) на семена.

Материалы и методы. Полевые опыты по оптимизации технологий возделывания различных видов многолетних трав проводили с 1995 по 2022 гг. на полях Удмуртского НИИСХ – филиала УдмФИЦ УрО РАН. Почва опытных участков дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая со следующей агрохимической характеристикой пахотного слоя: pH_{KCl} – среднекислая-нейтральная (4,8–6,3), содержание гумуса – низкое (1,9–2,1 %), подвижного фосфора – высокое-очень высокое (201–421 мг на 1 кг почвы), обменного калия – повышенное-очень высокое (160–320 мг на 1 кг почвы). Основную и предпосевную обработку почвы проводили в соответствии с рекомендациями адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Посев многолетних трав был проведен согласно схемам опытов сеялкой СН-16 на глубину 1,5–2 см, покровных зерновых культур – на глубину 3–4 см. Боронование БЗСС-1,0 на многолетних травах первого и последующих годов пользования проводили ежегодно весной. Уборку покровных культур: вико-, горохоовсяной смеси на кормовые цели проводили в фазе выметывания злакового компонента, начала цветения бобового компонента, яровых зерновых – в фазе полной спелости зерна. Укос трав по делянкам опытов проводили сплошным методом вручную при достижении укосной спелости основного компонента агроценоза: бобовые травы – в фазе бутонизация – начало цветения, мятликовые – в фазе колошения. На семена бобовые травы убирали комбайном Samro 130 по мере созревания семян.

Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались относительно разнообразным температурным режимом и неодинаковым количеством осадков. Из 28 лет исследований вегетационный период пяти лет (1996, 2010, 2013, 2016, 2021) характеризовался значительной засушливостью при ГТК 0,64–0,69, четырех лет (2009, 2011, 2018, 2022) – засушливостью при ГТК 0,87–0,99, пяти лет (1995, 1998, 2006, 2008, 2020) – незначительной засушливостью при ГТК – 1,11–1,24, девяти лет (1997, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2014) – достаточным увлажнением при ГТК 1,38–1,59, пяти лет (1999, 2012, 2015, 2017, 2019) – переувлажнением при ГТК 1,67–1,97.

Результаты исследований. Результаты научных исследований, проведенных в 2002–2022 гг. по оптимизации технологий

возделывания многолетних трав на корм, выявили, что наиболее адаптивными для условий Среднего Предуралья являются сорта клевера лугового двуукосного Трио, Дракон, одноукосного Бирский местный с урожайностью 6,4–7,3 т/га сухого вещества; сорта люцерны изменчивой – Сарга, Татарская пастбищная и Гюзель с урожайностью 9,0 т/га сухого вещества [6, 7].

Лядвенец рогатый Солнышко в среднем за 2014–2017 гг. при четырехлетнем использовании обеспечивал наибольшую урожайность 5,2 т/га сухого вещества в посевах без покрова, обычным рядовым способом с нормой высева 8–10 млн шт. Оптимальными покровными культурами для лядвенца рогатого были ячмень и горохоовсяная смесь на зеленый корм. Сухое вещество лядвенца рогатого имеет высокую питательную ценность: содержание сырого протеина 18,5–19,1 %, обменная энергия 9,95–10,04 МДж/кг [15].

Люцерна изменчивая Виктория в среднем за три года пользования (2020–2022 гг.) обеспечивала наибольшую урожайность 8,2 т/га сухой массы при посеве без покрова обычным рядовым способом. Засоренность такого агрофитоценоза составляла 2–9 %. Сухое вещество люцерны содержало 21,1 % сырого протеина, 9,71 МДж/кг обменной энергии [12].

Доказано увеличение продуктивности при возделывании многолетних трав в двойных и тройных травосмесях. Так, клевер луговой тетраплоидный Кудесник при возделывании в течение трех лет пользования (2014–2017 гг.) в травосмеси с тимофеевкой, люцерной и в тройной клевер + люцерна + тимофеевка формировал урожайность 5,9–6,3 т/га сухого вещества. В сухом веществе агроценозов клевер + люцерна и клевер + лядвенец + тимофеевка содержание сырого протеина и обменной энергии было наибольшим и составило 17,1–19,6 % и 10,0–10,2 МДж/кг соответственно [14].

Выявили, что люцерну изменчивую Виктория лучше всего возделывать в смеси с лядвенцом, при этом достигается урожайность 7,3 т/га сухого вещества. Из люцерно-мятликовых агроценозов наиболее продуктивными в 2020–2022 гг. с продуктивностью 6,3–6,6 т/га сухого вещества были травосмеси с фестулолиумом [13].

Длительное возделывание многолетних трав на практике применяется в выводных полях и внесевооборотных участках. В течение восьми лет пользования (2002–2012 гг.) более устойчивую продуктивность с ежегодным сбором сухого вещества

8,6–9,6 т/га имели агрофитоценозы люцерна + козлятник и люцерна + козлятник + кострец. Урожайность травосмеси лядвенец + клевер + тимофеевка составила 7,2 т/га сухого вещества. Наиболее ценными по содержанию в сухом веществе обменной энергии (9,6–10,2 МДж/кг) и сырого протеина (15,7–17,0 %) были агрофитоценозы лядвенец + клевер, лядвенец + клевер + тимофеевка, люцерна + козлятник, люцерна + клевер гибридный [11].

Определение оптимального срока уборки трав играет важную роль для заготовки высококачественных кормов и получения высокой урожайности. В наших исследованиях в 2020–2022 гг. было выявлено, что уборка травосмесей в фазе начала цветения люцерны Виктория обеспечивала наибольший сбор сухого вещества 7,1 т/га. При уборке в фазе бутонизации со сбором 6,4 т/га сухого вещества достигалась относительно высокая его кормовая питательность (17,9–21,7 % сырого протеина, 9,7–10,6 МДж обменной энергии) и оптимальное сахаро-протеиновое отношение (0,70–1,02) [13]. Уборку травосмесей с клевером, лядвенцом и козлятником следует проводить при наступлении фазы бутонизации, люцерны – в фазе бутонизации-начала цветения, мятликовых трав – фазы колошения.

Проведенные исследования в 1995–2017 гг. по совершенствованию технологии возделывания многолетних трав на семена выявили, что травостой клевера лугового целесообразно использовать на семена в первый год пользования, люцерны изменчивой – не менее двух лет; козлятника восточного – не менее десяти лет: в первый год пользования – на корм, второй-пятый год пользования – на семенные цели, с шестого года пользования – на кормовые цели [4]. Относительно высокая урожайность семян сортов клевера лугового составила 147–157 кг/га, выделились сорта Трио, Грин, Фаленский 86, люцерны – 251–268 кг/га с преимуществом сортов Сарга и Гюзель [6, 7]. Уборка на семена травостоя козлятника восточного Гале во 2–5 годы пользования обеспечила относительно высокую среднюю урожайность семян 510 кг/га.

Изучение технологических приемов возделывания показало, что для получения урожайности семян 314–318 кг/га посев клевера лугового Трио (2n) необходимо проводить под покров яровой пшеницы или викоовсяной смеси со сниженной на 30 % их нормой высева. Способ посева – обычный рядовой с нормами высева 2,0 и 3,0 млн шт./га. Сорт клевера лугового Пеликан (2n) обеспечил наибольшую урожайность (415–417 кг/га) при посеве обычным рядовым спосо-

бом с нормами 3,0 и 4,0 млн шт./га. Клевер луговой Кудесник (4n) при широкорядном (30 см) способе посева с нормами 3,0 и 4,0 млн шт./га увеличивал урожайность семян до 117–120 кг/га [5, 9].

Наибольшая урожайность семян 370 кг/га козлятника восточного Гале в среднем за 1995–2000 гг. была на широкорядном посеве с междурядьем 45 см. В 1996–2001 гг. с урожайностью 209 кг/га выделился посев козлятника с нормой высева 1,0 млн шт./га. Лядвенец рогатый Солнышко при трехгодичном использовании травостоя в 2010–2017 гг. наибольшую урожайность семян 324–369 кг/га обеспечивал при посеве без покрова и под покров яровой пшеницы обычным рядовым способом с нормой высева 9,0 млн. шт./га [8].

Исследования 1998–2000 гг. показали, что предпосевная обработка семян клевера лугового Трио фундазолом и ризоторфином повышала урожайность семян до 352 кг/г. Комплекс приемов (инокуляция, опрыскивание травостоя гербицидом и инсектицидом) способствовал получению наибольшей урожайности 406 кг/га. Козлятник восточный Гале (1996–1998 гг.) положительно отзывался семенной продуктивностью 326 кг/га на обработку семян перед посевом ризоторфином и опрыскивание травостоя микроудобрениями бора и молибдена. Сочетание предпосевной обработки семян козлятника фундазолом, ризоторфином и микроудобрениями по Мурасиге – Скуга повышала урожайность до 313 кг/га [5].

Результаты полевых опытов 1996–2001 гг. позволили сделать вывод, что уход за семенными посевами козлятника восточного Гале должен включать одно- и двукратную междурядную обработку при его широкорядном (60 см) посеве и опрыскивание гербицидом базагран при широкорядном (30 см) и обычном рядовом посеве. При этом достигается урожайность семян 246–270 кг/га.

При изучении способов и сроков уборки на семена установлено, что при однофазной уборке в фазе 90–95 % побуревших головок урожайность семян клевера лугового Пеликан (2n) достигала 367 кг/га, клевера Трио (2n) – 254 кг/га семян, клевера Кудесник (4n) – 116 кг/га. Десикация посевов клевера лугового в фазе 75–80 % побуревших головок с последующей однофазной уборкой способствовала получению 368–392 кг/га семян сорта Пеликан и 215–218 кг/га – сорта Трио. Однофазная уборка козлятника восточного Гале на низком срезе (15–20 см) при побурении 95–100 % бобов обеспечила урожайность 299 кг/га. Десикация травостоя козлятника снижала до 22,9 % влажность семян к уборке, повышала до 331 кг/га урожайность семян [5].

Выводы и рекомендации. Таким образом, анализ проведенных исследований по совершенствованию технологий возделывания многолетних трав на кормовые и семенные цели для почвенно-климатических условий Среднего Предуралья показал, что многолетние бобовые травы: клевер луговой, люцерна изменчивая, люцерна рогатый, козлятник восточный имеют высокий потенциал урожайности и питательной ценности и могут с успехом использоваться в сельскохозяйственном производстве в одновидовых и смешанных посевах. Тем не менее, очень важна роль соблюдения всех рекомендуемых учеными Удмуртского НИИСХ УдмФиц УрО РАН технологических приемов при их возделывании.

Список литературы

1. Возделывание многолетних трав на семена в Центрально-Черноземном регионе: рекомендации / Н. И. Переправо [и др.]. – Москва: ФГУ РЦСК, 2008. – 44 с.
2. Зарьянова, З. А. Сопряженность семенной продуктивности клевера лугового с его хозяйственными, биологическими и морфологическими признаками / З. А. Зарьянова, С. В. Кирюхин // Образование, наука и производство. – 2014. – № 2. – С. 88–91.
3. Золотарев, В. Н. Агроэкологические основы семеноводства люцерны в России / В. Н. Золотарев, Н. И. Переправо // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей в 3 книгах. – Алтайский государственный аграрный университет, 2017. – С. 120–121.
4. Касаткина, Н. И. Длительность использования семенных травостоев многолетних бобовых трав / Н. И. Касаткина, Ж. С. Нелюбина, И. Ш. Фатыхов // Известия ТСХА. – 2021. – № 4. – С. 51–62.
5. Касаткина, Н. И. Приемы возделывания многолетних бобовых трав в Среднем Предуралье: монография / Н. И. Касаткина, И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – 239 с.
6. Касаткина, Н. И. Продуктивность сортов клевера лугового в условиях Среднего Предуралья / Н. И. Касаткина, Ж. С. Нелюбина // Аграрная наука Северо-Востока. – 2016. – № 5 (54). – С. 31–36.
7. Касаткина, Н. И. Продуктивность сортов люцерны в зависимости от абиотических условий Среднего Предуралья / Н. И. Касаткина, Ж. С. Нелюбина // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 4. – С. 41–44.
8. Касаткина, Н. И. Семенная продуктивность многолетних бобовых трав в зависимости от способа посева / Н. И. Касаткина, Ж. С. Нелюбина, И. Ш. Фатыхов // Вестник Башкирского ГАУ. – 2019. – № 4 (52). – С. 31–37.
9. Касаткина, Н. И. Формирование семенной продуктивности клевера лугового тетраплоидного в зависимости от технологических приемов / Н. И. Касаткина // Вестник Новосибирского ГАУ. – 2017. – № 2 (43). – С. 32–40.

10. Лазарев, Н. Н. Луговые травы в Нечерноземье: урожайность, долголетие, питательность / Н. Н. Лазарев, А. Н. Исаков, А. М. Стародубцева. – Москва: Издательство РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. – 165 с.

11. Нелюбина, Ж. С. Агрофитоценозы многолетних бобовых и мятликовых трав в Среднем Предуралье: монография / Ж. С. Нелюбина, И. Ш. Фатыхов, Н. И. Касаткина. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА; ФГБНУ Удмуртский НИИСХ, 2014. – 145 с.

12. Нелюбина, Ж. С. Кормовая продуктивность люцерны изменчивой Виктория в зависимости от покровной культуры и способа посева / Ж. С. Нелюбина, Н. И. Касаткина, И. Ш. Фатыхов // Пермский аграрный вестник. – 2023. – № 1 (41). – С. 46–53.

13. Нелюбина, Ж. С. Кормовая продуктивность люцерны изменчивой в одновидовых и поливидовых агрофитоценозах при разных сроках уборки / Ж. С. Нелюбина, Н. И. Касаткина, И. Ш. Фатыхов // Известия Оренбургского ГАУ. – 2023. – № 3 (101). – С. 48–54.

14. Нелюбина, Ж. С. Питательная ценность и продуктивность агрофитоценозов многолетних трав на основе клевера лугового тетраплоидного в условиях Среднего Предуралья / Ж. С. Нелюбина, Н. И. Касаткина, И. Ш. Фатыхов // Кормопроизводство. – 2020. – № 7. – С. 18–22.

15. Нелюбина, Ж. С. Формирование кормовой продуктивности лядвенца рогатого в зависимости от приемов возделывания в условиях Удмуртской Республики / Ж. С. Нелюбина, Н. И. Касаткина // Нива Поволжья. – 2017. – № 1 (42). – С. 47–53.

16. Фигурин, В. А. Продуктивные травосмеси на почвах с сильной степенью кислотности / В. А. Фигурин // Земледелие. – 2014. – № 2. – С. 30–32.

УДК 633.11«324»:632.9

Е. В. Петрова, Н. С. Толчанова, М. З. Салимзянов

Удмуртский ГАУ

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ

Рассматриваются основные болезни и вредители озимой пшеницы, определяются возможные меры по защите растений от них и в заключение – совокупность предупредительных механических, биологических и химических методов борьбы является наилучшим решением проблемы.

Актуальность. При берегающих технологиях возделывания культуры неотъемлемым является комплекс мер по защите рас-

тений от болезней и вредителей на всем протяжении жизни растений и хранении семян. Для предотвращения заболеваний и снижения влияния вредителей на культуру защитные меры являются актуальной проблемой и обязательно должны быть включены во всем цикле технологического производства и хранения продукции [1].

Цель исследования. Исследование, анализ и способы защиты пшеницы от различных видов заболеваний и вредителей и определение наилучшего метода защиты.

Исследование и анализ проводился на озимой пшенице.

Задачи исследований:

- проанализировать виды болезней и вредителей озимой пшеницы;
- изучить методы защиты озимой пшеницы;
- изучить преимущества и недостатки каждого метода;
- определить наилучший метод защиты пшеницы от болезней.

Материалы и методы. Пшеницу поражают более 30 видов различных патогенов, среди которых преобладают болезни, где возбудителями являются грибы. Розовая снежная плесень. Распространяется конидиями по воздуху в течение периода вегетации культуры.

На растениях появляются следующие признаки:

- налет белого или розового цвета, развивающийся на загнивших листьях;
- у основания стебля во время спороношения можно увидеть мелкие подушечки оранжевого или светло-розового цвета;
- узел кущения начинает гнить и разрушаться.

Риск заражения увеличивается в условиях высокой влажности воздуха весной при одновременно низкой температуре (менее +4 °С), загущенности посевов, избытка азотных удобрений, ослабленности всходов из-за неблагоприятных погодных условий.

Фузариозная корневая / прикорневая гниль. Источником инфекции являются конидии, мицелий, микросклероции и хламидоспоры в почве и на пораженных растительных остатках, а также конидии и мицелий на семенах. В почве патоген находится постоянно, так как относится к категории грибов, которые разрушают растительные остатки. Однако при благоприятных условиях способны поражать живую растительную ткань.

Признаки появления заболевания:

- сначала на coleoptile, а потом и на нижних листовых оболочках корня появляются коричневые пятна;

- сильно пораженные растения отмирают, при этом никаких видимых признаков на надземных частях молодых растений нет;
- очаги поражения на поле расположены хаотично;
- на поздних стадиях поражения корневая гниль может проявляться в виде щуплости зерна и белоколосости.

Мучнистая роса. Мицелий гриба зимует на листьях озимой пшеницы, злаковых сорняков и на пожнивных остатках. Потери урожая зависят от степени развития заболевания. Если на поле поражены 65 % листовой поверхности растений, потери урожайности составят 50–55 %, если 1 % поражения листьев, то урожайность снизится на 20 %. Кроме того, мучнистая роса тормозит колосение культуры и снижает кустистость [2].

Характеризуется следующими признаками:

- на листьях появляется белый налет, представляющий собой мучнистые подушечки, стирающиеся пальцем;
- при продолжительном развитии болезни в белом налете появляются мелкие черные образования сферической формы.

Спорынья. Наиболее распространена в прохладном, умеренном климате. Потери от заражения заключаются не только в снижении урожайности, но и в том, что мука с содержанием спорыньи более 2 % считается опасной для людей и животных, поэтому такие партии отбраковывают. Симптомы проявляются в фазе цветения – на инфицированных цветках можно заметить желтоватые капли липкого экссудата. По мере того, как пшеница приближается к фазе зрелости, на колосьях появляются пурпурно-черного цвета склерозы. Наиболее подвержены заражению сорта, цветки которых долгое время остаются открытыми во время цветения.

Головневые заболевания. На пшенице всего известно 3 вида: пыльная, твердая и карликовая.

Твердая. Приводит к потере урожая на 10–15 %, снижает всхожесть семян, задерживает рост и развитие растений. Скрытые потери бывают в 5–6 раз выше прямых. Признаки – растения низкорослые, зараженные колосья приплюснуты, имеют сине-зеленую окраску, при надавливании на зараженную зерновку из нее выделяется сероватая жидкость. Перед фазой восковой спелости ости раздвинуты, а вместо зерновок находятся овальные сорусы из черно-бурой массы телиоспор.

Пыльная головня. В годы эпифитотии потери урожайности достигают 50 %. Болезнь поражает весь колос, и такие растения не дают урожай. Заражение начинается при температуре +10 °С,

новые растения поражаются в фазу цветения. Признаки болезни можно увидеть только на колосе в фазу колошения и формирования зерен. Колосья лишены полноценных зерновок, с них выделяется пылящая черная масса телиоспор, с виду такие колосья выглядят обгоревшими.

Карликовая головня. Экономический ущерб может достигать 50 %, так как зерно становится непригодным для использования в хозяйственных целях. Характерные признаки проявления визуализируются в период колошения. Пораженные растения пшеницы отстают в росте в 1,5–4 раза в сравнении со здоровыми растениями; сильно кустятся, образуя на одном растении до 50 стеблей. Больные растения колосятся позднее. Колосья становятся более плотными, не выходят из пазух верхних листьев или остаются прикрытыми до полного созревания. На высоком агрофоне в разреженных посевах иногда наблюдается ветвление колоса и более раннее колошение. Ости редуцируются, число завязей в колосках увеличивается до 4–7, иногда и более. Пораженные карликовой головней поля урожая не дают. В колосе вместо зерновок формируются головневые мешочки – сферические или широкоэллипсоидальные с телиоспорами (сорусы) [2].

Бурая ржавчина. Потери урожая в начале фазы выхода в трубку составляют 22 %, а при поражении 40 % поля аграрии недосчитаются уже 60 % зерна. Риск развития повышается при загущенных посевах, повышенных дозах азотных удобрений. Инкубационный период составляет 5–18 суток. При поражении на листьях образуется буро-ржавый налет, при близком рассмотрении он похож на скопление мелких подушечек (пустул). При дальнейшем развитии болезни листья скручиваются и засыхают.

В результате развития заболеваний на посевах пшеницы страдает не только урожай текущего года, но и происходит его снижение в последующие сезоны, так называемые непрямые потери. Споры и конидии грибов, склероции способны сохраняться на пожнивных остатках, в почве, а если они попадают в зерновки, то снижают их всхожесть и ухудшают качество посевного материала [2].

Вредители пшеницы. Насекомые вредители способны нанести вред как семенам, находящимся в почве, так и вегетирующим растениям.

Проволочники. Это личинки жука щелкуна, представляющие собой небольшого червя коричнево-красного цвета. Проволочники наносят максимальный вред пшенице, поедая высеянные

в почву семена, всходы, корни и узлы кущения. Экономический порог вредоносности для пшеницы – 5–10 личинок на 1 м².

Обыкновенная хлебная жужелица. Жук длиной 14–16 мм смоляного черного цвета с небольшим металлическим блеском. Большой вред наносят личинки озимой пшенице. Они затягивают молодые листья в норку и измочаливают их. Так насекомое может уничтожить все растение полностью. Яровой пшенице вред наносят имаго – питаются зерновками в фазу восковой спелости, тем самым снижая урожайность. На интенсивность повреждения влияет возраст личинок. В фазе кущения численность личинок 15 шт./м² 1-го поколения приводят к гибели 9 % растений, 2-го поколения – к уничтожению 38 % растений на поле, а личинки 3-го поколения способны уничтожить 85 % посевов.

Клоп вредная черепашка. Клоп светло-коричневой или бледно-зеленой окраски длиной 12 мм. При численности клопов более 5 шт./м² в фазе кущения урожайность снижается на 50 %. Наибольший вред наносят личинки старших возрастов и имаго, которые прокалывают зерновки в фазе молочной и полной спелости. Пораженное зерно теряет хлебопекарные качества – клейковина, растяжимость клейковины. Если в партии 3 % и более зерна повреждено клопом, то для выпекания хлеба она становится непригодной.

Злаковая листовертка. Повреждает пшеницу и ячмень. Гусеницы первого возраста повреждают лист, выгрызая паренхиму и сворачивая края листа к центральной жилке. Гусеницы старших возрастов проникают в пазуху флагового листа и выгрызают колоски колоса. Питаются нежными частями цветка. Гусеницы последнего возраста питаются наливающимся зерном [2].

Виды защиты озимой пшеницы от болезней и вредителей.

Агротехнические меры и соблюдение севооборота не сможет полностью защитить посевы от болезней и вредителей. Наиболее эффективными мерами являются обработки семян и вегетирующих растений химико-биологическими препаратами [4].

Сперва проводится предпосевная обработка семян и рекомендуются следующие препараты:

- Контактно-системный фунгицидный протравитель, позволяющий контролировать комплекс таких болезней, как виды головни, фузариозная корневая гниль, плесневение семян и другие.

- Фунгицид системного действия для обработки семян против широкого спектра болезней.

– Инсекто-фунгицидный протравитель, направленный на защиту всходов от вредителей и болезней. Препарат способствует лучшей перезимовке всходов озимых.

– Инсектицидный протравитель для защиты всходов как от почвенных вредителей с грызущим ротовым аппаратом, так и от сосущих насекомых и личинок злаковых мух. Рекомендуется применять препарат на очень сложных участках с высоким заселением вредителей.

Фунгицидная обработка всходов пшеницы. Трехкомпонентные системные фунгициды профилактического, искореняющего и лечебного действия применяются с конца фазы кущения и до фазы цветения для защиты пшеницы от мучнистой росы, видов ржавчины, септориоза.

Инсектицидные обработки. Защита озимой пшеницы от вредителей должна включать в себя препараты с различными действующими веществами, чтобы избежать риска возникновения резистентности.

Инсектицид контактного действия с периодом защиты 14 дней применяется, начиная с фазы 1–3 листьев и до молочно-восковой спелости. Позволяет защитить посевы от таких вредителей, как клоп вредная черепашка, трипсы, пьявица, хлебные жуки [3, 5].

Все эти методы преследуют одну цель – свести к минимуму или резко снизить процент потерь продукции любой отрасли растениеводства.

Результаты исследований. В ходе теоретических исследований не было выявлено одного более эффективного метода защиты, так как ступенчатая защита будет эффективней для сохранения пшеницы от болезней и вредителей.

Необходимо проводить комплекс мер предупредительных механических, биологических и химических методов борьбы по защите от болезней и вредителей, начиная от подготовки семян к посеву, подготовки почвы, уход за посевами и уборки урожая до закладки урожая и хранения его.

Выводы. В ходе теоретической работы были рассмотрены болезни и вредители пшеницы, виды защит от них и принято решение, что нет одномоментного решения вопроса в борьбе от болезней и вредителей пшеницы, а есть совокупность мер, где всегда должна присутствовать механическая, химико-биологическая обработка на всей стадии производства и хранения продукции.

Список литературы

1. Современные проблемы науки и производства в агроинженерной сфере: учебное пособие для магистрантов направления подготовки 35.04.06 – Агроинженерия (уровень магистратуры) / М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – 59 с.
2. Singh, P.K., Mezza-lama, M., Singh, R.P., Dababat, A. Wheat Diseases and Pests: A Guide for Field Identification. (2nd Edition). CIMMYT. Mexico, D.F., Mexico, 2012. – pp. 160.
3. Вафина, Э. Ф. Качество зерна сортов озимой тритикале в зависимости от предуборочной обработки посевов / Э. Ф. Вафина // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 48–52.
4. Вафина, Э. Ф. Влияние предпосевной обработки семян озимой тритикале на развитие ее проростков / Э. Ф. Вафина, Е. А. Осипова // Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почётного работника высшей школы РФ, профессора Александра Степановича Башкова, Ижевск, 15–18 ноября 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 242–246.
5. Влияние десикации и сеникации на урожайность семян и ростовые процессы сортов озимой тритикале на ранних этапах онтогенеза / Э. Ф. Вафина, М. А. Ложкин, Т. А. Бабайцева [и др.] // Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета им. П. А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 3. – С. 5–12.
6. Защита пшеницы от сорняков, вредителей и болезней / Bayer Crop Science Россия: сайт. – URL: <https://www.cropscience.bayer.ru/crop-protection-wheat> (дата обращения 15.09.2023).

УДК 633.112.9"324":632.9

А. В. Старцева^{1,2}, Э. Д. Акманаев¹

¹ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

²Пермский НИИСХ – филиал ПФИЦ УрО РАН, Лобаново, Россия

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПОРАЖЕННОСТЬ КОРНЕВОЙ ГНИЛЬЮ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ ЦЕКАД 90

Представлены результаты исследований по влиянию биопрепаратов Альбит, ТПС и ЭКО-СП на распространенность и развитие корневой гнили на сорте озимой тритикале Цекад 90. Установлено защитное действие препарата Альбит, ТПС. Совместное применение обработки семян и посевов независимо от срока снижает распространенность корневой гнили в фазе молочной спелости зерна на 12,37–17,37 % по сравнению с вариантом без обработки.

Актуальность. Озимая тритикале – перспективная зерновая культура, представляющая собой гибрид пшеницы и ржи. Основные ее достоинства – высокий потенциал продуктивности, повышенное содержание белка и сбалансированность аминокислот в зерне [2]. По данным Г. П. Майсак в условиях Пермского края можно получать до 6–7 т/га зерна тритикале [4, 5]. Однако средняя урожайность по краю составляет не более 2,0 т/га [10]. Важнейший прием повышения урожайности сельскохозяйственных культур – это совершенствование сортовой агротехники. В последние годы большое внимание уделяется разработке и внедрению в технологии возделывания культур биологических препаратов. Данные препараты способствуют повышению продуктивности растений, качества получаемой продукции, в том числе за счет устойчивости растений к различным заболеваниям, снижению отрицательной нагрузки на окружающую среду [1, 9]. К числу распространенных заболеваний зерновых культур относят корневую гниль. Развитие в посевах корневой гнили может обеспечить недобор урожая до 30 % [7]. Поэтому **целью наших исследований** являлось изучение влияния биологических препаратов на распространенность и развитие корневой гнили в посевах озимой тритикале. Необходимо отметить, что подобных исследований на озимой тритикале в Пермском крае не проводилось.

Материалы и методы. В 2022 г. на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве опытного поля Пермского НИИСХ – фи-

лиала ПФИЦ УрО РАН был заложен полевой двухфакторный опыт. Схема опыта представлена в таблице 1. Объектом исследований являлся сорт озимой тритикале зернофуражного назначения Цекад 90. Для изучения взяты такие биологические препараты, как Альбит, ТПС (регулятор роста, биофунгицид) и ЭКО СП (биоудобрение на основе гуминовых кислот). Закладка и проведение эксперимента проведены в соответствии с методикой Доспехова [3]. Общая площадь делянки 48 м², учетная – 33 м². Опыт заложен методом расщепленных делянок, расположение вариантов – систематическое, повторность четырехкратная.

Агротехника в опыте соответствует научной системе земледелия, рекомендованной для Среднего Предуралья. Предшественник – чистый пар. Под предпосевную культивацию внесено комплексное удобрение в виде азофоски в дозе NPK по 45 кг/га, весной при физической спелости почвы проведена подкормка азотным удобрением в виде аммиачной селитры в дозе N 30 кг/га. Норма высева культуры 5 млн всхожих семян на га. Обработку семян изучаемыми препаратами провели перед посевом, опрыскивание в осенний период провели в фазе начало кущения, весной – в фазе кущения вручную, ранцевым опрыскивателем согласно схеме опыта. Расход рабочей жидкости составил 200 л/га, при обработке семян – 10 л/т. Учет распространенности и развития корневой гнили проводили в фазе выхода в трубку и молочной спелости зерна согласно Методике государственного сортоиспытания [8]. Весенне-летний период вегетации 2023 г. характеризовался жаркой и сухой погодой. Особенно засушливыми были летние месяцы.

Результаты исследования. Влияние биологических препаратов Альбит, ТПС и ЭКО СП на проявление корневой гнили представлено в таблице 1.

В среднем по опыту распространенность корневой гнили в фазе выход в трубку составила 16,40 %, в фазе молочной спелости зерна – 67,36 %. На распространенность болезни в фазе выход в трубку существенное влияние оказал как выбор препарата, так и срок, и способ его применения. При использовании в технологии возделывания препарата Альбит, ТПС распространенность корневой гнили в фазе выхода в трубку была на 1,63 % меньше, чем при применении ЭКО-СП при НСР₀₅ гл.эф. по фактору А = 0,46 %. В среднем по фактору В существенное влияние на данный показатель оказало применение предпосевной обработки семян и обработки семян совместно с осенним опрыскиванием растений – снижение состави-

ло 6,77 и 9,49 % соответственно по сравнению с вариантом без обработки (НСР₀₅ гл.эф. по фактору В = 5,41 %). В других вариантах, за исключением варианта с осенней обработкой посевов, отмечается тенденция снижения распространенности корневой гнили в посевах озимой тритикале. Аналогичные тенденции сохранились и в фазе молочной спелости зерна. Препарат Альбит, ТПС обеспечил достоверное снижение распространенности корневой гнили на 23,47 % (НСР₀₅ гл.эф. по фактору А = 11,14 %). Использование таких агроприемов, как совместная обработка семян и обработка посевов независимо от срока, привели к снижению распространенности болезни на 12,37–17,37 % (НСР₀₅ гл.эф. по фактору В = 11,33 %).

Таблица 1 – Распространенность и развитие корневой гнили в посевах озимой тритикале сорта Цекад 90, 2023 г.

| Фактор А | Фактор В | Распространенность, % | | Развитие, % | |
|------------------------------|---|-----------------------|--------------------|----------------|--------------------|
| | | выход в трубку | молочное состояние | выход в трубку | молочное состояние |
| А ₁ – Альбит, ТПС | В ₁ – без обработки | 22,27 | 63,00 | 9,63 | 22,00 |
| | В ₂ – обработка семян | 13,90 | 58,00 | 5,40 | 14,77 |
| | В ₃ – обработка семян и посевов осенью | 9,60 | 48,00 | 2,77 | 16,27 |
| | В ₄ – обработка посевов осенью | 17,23 | 64,80 | 7,30 | 16,90 |
| | В ₅ – обработка семян и посевов весной | 14,53 | 42,00 | 7,07 | 15,50 |
| | В ₆ – обработка посевов весной | 16,03 | 58,00 | 4,30 | 18,00 |
| А ₂ – ЭКО-СП | В ₁ – без обработки | 16,87 | 89,73 | 11,00 | 24,60 |
| | В ₂ – обработка семян | 11,70 | 82,00 | 5,00 | 21,00 |
| | В ₃ – обработка семян и посевов осенью | 10,57 | 70,00 | 3,73 | 25,27 |
| | В ₄ – обработка посевов осенью | 30,90 | 76,00 | 10,50 | 24,50 |
| | В ₅ – обработка семян и посевов весной | 15,50 | 66,00 | 6,07 | 26,00 |
| | В ₆ – обработка посевов весной | 17,80 | 90,87 | 7,10 | 29,70 |
| Средние по А | А ₁ | 15,59 | 55,63 | 6,08 | 17,24 |
| | А ₂ | 17,22 | 79,10 | 7,23 | 25,18 |
| Средние по В | В ₁ | 19,57 | 76,37 | 10,32 | 23,30 |
| | В ₂ | 12,80 | 70,00 | 5,20 | 17,88 |
| | В ₃ | 10,08 | 59,00 | 3,25 | 20,77 |
| | В ₄ | 24,07 | 70,40 | 8,90 | 20,70 |
| | В ₅ | 15,02 | 54,00 | 6,57 | 20,75 |
| | В ₆ | 16,92 | 74,43 | 5,70 | 23,85 |
| НСР ₀₅ гл.эф. | А | 0,46 | 11,14 | Fф<Fт | 0,52 |
| | В, АВ | 5,41 | 11,33 | 2,34 | 3,49 |
| НСР ₀₅ част.разл. | А | 1,12 | 27,28 | 6,90 | 1,27 |
| | В | 7,66 | 16,02 | 3,31 | 4,94 |

На развитие болезни в фазе выхода в трубку существенное влияние оказал способ и срок применения биопрепарата. Достоверное снижение развития болезни по сравнению с контролем отмечено во всех вариантах, за исключением осенней обработки посевов, на 5,12–7,07 % (НСР₀₅ гл.эф. по фактору В = 2,34 %). В фазе молочной спелости зерна зафиксировано существенное влияние выбора препарата: Альбит, ТПС обеспечил снижение развития болезни на 7,94 % (НСР₀₅ гл.эф. по фактору А = 0,52 %). В среднем по фактору В отмечается тенденция снижения развития корневой гнили, за исключением варианта с обработкой посевов весной, где данный показатель находился на уровне контроля.

Таким образом, использование в технологии возделывания биопрепаратов снижает пораженность растений озимой тритикале сорта Цекад 90 корневой гнилью. Значимое действие на распространенность и развитие болезни оказал препарат Альбит, ТПС, что подтверждается данными других исследователей [1, 6]. Совместное применение обработки семян и посевов независимо от срока снижает распространенность корневой гнили в фазе молочной спелости зерна на 12,37–17,37 %.

Список литературы

1. Альбит в системе защиты ржи и тритикале / А. К. Злотников, Е. В. Кирсанова, А. А. Фадеев [и др.] // Защита и карантин растений. – 2020. – № 2. – С. 14–17.
2. Грабовец, А. И. Озимое зерновое тритикале на Дону итоги и перспективы / А. И. Грабовец, А. В. Крохмаль // Тритикале: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ростов-на-Дону, 07–08 июня 2022 г. Том Выпуск 10. – Ростов-на-Дону: ООО «Издательство «Юг», 2022. – С. 5–15.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепечат. с 5-го изд. 1985. – Москва: Альянс, 2011. – 351 с.
4. Майсак, Г. П. Наука – производству. Тритикале на корм и зерно / Г. П. Майсак, А. В. Старцева // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: материалы Международной конференции, посвященной 100-летию ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Том Выпуск 30 (78). – Москва: Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, 2023. – С. 92–97.
5. Майсак, Г. П. Приемы возделывания озимой тритикале на зеленый корм и зерно: автореф. дисс. ...канд. с.-х. наук / Г. П. Майсак. – Пермь, 2011. – 17 с.
6. Медведева, И. Н. Влияние пестицидов и их сочетаний на урожайность ярового ячменя на фоне различной обеспеченности дерново-подзолистой почвы

элементами питания в Предуралье / И. Н. Медведева, С. В. Чирков // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 1 (29). – С. 59–70.

7. Медведева, И. Н. Влияние регуляторов роста из группы халконов на урожайность и болезни яровых зерновых культур в Предуралье / И. Н. Медведева, С. В. Чирков, Ж. А. Упилкова // Нива Поволжья. – 2022. – № 1 (61). – С. 1007.

8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М., 1989. – 195 с.

9. Микроэлементные удобрения, регуляторы роста, бактериальные препараты в технологии возделывания озимой тритикале в лесостепи Среднего Поволжья / П. Г. Аленин, С. А. Кшникаткин, Г. В. Ильина, Е. А. Зуева // Нива Поволжья. – 2020. – № 2 (55). – С. 2–9.

10. Старцева, А. В. Состояние и перспективы возделывания тритикале озимой в мире, Российской Федерации и Пермском крае / А. В. Старцева // Молодежная наука 2022: технологии, инновации: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и обучающихся, посвященной 120-летию со дня рождения профессора А. А. Ерофеева, Пермь, 28 марта – 01 апреля 2022 г. / Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д. Н. Прянишникова. Том Часть 1. – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2022. – С. 136–139.

УДК 635.21:632

**Т. А. Строт¹, О. В. Коробейникова²,
А. В. Никитина¹, Т. И. Печникова¹**

¹ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ

²Удмуртский филиал ФГБУ «ВНИИЗЖ»

АНАЛИЗ КЛУБНЕЙ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА ПОВРЕЖДЕННОСТЬ ВРЕДИТЕЛЯМИ

В Удмуртской Республике на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой слабосмытой почве в 2018–2020 гг. проводились исследования по изучению картофеля, целью которых была оценка перспективных сортов картофеля, различных по срокам созревания. Одной из задач было выявление повреждений клубней вредителями. Изучали сорта картофеля разных сроков созревания: Розы, Ред Соня, Беллароза, Гала, Рябинушка, Алуэт, Ред Фентази, Церата КВС.

Актуальность. Урожайность картофеля во многом зависит от правильного выбора сорта. Сорт – качественно новая, особая биологическая система, свойство которой проявляется в характе-

ре реагирования на возделывание в определённых условиях внешней среды [2, 5, 7].

Одной из причин низкой урожайности картофеля является фитосанитарное неблагополучие отечественного картофелеводства. Насчитывается около 30 распространённых болезней, которые вызывают потерю 10–50 % от общего урожая. Ежегодно проявляются альтернариоз, мокрые бактериальные болезни клубней, парша обыкновенная, серебристая, ризоктониоз и фитофтороз. Большой ущерб наносят вредители – колорадский жук, проволочники, гусеницы совок [3, 4, 6, 8].

Цель исследований – оценка перспективных сортов, различных по срокам созревания, пригодных для выращивания в Удмуртской Республике.

Задачи:

1. Определить элементы структуры урожайности картофеля и рассчитать биологическую урожайность.
2. Провести клубневой анализ картофеля на пораженность вредителями после уборки.

Для исследования были использованы следующие сорта картофеля: Ред Соня, Беллароза, Гала, Рябинушка, Алуэт, Ред Фентези, Церата КВС, Роза.

Технология возделывания картофеля – общепринятая в Удмуртской Республике, в соответствии с зональными рекомендациями [Павлов М. А., Сутыгин П. Ф., 2002]. Предшественники в 2018 г. – яровые зерновые культуры, в 2019 г. – клевер, 2020 г. – клевер. Осенью после уборки предшественника проведено дискование (БДТ-3,0); весной, при физической спелости почвы – ранневесеннее боронование (БЗТС-1,0). Затем проводилась предпосевная культивация (КПС-4,0 + БЗСС-1,0). Посадка проводилась сажалкой, одновременно с нарезкой гребней. Норма посадки 60 тыс. клубней на га (6 шт./м²). Во время вегетации проводилась двукратная междурядная обработка.

Исследования проводились в 2019–2021 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА по комплексной оценке, сортов картофеля, различных по срокам созревания, клубневой анализ в лабораториях кафедры.

Почва опытного участка 2018 г. – дерново-подзолистая среднесуглинистая слабосмытая на северном склоне, среднеокультуренная. По данным анализов, почвы среднекислые, с высоким содержанием фосфора и калия, содержание гумуса среднее (табл. 1).

В 2019 г. исследования проводились на дерново-подзолистых среднесуглинистых слабокислых почвах. Содержание гумуса низкое, подвижного фосфора среднее, обменного калия – низкое.

В 2020 г. исследования проводились на дерново-подзолистых среднесуглинистых слабокислых почвах. Почва опытного участка характеризуется средним содержанием гумуса, нейтральной реакцией почвенной среды, высокой обеспеченностью подвижным фосфором и средней обеспеченностью обменным калием по Кирсанову.

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы опытного участка по годам исследований (2018–2020 гг.)

| Год | рН сол. | N _r | S | V, % | Гумус, % | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|------|---------|----------------|-------|------|-------------|-------------------------------|------------------|
| | | ммоль/100 г | | | | мг/кг по Кирсанову | |
| 2018 | 5,87 | 0,95 | 11,28 | 92 | 2,72 | 237 | 446 |
| 2019 | 5,13 | 1,46 | 9,80 | 87 | 1,50 | 73 | 62 |
| 2020 | 6,09 | 2,11 | 11,20 | 84 | 5,60 | 239 | 89 |

В 2018 г. средняя температура мая была на уровне средне-многолетних температур: осадков выпало несколько меньше средне-многолетних показателей. Июнь характеризовался как холодный. Это положительно повлияло на рост и развитие картофеля. В июле и августе температура воздуха резко повысилась и установилась на уровне несколько выше средне-многолетних показателей. В начале июля наблюдались осадки в виде ливневых дождей. К середине июля дожди прекратились и наступила засуха, но картофель уже находился в процессе формирования клубней, поэтому засуха не повлияла на его урожайность. В августе наблюдались небольшие дожди, при которых вода не впитывалась в почву, а очень быстро испарялась.

Метеорологические условия 2019 г. характеризовались низкой среднесуточной температурой в июне-августе и повышенным количеством осадков.

Метеорологические условия 2020 г. характеризовались низкой среднесуточной температурой в июне и повышенным количеством осадков в июле. Такие погодные условия были благоприятны для роста и развития картофеля.

Результаты исследований. Биологическая урожайность картофеля рассчитывалась на основании массы клубней с куста и густоты стояния растений к уборке. Средняя урожайность по ис-

следуемым сортам в годы исследования составила в 2018 г. – 4,2; 2019 г. – 8,2; 2020 г. – 10,4 кг/м² (табл. 2).

Биологическая урожайность картофеля различалась как по годам исследования, так и по сортам. В 2018 г. более высокая урожайность наблюдалась у сорта Ред Соня (6,3 кг/м²); в 2019 г. у сорта Алуэт урожайность составила 13,6 кг/м²; в 2020 г. у сорта Рябинушка 15,0 кг/м².

Следующие исследования клубней картофеля проводились для определения дальнейшего их использования на семенные цели. Для этого определяли поврежденность клубней вредителями и наличия механических повреждений по ГОСТ 33996–2016 [1], результаты представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Биологическая урожайность сортов картофеля, кг/м²

| Сорта | 2018 | | 2019 | | 2020 | |
|-------------------------------|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|
| | Масса клубней с куста, кг | Урожайность картофеля, кг/м ² | Масса клубней с куста, кг | Урожайность картофеля, кг/м ² | Масса клубней с куста, кг | Урожайность картофеля, кг/м ² |
| Беллароза | 0,9 | 4,5 | 2,9 | 7,0 | 1,4 | 8,4 |
| Гала | 0,6 | 3,3 | 1,9 | 8,4 | 1,1 | 6,4 |
| Ред Соня | 1,2 | 6,3 | 2,4 | 8,5 | 2,1 | 12,7 |
| Церага | 0,9 | 4,6 | 2,2 | 8,5 | 1,8 | 11,0 |
| Ред Фентази | 0,9 | 4,6 | 1,9 | 5,6 | 1,4 | 8,3 |
| Рябинушка | 0,5 | 2,3 | 2,2 | 7,7 | 2,5 | 15,0 |
| Рози | 0,7 | 3,5 | 1,8 | 6,0 | 2,2 | 13,2 |
| Алуэт | 0,9 | 4,5 | 2,7 | 13,6 | 1,5 | 8,8 |
| Средняя урожайность по сортам | 0,8 | 4,2 | 2,3 | 8,2 | 1,7 | 10,4 |

Таблица 3 – Клубневой анализ семенного картофеля

| Сорт | механические повреждения, % | | | Поврежденность, % | | | | | | | | |
|-------------|-----------------------------|------|------|-------------------|------|------|---------------|------|------|--------|------|------|
| | | | | проволочником | | | озимой совкой | | | хрущом | | |
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2018 | 2019 | 2020 | 2018 | 2019 | 2020 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Беллароза | 9 | 15 | 21 | 85 | 28 | 45 | 0 | 8 | 3 | 2 | 20 | 0 |
| Гала | 2 | 6 | 8 | 74 | 22 | 29 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| Ред Соня | 6 | 8 | 5 | 96 | 11 | 29 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| Церага КВС | 0 | 16 | 9 | 64 | 34 | 33 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 9 |
| Ред Фентази | 4 | 21 | 0 | 22 | 11 | 9 | 10 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Рябинушка | 0 | 20 | 20 | 20 | 70 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Рози | 10 | 5 | 5 | 52 | 12 | 9 | 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Алуэт | 10 | 18 | 5 | 12 | 31 | 1 | 0 | 4 | 2 | 0 | 10 | 1 |
| Средние | 5 | 14 | 9 | 53 | 27 | 24 | 2 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 |

В 2018 г. клубни в основном были поражены проволочником от 12 % на сорта Алуэт и до 96 % на сорте Ред Соня. В пределах нормы встречались механические повреждения, кроме сортов Беллароза Алуэт и Розы (до 10 %) (табл. 3).

На клубнях урожая 2019 г. механическое повреждение сортов увеличилось до 13,6 %, но сократилось количество поражений проволочником до 25,75 %. Также отмечались незначительные повреждения гусеницами озимой совки, личинками хрущей и грызунами до 20 % (рис. 1).

Анализ семенного картофеля в 2020 г. показал, что распространенность механических повреждений и повреждений вредителями на исследуемых сортах сохранились на уровне 2019 г. Из всех исследуемых сортов менее пораженным оказался сорт Розы и Ред Фантази.

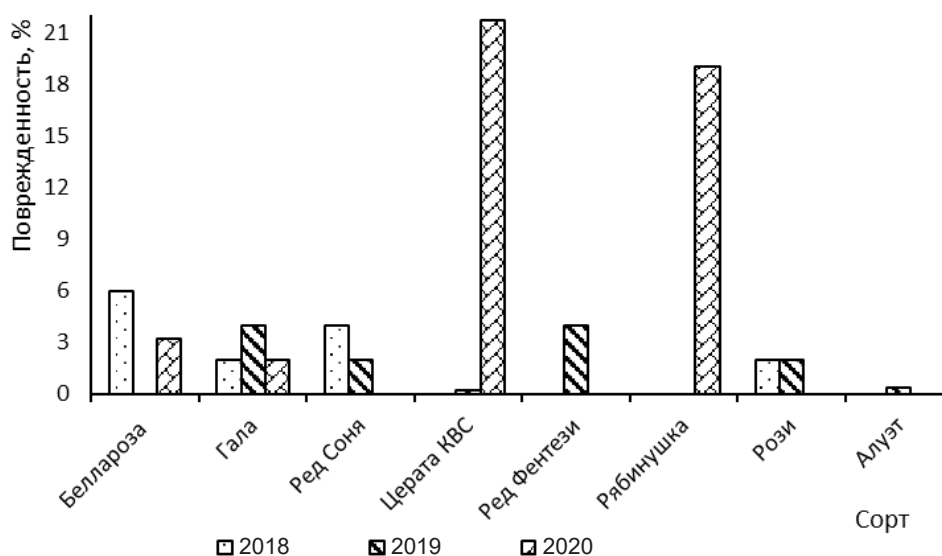


Рисунок 1 – Поврежденность сортов картофеля грызунами, %

Вывод. Биологическая урожайность картофеля различалась как по годам исследования, так и по сортам. В 2018 г. более высокая урожайность наблюдалась у очень раннего сорта Ред Соня (6,3 кг/м²); в 2019 г. у среднеспелого сорта Алуэт урожайность составила 13,6 кг/м²; в 2020 г. урожайность картофеля среднераннего сорта Рябинушка была выше по сравнению с другими за счет массы клубней и составила 15 кг/м². Из почвообитающих вредителей чаще всего повреждали клубни исследуемых сортов картофеля – личинками жука щелкуна – проволочником в 2018 г. – 53 %, 2019 г. – 27,75 %, 2020 г. – 24 % и незначительно отмечалось повреждение личинками озимой совки и хрущей.

Список литературы

1. ГОСТ 33996–2016 Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200143601> (дата обращения: 19.10.2023).
2. Коробейникова, О. В. Качество раннеспелых сортов картофеля в условиях УНПК «Ижагроплем» / О. В. Коробейникова, Т. А. Строт // Современные направления и технологии в садоводстве, питомниководстве и овощеводстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию со дня рождения М. Г. Концевого, Ижевск, 18 октября 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 143–147.
3. Оценка сортов картофеля разных сроков созревания / О. В. Коробейникова, Т. А. Строт, М. П. Маслова, О. В. Эсенкулова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2 (55). – С. 36–47.
4. Митрюкова, Ю. В. Сорт – средство получения высокого урожая картофеля / Ю. В. Митрюкова // Устойчивому развитию АПК – научное обеспечение: материалы республиканской науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. – Т. 1. – С. 109–112.
5. Сорт – главное звено адаптивной технологии возделывания картофеля / В. Н. Зейрук, М. К. Деревягина С. В. Васильева, В. М. Глез // Защита картофеля, 2014. – № 1. – С. 8–9.
6. Фитосанитарная диагностика / А. Ф. Ченкин, В. А. Захаренко, Г. С. Белозерова [и др.]. – Под ред. А. Ф. Ченкина. – Москва: Колос. – 1994. – 323 с.
7. Шмакова, Н. В. Эффективность обработки почвы, видов пара в разных севооборотах в оптимизации фитосанитарного состояния яровой пшеницы / Н. В. Шмакова, А. В. Машковцева, Ю. И. Дерюгина // Наука, инновации и образование в современном АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в 3-х томах, Ижевск, 11–14 февраля 2014 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014. – Т. 1. – С. 13–15.
8. Эсенкулова, О. В. Урожайность различных сортов картофеля и их повреждение вредителями в условиях Удмуртской Республики / О. В. Эсенкулова, О. В. Коробейникова, М. П. Маслова // Картофель и овощи. – 2020. – № 1. – С. 28–31.

УДК 633.15:631.559(470.51)

**Э. Ф. Вафина, Н. И. Мазунина,
А. В. Мильчакова, О. В. Эсенкулова**
Удмуртский ГАУ

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СУХОГО ВЕЩЕСТВА КУКУРУЗЫ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Приведены расчеты по определению уровней программируемой урожайности сухого вещества кукурузы по основным абиотическим факторам. Лимитирующим фактором для получения урожайности является влагообеспеченность. В условиях среднеувлажненного года действительно возможная урожайность составляет 11,3 т/га.

Актуальность. Кукуруза (*Zea mays*) – одна из важных культур мирового земледелия. Это культура разностороннего использования и высокой урожайности. На продовольствие в странах мира идет около 20 % зерна кукурузы, на технические цели 15–20 % и примерно две трети на корм. В Удмуртской Республике кукуруза имеет кормовое значение как силосная культура [5, 6].

По З. И. Усановой, «высокой эффективности производства кормов из этой культуры можно добиться при использовании метода программирования урожайности, который предусматривает создание оптимальных условий в агроценозе для наилучшей фотосинтетической деятельности, наиболее полное освоение генетических возможностей сортов и гибридов, агроклиматических ресурсов, наибольшую экономически целесообразную продуктивность и окупаемость материально-технических средств» [7].

В Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2023 г., включено более 1000 сортов и гибридов кукурузы [3]. Для эффективного возделывания культуры при имеющихся почвенно-климатических условиях необходимо определение действительно возможной урожайности, что представляет собой процесс оценки и прогнозирования количества и качества сельскохозяйственной продукции, которую можно получить с определенного участка земли при оптимальных агротехнических усло-

виях и с использованием современных методов обработки и ухода за посевами, связано с определением действительно возможной урожайности. Для достоверного определения возможной урожайности необходимо учитывать ряд факторов, включая погодные условия, состав почвы, виды посевов, физические и биологические характеристики растений, а также воздействие вредителей и болезней [2, 5, 9].

Цель исследования – определение уровней планируемой урожайности сухого вещества кукурузы по ряду абиотических факторов окружающей среды.

Материалы и методика. Согласно сельскохозяйственному районированию, Удмуртская Республика находится в южно-таёжно-лесной зоне умеренного природно-сельскохозяйственного пояса [1]. Объект исследования – сведения о сумме активных температур, напряженности температурного режима и количестве фотосинтетической активной радиации (ФАР), коэффициенте увлажнения, сумме осадков по центральному агроклиматическому району Удмуртской Республики [1]. Методы исследования – сопоставление, анализ, расчетный. Вычисление уровней возможной урожайности сухого вещества кукурузы по агроклиматическим ресурсам региона проводили с использованием формул, разработанных И. С. Шатиловым [8].

Результаты исследований. Необходимое условие формирования урожайности – энергия солнечной радиации, поглощаемая в процессе фотосинтеза. Потенциальную урожайность сухого вещества принято определять по количеству ФАР, усваиваемой за период посев-уборка и коэффициенту использования ФАР. Для начала находим долю основной продукции (в нашем случае это вся надземная биомасса) в общей биомассе (K_x) по формуле (1):

$$K_x = (C_m \times 100) \div (\sum a \times (100 - B_{cm})), \quad (1)$$

где K_x – доля основной продукции (надземной биомассы кукурузы) в общей биомассе;

C_m – доля основной продукции в общей надземной биомассе (общепринято, что она равна единице);

$\sum a$ – сумма частей основной и побочной продукции.

Подставляя имеющиеся данные, получаем:

$$K_x = (1 \times 100) \div (1,8 \times (100 - 75)) = 2,22.$$

На следующем этапе находим биологическую урожайность абсолютно сухой растительной биомассы ($Y_{биол}$) по формуле 2, предложенной А. Д. Ничипоровичем:

$$Y_{биол} = (Y_m \times (100 - B_{см}) \times \sum a) \div 100, \quad (2)$$

где Y_m – потенциальная урожайность товарной продукции, т/га;

$\sum a$ – сумма частей в соотношении основной и побочной продукции (солома, ботва, корни);

$B_{см}$ – стандартная влажность основной продукции, %.

На государственных сортоиспытательных участках УР, изучающих сорта и гибриды кукурузы, максимальная урожайность одного из возделываемых в регионе гибридов Родник 179 СВ равна 19,3 т/га [4]; $Y_{биол}$ с учетом стандартной влажности зеленой массы 75 % составит:

$$Y_{биол} = (19,3 \times (100 - 75) \times 1,8) \div 100 = 8,68 \text{ т/га.}$$

Объективным показателем величины урожая служит коэффициент полезного действия ФАР (η), определение которого основано на данных прихода ФАР и теплотворной способности сухой биомассы (3):

$$\eta = (Y_{биол} \times q) \div (10^3 \times \sum Q), \quad (3)$$

где η – коэффициент использования ФАР культуры (сорта), % (КПД ФАР);

$\sum Q$ – суммарный приход ФАР за вегетацию культуры, кДж/см²;

q – теплотворная способность сухой биомассы, кДж/кг.

$$\eta = (8,68 \times 16\,328) \div (1000 \times 90) = 1,57 \text{ \%}.$$

Зная все показатели, определяющие потенциальную урожайность, можно перейти к расчету данного показателя ($Y_{ПВ}$) согласно формуле (4):

$$Y_{ПВ} = (10^3 \times \eta \times K_x \times \sum Q) \div q. \quad (4)$$

Подставляя значения, получаем:

$$U_{ПВ} = (1000 \times 1,57 \times 2,22 \times 90) \div 16\,328 = 19,2 \text{ т/га.}$$

При программировании урожайности нельзя опираться лишь на потенциальную урожайность культуры, сорта, так как урожай формируется под влиянием множества факторов окружающей среды, среди которых приход солнечной радиации и коэффициент ее использования не всегда являются лимитирующими. Связи с этим важно определить действительно возможную урожайность (ДВУ) – это тот уровень урожайности, который может быть обеспечен потенциалом сорта или гибрида, заложенным в генотипе, и основным лимитирующим (ограничивающим) фактором.

Удмуртская Республика находится в зоне неустойчивого увлажнения, поэтому необходимо определить ДВУ по влагообеспеченности. Расчет начинается с определения количества доступной влаги (W) за период посев-уборка (5):

$$W = W_o + \sum O, \quad (5)$$

где W_o – запас доступной для растений влаги в слое почвы 0–100 см к моменту посева, мм;

$\sum O$ – среднегодовое количество осадков, выпадающих за вегетационный период изучаемой культуры, мм.

Для центрального агроклиматического района республики со второй декады мая по первую декаду сентября характерно выпадение 216 мм осадков, поэтому:

$$W = 191 + 216 = 407 \text{ мм.}$$

Зная количество влаги, доступной растениям, можно перейти к определению действительно возможной урожайности (6):

$$U_{ДВ} = (10 \times W) \div K_B, \quad (6)$$

где K_B – коэффициент водопотребления, м³ на 1 ц.

$$U_{ДВ} = (10 \times 407) \div 36 = 113 \text{ ц/га} = 11,3 \text{ т/га.}$$

Помимо влагообеспеченности необходим учет теплообеспеченности. Связь между этими показателями определяется ги-

дротермическим показателем (ГТП). Для его расчета необходимо определить коэффициент увлажнения ($K_{увл}$) по формуле (7):

$$K_{увл} = (2453 \times W) \div (R \times 10^3), \quad (7)$$

где 2453 – коэффициент скрытой теплоты испарения, кДж/кг;

R – суммарный радиационный баланс за период вегетации культуры, как правило, равный 52 % суммарного прихода радиации, кДж/см².

$$K_{увл} = (2453 \times 407) \div (46,8 \times 1000) = 2,13.$$

Рассчитаем ГТП (8):

$$ГТП = K_{увл} \times 0,46 \times T_v, \quad (8)$$

где T_v – продолжительность периода посев-всходы, декад.

$$ГТП = 2,13 \times 0,46 \times 11 = 10,8.$$

Переходим к определению действительно возможной урожайности ($У_{ДВУ}$) по формуле 9:

$$У_{ДВУ} = (22 \times ГТП - 10) \times K_x, \quad (9)$$

$$У_{ДВУ} = (22 \times 10,8 - 10) \times 2,22 = 500 \text{ ц/га} = 50 \text{ т/га}.$$

Выводы. Таким образом, абиотические условия центрального агроклиматического района Удмуртской Республики способствуют получению урожайности сухого вещества кукурузы 11,3–50,5 т/га. Потенциальная урожайность сухого вещества близка к фактически получаемой на ГСУ республики. Теплообеспеченность региона теоретически позволяет получать относительно высокую урожайность сухого вещества. Ограничивающим фактором, согласно расчетам, является влагообеспеченность.

Список литературы

1. Агроклиматический справочник по Удмуртской АССР / Отв. ред. А. Н. Михайлов; Верх.-Волж. упр. гидрометеорол. службы, Горьк. гидрометеорол. обсерватория. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1961. – 119 с.

2. 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, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 54–59.

3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорты растений. – URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyu-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/> (дата обращения 15.11.2023).

4. Результаты государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур за 2016–2018 гг. Характеристики сортов сельскохозяйственных культур, вновь включенных в Государственный реестр селекционных достижений и допущенных к использованию по Удмуртской Республике. – Можга, 2018. – 62 с.

5. Рябова, Т. Н. Агроэкологическая оценка гибридов кукурузы в условиях Удмуртской Республики / Т. Н. Рябова, С. И. Коконев // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т., Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – Т. I. – С. 90–93.

6. Сравнительная оценка адаптивности гибридов кукурузы и сортов проса обыкновенного и качество силоса / С. И. Коконев, С. А. Костенкова, В. А. Капеев, Б. Б. Борисов // Эффективность адаптивных технологий в сельском хозяйстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию СХПК имени Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики, Ижевск, 20–22 июля 2016 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 65–70.

7. Усанова, З. И. Продуктивность гибридов кукурузы при программировании урожайности в условиях Верхневолжья / З. И. Усанова, П. И. Мигулев // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 3. – С. 29–32.

8. Шатилов, И. С. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая / И. С. Шатилов, А. Ф. Чудновский. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1980. – 320 с.

9. 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, T. A. Babaitseva, N. I. Mazunina, V. G. Kolesnikova, A. V. Milchakova // Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. – 2021. – Т. 22. – № 9–10. – С. 46–52.

В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, Г. Р. Галиева, Ч. М. Исламова
Удмуртский ГАУ

ТЕХНИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

На основе анализа доступных источников и литературы приводятся данные по состоянию развития в Удмуртии технических культур: льна-долгунца, рапса ярового и озимого, льна кудряша, конопли, горчицы и подсолнечника.

Актуальность. Технические культуры – культурные растения, возделываемые человеком для получения технического сырья. Технические культуры подразделяются на несколько групп:

– крахмалоносные – содержат крахмал в клубнях (картофель, земляная груша, батат);

– сахароносные растения – содержат сахар в стеблях (сахарный тростник, сахарный клен), корнеплодах (сахарная свекла);

– у масличных культур растительные масла накапливаются в семенах и плодах (подсолнечник, арахис, соя, клещевина, рапс, кунжут, горчица, масличный лен);

– у эфирномасличных культур эфирные масла содержатся в надземной части (мята, герань, базилик), цветках (эфирномасличная роза, лаванда, тубероза, сирень), плодах (кориандр, анис, фенхель), корнях и корневищах (ветиверия, ирис);

– прядильные, в том числе лубяные культуры, содержат текстильные волокна в стеблях (лен-долгунец, джут, кенаф, конопля), листьях (новозеландский лен), семенах (хлопчатник);

– каучуконосные растения, гуттаперченовые, дубильные, красильные, лекарственные, наркотические, пробконосные.

Некоторые технические культуры являются растениями двойного использования. Например, лен-долгунец, конопля и хлопчатник, кроме волокна, дают жирное масло; из кориандра, тмина и аниса получают эфирное и жирное масла [19, 20].

Технические культуры занимают большую посевную площадь во всех странах. Перед тем как выращивать ту или иную из них, принимают во внимание не только климатические условия, но и близость перерабатывающих заводов, потребность на рынке в сырье, которое производят из той или иной культуры. В Рос-

сии технические культуры возделываются не слишком активно, так как природные условия делают их выращивание трудоёмким, и требуются большие капиталовложения. Многие технические культуры требуют применения специальных машин для уборки и особых орудий труда.

В связи с возрастающим интересом людей к здоровому, экологически чистому образу жизни выращивание многих технических культур приносит производителям дополнительную прибыль [19, 20].

Каждая почвенно-климатическая зона характеризуется своей совокупностью природных факторов. Территория северной и центральной части Удмуртской Республики входит в Среднерусскую южно-таёжно-лесную провинцию Южно-таёжно-лесной зоны. Большим преимуществом зоны является достаточное атмосферное увлажнение и удовлетворительная теплообеспеченность для большинства возделываемых культур. Климат этих провинций характеризуется как среднеконтинентальный, избыточно влажный и влажный, ниже среднего обеспеченный теплом, с преобладанием дерново-подзолистых почв. Коэффициент увлажнения (отношение годовых осадков к испаряемости) – 1,0–1,3; средний балл оценки биологической продуктивности по факторам тепла и влаги – 104 (88–128), сумма температур выше 10 °С – 1600–2400. Вероятность лет с различным увлажнением в этой провинции составляет: сухих – 0 %, засушливых – 5 %, полусушливых – 12 %, полувлажных – 21 %, влажных – 32 %, избыточно влажных – 30 %.

Территория южной части Удмуртии входит в Предуральскую лесостепную провинцию Лесостепной зоны, характеризующуюся как равнинно-увалистая, суглинистая серо-лесная. Это зона преимущественно полувлажная (с редкими засухами), средне и выше среднего обеспеченная теплом. Важной особенностью зоны является неустойчивость увлажнения. Вероятность лет с различным увлажнением в этой провинции составляет: сухих – 2 %, засушливых – 11 %, полусушливых – 25 %, полувлажных – 30 %, влажных – 24 %, избыточно влажных – 8 % [14].

На кафедре растениеводства, земледелия и селекции УдГАУ проведены многочисленные исследования по выявлению реакции на абиотические условия, адаптации сортов и разработке элементов адаптивной технологии возделывания лубяных и масличных культур, а также картофеля и подсолнечника [1, 3–12, 15–18, 21, 22].

Целью наших исследований является анализ состояния производства технических культур в Удмуртии.

Материалы и методика. Объект исследования – технические культуры. Для анализа использованы эмпирические методы исследования: изучение разнообразных источников информации для обследования исследуемого объекта – сравнение и анализ; мониторинг и анализ состояния посевных площадей, валового производства и урожайности технических культур.

Результаты исследований. В земледелии Удмуртской Республики из всей большой группы технических культур возделываются масличные, прядильные культуры и картофель. В среднем за 2018–2022 гг. технические культуры в структуре посевных площадей занимают 20 659 га (табл. 1).

Таблица 1 – Площади посева технических культур в Удмуртской Республике, га

| Технические культуры | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее за 2018–2022 гг. |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| Всего | 12 131 | 15 341 | 20 869 | 28 604 | 26 349 | 20 659 |
| Масличные культуры – всего | 7869 | 11 314 | 15 619 | 21 872 | 18 523 | 15 039 |
| из них: | | | | | | |
| подсолнечник на зерно | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 1 |
| рапс (озимый и яровой) | 7741 | 10 790 | 14 552 | 20 504 | 14 257 | 13 569 |
| горчица | 125 | 423 | 564 | 699 | 542 | 471 |
| лен кудряш | 2 | - | 341 | 478 | 3008 | 957 |
| Прядильные культуры – всего | 4262 | 4025 | 5178 | 6669 | 7764 | 5580 |
| Лен-долгунец | 4262 | 4025 | 5178 | 6616 | 6741 | 5364 |
| Конопля | - | - | - | 53 | 1023 | 538* |

Примечание: *площади посева конопли представлены в среднем за 2021–2022 гг.

Общая площадь всех технических культур за последние пять лет, с 2018 г. по 2022 г., возросла на 14 218 га или в 2,2 раза. Основные площади заняты масличными культурами – это 64,9–76,4 % от общей площади всех технических культур. С каждым годом процент возрастает. Масличные культуры в большей степени представлены рапсом – озимым и яровым и в меньшей степени – горчицей, льном кудряшом и подсолнечником. В среднем за пять лет рапс (озимый и яровой) высевался на площади 13 569 га, горчица – 471 га, лен-кудряш – 957 га. С 2018 г. по 2021 г. наблюдали тенденцию увеличения площадей, занятых рапсом на 12 743 га. Однако в 2022 г. произошло резкое снижение посевных площадей под рапсом на 6247 га относительно аналогичного показателя в 2021 г. В 2022 г. отмечалось увеличение посевных площа-

дей под льном кудряшом в 6,3 раза больше, чем в 2021 г. Подсолнечник высевался в течение 2018–2021 гг. на площади всего 1 га, а в 2022 г. по подсолнечнику данные в статистических сборниках отсутствуют [2].

Площадь посева прядильных культур в среднем за 2018–2022 гг. составляла 5580 га или 27 % от общей площади всех технических культур. Прядильные культуры представлены в большей степени льном-долгунцом и в последние два года начали высевать в республике техническую коноплю. По посевным площадям льна-долгунца за последние пять лет также наблюдается тенденция увеличения с 4262 га в 2018 г. до 6741 га в 2022 г. или в 1,6 раза. Техническая конопля в 2021 г. высевалась на площади 53 га, а в 2022 г. – 1023 га.

Урожайность технических культур за последние годы изменялась в широких пределах и представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Урожайность технических культур в Удмуртской Республике, ц/га

| Технические культуры | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее за 2018–2022 гг. |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| Масличные культуры – всего | 7,8 | 9,5 | 10,3 | 4,9 | 8,1 | 8,1 |
| из них: | | | | | | |
| подсолнечник | 12,3 | 7,0 | 7,0 | 6,7 | - | 8,3 |
| рапс озимый | 9,5 | 5,9 | 17,0 | 5,3 | 8,3 | 9,2 |
| рапс яровой (кольза) | 9,8 | 11,5 | 11,5 | 5,7 | 10,6 | 9,8 |
| горчица | 1,5 | 2,5 | 4,1 | 3,6 | 2,7 | 2,9 |
| лен кудряш | 1 | - | 9,1 | 6,6 | 7,6 | 6,1 |
| Лен-долгунец – на волокно | 6,7 | 6,7 | 7,0 | 4,3 | 4,9 | 5,9 |
| Лен-долгунец – семена | 1,7 | 2,7 | 2,9 | 2,5 | 2,9 | 2,5 |
| Конопля – на волокно | - | - | - | 0,5 | 2,8 | 1,7 |
| Конопля – семена | - | - | - | 1,0 | 0,9 | 1,0 |

Рапс озимый наибольшую урожайность семян 17,0 ц/га сформировал в условиях 2020 г., а наименьшую – 5,3 ц/га в 2021 г. На условия 2019 и 2020 гг. яровой рапс отреагировал одинаково, обеспечив самую высокую урожайность семян 11,5 ц/га. В условиях 2021 г. у ярового рапса отмечали аналогично озимому рапсу самую низкую урожайность – 5,7 ц/га. Абиотические условия 2020 г. также благоприятно повлияли на урожайность горчицы и льна кудряша, где была получена наибольшая урожайность семян 4,1 ц/га и 9,1 ц/га соответственно. В условиях 2018 г. горчица и лен ку-

дряш сформировали самую низкую урожайность 1,5 ц/га и 1 ц/га соответственно. Урожайность подсолнечника по годам варьировала от 6,7 ц/га в 2021 г. до 12,3 ц/га в 2018 г.

Лен-долгунец убирали на волокно и получали урожайность от 4,3 ц/га в 2021 г. до 7,0 ц/га в 2020 г. Урожайность семян льна-долгунца наибольшая 2,9 ц/га формировалась в 2020 г. и в 2022 г., а наименьшая – 1,7 ц/га в 2018 г. Техническая конопля также давала два вида продукции – волокно с урожайностью 0,5 и 2,8 ц/га и семена с урожайностью 1,0 ц/га и 0,9 ц/га.

Выводы и рекомендации. В Удмуртской Республике технические культуры высевались в среднем за последние пять лет на площади 20 659 га и представлены группой масличных и прядильных культур. Из масличных культур на площади 13 569 га высевался рапс и обеспечивал урожайность 9,5 ц/га, лен кудряш – 957 га с урожайностью 6,1 ц/га, горчица – 471 га с урожайностью 2,9 ц/га. Посевная площадь под прядильными культурами составила 5580 га. Лен-долгунец убирали на волокно и получали урожайность 5,9 ц/га и на семена – 2,5 ц/га. Конопля за последние два года высевалась на площади 538 га и обеспечивала урожайность волокна 1,7 ц/га, семян – 1,0 ц/га.

Список литературы

1. Вафина, Э. Ф. Сроки посева и нормы высева в технологии возделывания ярового рапса на семена / Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 3 (23). – С. 42–48.
2. Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Удмуртской Республике в 2018–2022 гг. [издание официальное]: статистический бюллетень. В 3 частях. Ч. 2 / Федеральная служба государственной статистики, Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. – Ижевск : Удмуртстат, 2018–2022. – URL: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=43192&id=49979> (дата обращения 05.11.2023 г.).
3. Галиева, Г. Р. Сортовая реакция среднерусской однодомной конопли на норму высева качеством тресты в Среднем Предуралье / Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – Т. I. – С. 20–25.
4. Гореева, В. Н. Изменение элементного состава семян льна масличного ВНИИМК 620 под влиянием абиотических условий / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Проблемы агрохимии и экологии. – 2020. – № 1. – С. 62–66.

5. 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 132 с.
6. Гореева, В. Н. Оценка продуктивности сортов льна-долгунца псковской и смоленской селекции / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 21–26.
7. Гореева, В. Н. Селекционная ценность образцов льна масличного в условиях Среднего Предуралья / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2022. – № 4 (26). – С. 54–60.
8. Гореева, В. Н. Сравнительная оценка образцов льна масличного с маркерными признаками / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почётного работника высшей школы РФ, профессора Александра Степановича Башкова. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 249–254.
9. Гореева, В. Н. Технологические показатели качества тресты сортов льна масличного / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, заслуженного деятеля науки УР, почётного работника высшей школы РФ, профессора Вячеслава Павловича Ковриго. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 78–81.
10. 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.
11. Корепанова, Е. В. Продолжительность межфазных периодов сортов и селекционных номеров льна-долгунца в зависимости от метеорологических условий / Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 18–24.
12. Корепанова, Е. В. Реакция сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный на приемы зяблевой обработки почвы в Среднем Предуралье / Е. В. Корепанова, Р. Р. Галиев, В. Н. Гореева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1 (52). – С. 27–33.
13. Лен масличный и редька масличная в земледелии Удмуртской Республики / В. Н. Гореева, И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова [и др.] // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной науч. конф., посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 194–200.

14. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР / Под ред. А. Н. Каштанова. – Москва: Колос, 1983. – 336 с.
15. Рапс яровой в земледелии Удмуртской Республики / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, Ч. М. Исламова [и др.] // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной науч. конф., посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 211–217.
16. Реакция раннеспелых сортов сои посевной на абиотические условия в колхозе (СХПК) им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики / Ч. М. Исламова, В. А. Капеев, И. Ш. Фатыхов [и др.] // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной науч. конф., посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 297–301.
17. Сравнительная реакция гибридов подсолнечника на орошение урожайностью семян / Ч. М. Исламова, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов [и др.] // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной науч. конф., посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 200–206.
18. Сравнительная урожайность семян гибридов подсолнечника в АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики / Ч. М. Исламова, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов [и др.] // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной науч. конф., посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 206–210.
19. Технические культуры в Сибири: учебное пособие / Р. Р. Галеев, С. Х. Вышегуров, А. Ф. Кондратов [и др.]. – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т. – 2006. – 182 с.
20. Технические культуры. – URL: [https://megabook.ru/article/Технические культуры](https://megabook.ru/article/Технические_культуры) (дата обращения 05.11.2023).
21. Урожайность волокна и технологические показатели качества тресты сортов однодомной конопли / Е. В. Корепанова, Г. Р. Галиева, В. Н. Гореева [и др.] // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 58–64.
22. Фатыхов, И. Ш. Состояние картофелеводства в Удмуртской Республике / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в 3-х т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 1. – С. 144–149.

Л. М. Колбина

УдмФИЦ УРО РАН

ПЧЕЛОПОЛЬНАЯ, ПЧЕЛОКЛЕВЕРНАЯ СИСТЕМА ПОЛЕВОДСТВА

Рассмотрен вопрос о пригодности медоносных пчел для опыления красного клевера. Описано начало пчелоклеверной системы, затем утверждается полная непригодность пчел для этих целей и заканчивается признанием особой ценности пчел для семеноводства красного клевера. Доказано, что пчелоопыление клевера повышает урожайность семенников в среднем в три раза. Однако большая часть хозяйств в полях клеверосеяния не имеет пасек.

Актуальность. Пчеловодство не только играет огромную роль в высокодоходности отрасли сельского хозяйства, но и одновременно является важным средством повышения урожайности семян кормовых культур, в частности клевера красного. Клеверосеянием в нашей стране начали заниматься около 300 лет назад. Подлинная культура отечественного клеверосеяния во многих губерниях дореволюционной России возникла и развивалась в крестьянских хозяйствах. В конце XIX и начале XX века из России экспортировалось ежегодно около 50 тысяч пудов семян, главным образом крестьянского клевера, на сумму примерно 5 миллионов золотых рублей, семена этого клевера считались за границей как превосходные и пользовались там неограниченным спросом. В то же время помещики, без всяких оснований пренебрегая отечественными клеверами, покупали заграничные, гораздо худшие семена клевера [6].

Цель исследования – изучить причины появления и необходимость пчелоклеверной системы полеводства.

Материалы и методы. Проведен анализ и обобщение по опубликованной научной литературе по пчелоклеверной системе полеводства.

Результаты. В 1904–1905 гг. Иваном Николаевичем Клингеном была предложена идея пчелопольного, или точнее, пчелоклеверного хозяйства, но, к сожалению, она осталась не осуществленной, т.к. в 1913 г. ему пришлось оставить службу и переехать в Москву [7].

О работах И. Н. Клингена с красным клевером и о его плане «пчелопольной системы полеводства» писалось очень много. Все

старое он разрушил и начал творить заново. Ввел 8- и 10-польные севообороты с клевером и люцерной [5].

Однако до И. Н. Клингена, примерно в 1904 г., американцы увлекались возможностью при помощи отбора получать от итальянских пчел таких, которые собирали бы нектар с красного клевера.

Как ни странно, но эта идея о длине хоботка у пчел-сборщиц с красного клевера перекочевала в СССР. При обследовании пчел обнаружилось, что горные кавказские пчелы по длине хоботка превосходят все породы пчел СССР. На основании этих данных появилось предположение, что кавказские пчелы – это и есть те пчелы, которые должны собирать нектар с красного клевера. Этой мыслью пчеловодов воспользовался организатор крупных хозяйств агроном И. Н. Клинген, управляющий в то время крупными хозяйствами в Орловской и Курской губерниях, где он ввел в 1907 г. большие площади посевов красного клевера. С помощью длиннохоботковой пчелы он хотел добиться более полного опыления и оплодотворения красного клевера и получить хорошие урожаи семян [4].

В 1911 г. на запрос И. Н. Клингена Бюро энтомологии департамента земледелия США сообщало, что «ни одна из пчелиных пород не приспособлена хорошо для работы на красном клевере, и на практике весь урожай наших клеверных семян обязан перекрестному опылению его шмелями». В результате экспериментов американцам не удалось получить пчел-сборщиц с красного клевера, и от этой идеи они отказались [3].

В первые годы после Октябрьской революции делается несколько попыток продолжить работы Клингена и популяризировать кавказских пчел как единственно пригодных для опыления красного клевера (Манохин, Великанов, Скориков, Брюханенко, Веприков и др.). Однако, несмотря на широко развернувшуюся кампанию за внедрение кавказских пчел, пчелоопыление клевера не получило широкого распространения. Кавказские пчелы плохо переносили зимовку на севере, и, несмотря на интенсивное рекламирование, обслуживание посевов клевера кавказскими пчелами не приобрело общего характера [3].

В 1925–1926 гг. агроном И. В. Манохин (Кунгурское общество пчеловодства) возобновил работы с кавказскими пчелами по применению пчелопольной системы хозяйства и получил подтверждение опытов И. Н. Клингена. Манохин проводил опыты, стремясь при воздействии пчелы-опылительницы увеличить урожай семян красного клевера. Опыты были рассчитаны на несколько лет. Результаты го-

ворят: «Опыление клевера с практической целью получения семян без воздействия насекомых совершенно невозможно» [8].

По материалам, собранным Опытной пчелоклеверной сетью, урожаи семян клевера в 10 колхозах Свердловской области (Сарапульский, Суксунский и Кунгурский районы) за 1925–1929 г. составили в среднем 110 кг/га (от 0 до 327 кг) [3].

Тем не менее, в процессе экспериментов агрономом В. В. Евдокимовым в 1931 г. выяснилось, что пчелы работали на красном клевере, но мёд не собирали. За 10 лет наблюдений при хорошей работе на клевере обычная прибыль меда в ульях составляла 0,4–0,6–1 кг в сутки, был только один день, когда пчелы принесли с клевера свыше 2 кг.

Пчелополюсная система земледелия до революции не нашла применения. Революция и созданный ею новый колхозный строй объединили развитие пчеловодства и возделывание пчелоопыляемых культур. С каждым годом все более расширяется список растений, для которых опыление пчелами может иметь решающее значение на повышение их урожаев [2]. Большое влияние на расширение мероприятий по опылению клевера и других сельскохозяйственных культур и развитие пчеловодства в нашей стране оказали решения VII Съезда Советов СССР, который состоялся в Москве 28 января – 6 февраля 1935 г. На нем была отмечена огромная роль пчеловодства в повышении урожайности семян кормовых культур и в частности клевера [3]. Крупнейшую роль в развитии пчеловодства сыграло и Постановление Совета народных комиссаров Союза ССР и ЦК ВКП (б) от 31 марта 1936 г. «О мероприятиях по повышению урожайности, контрактации и заготовках семян клевера в 1936 г.», предусмотрены важнейшие организационные и агротехнические мероприятия, осуществление которых обеспечивает получение в короткий срок потребного для социалистического земледелия количества клеверных семян [2].

Этим постановлением была предусмотрена организация 20 тысяч новых колхозных пасек и переброска в клеверосеющие районы страны 400 тысяч семей пчел. Такого огромного масштаба перевозки пчёл, какой производился в СССР в 1936 г. и последующие годы, не знает вся предыдущая история пчеловодства мира [3].

В 1944 г. Народным комиссариатом земледелия СССР издан приказ «О повышении урожая пчелоопыляемых культур», который рекомендовал приравнивать пчеловодов, вывозящих пасеки на опыление, в отношении дополнительной оплаты труда, к чле-

нам полеводческих бригад и звеньев. Таким образом, под мероприятия по пчелоопылению клевера подводилась не только техническая, но и организационно-материальная база в надежде, что объединенные усилия семеноводов и пчеловодов дадут желаемый результат [3].

В Законе о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946–1950 гг. написано: «Установить, что важнейшей задачей сельского хозяйства в 1946–1950 гг. является всемерное повышение урожайности и увеличение валового сбора сельскохозяйственных продуктов на основе значительного повышения культуры земледелия и широкого использования достижений передовой агрономической науки, для чего во всех колхозах и совхозах восстановление и введение правильных севооборотов с применением в них травосеяния с широким использованием посевов травосмесей – бобовых (особенно клевера и люцерны) и злаковых многолетних трав» [6].

Многие пчеловоды-клевероводы Удмуртской АССР награждены орденами и медалями за свою работу. Например, орденосец Т. Н. Андронников из колхоза им. Короленко Кизнерского района в 1948 г. с рекордного участка площадью 5,8 га получил по 5,11 ц семян красного клевера с гектара, всего 29,96 га. На остальной площади в 14,2 га получили 31,52 ц, т.е. по 2,22 ц семян с га [1]. Такие результаты получены благодаря проведенной дрессировке пчел (подкормка сиропом с запахом цветков клевера) для всемерного повышения урожаяев клеверных семян. Награждены орденами Трудового Красного Знамени клевероводы колхоза «Новая жизнь» Кизнерского района В. С. Назаров, П. Н. Пивоваров, А. С. Макатканов. Ими получено 4 ц семян клевера с гектара [9].

Таким образом, вопрос о пригодности медоносных пчел для опыления красного клевера прошел все стадии, начиная от утверждения полной непригодности их для этих целей и кончая признанием особой ценности пчел для семеноводства красного клевера. Несмотря на то, что пчелоопыление клевера повышает урожайность семенников в среднем в три раза, большая часть хозяйств в полях клеверосеяния не имеет пасек.

Список литературы

1. Андронников, Т. Н. 5,11 ц семян клевера с гектара // Пчеловодство, 1950. – № 6. – С. 23.
2. Веприков, П. Н. Опыление сельскохозяйственных растений / П. Н. Веприков. – М., 1936. – С. 3.

3. Губин, А. Ф. Медоносные пчелы и опыление красного клевера / А. Ф. Губин. – М., 1947.
4. Евдокимов, В. В. О красноклеверных пчелах / В. В. Евдокимов // Коллективное пчеловодное дело, 1931. – № 1. – С. 28.
5. Евдокимов В. В., Клинген И. Н. // Пчеловодное дело. – 1927. – № 3. – С. 119–120.
6. Елсуков, М. П. Клевер красный / М. П. Елсуков. – М., 1950.
7. Левицкий, А. Памяти старого петровца – И. Н. Клингена // Пчеловодное дело, 1925. – № 3. – С. 118.
8. Манохин, И. Увеличение урожая семян уральского красного клевера / И. Манохин // Пчеловодное дело. – 1925. – № 3. – С. 122.
9. Назаров, В. С. 4 ц семян клевера с гектара / В. С. Назаров, П. Н. Пивоваров, А. С. Макатканов // Пчеловодство. – 1950. – № 6. – С. 23.

УДК 631.86

В. З. Латфуллин^{1,2}, О. В. Эсенкулова¹

¹Удмуртский ГАУ

²ООО «Экоферма «Дубровское»

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВА

Представлены результаты опытов, проводимых в ООО «Экоферма «Дубровское» в Удмуртской Республике. Использование баковой смеси биопрепаратов (Азофит N; Фосфорус (Азофит Р); Бактофит; Гибберсиб) на ячмене Памяти Чепелева в условиях 2022 г., а также применение органоминерального удобрения Приомин на ячмене Памяти Чепелева и озимой тритикале Ижевская 2 в условиях 2023 г.

Актуальность. Биопрепараты и биоудобрения не доминируют, но достаточно активно они применяются при производстве органической продукции повсеместно [6, 8, 12]. Биологическая защита растений является ключевым фактором обеспечения стабильного органического производства, при котором не используются пестициды и минеральные удобрения [12]. Благодаря интегрированной биологической защите растений можно существенно снизить развитие болезней и повысить урожайность сельскохозяйственных культур [8, 12, 13–16]. В условиях биологизации при возделывании культур и согласно принципам и стандартам органического ведения сельского хозяйства особо важен комплексный под-

ход к применению биологических средств защиты растений различного назначения [9, 12].

Материалы и методы. Объекты исследования – ячмень Памяти Чепелева, озимая тритикале Ижевская 2, биопрепараты. На основании изучения литературных источников, стандартов, анализа, сравнения сопоставления полученных данных были сделаны предварительные выводы.

Результаты исследования. Единственное современное агропредприятие ООО «Экоферма «Дубровское» специализируется на производстве органической сельскохозяйственной продукции высокого качества в Удмуртской Республике. Kiwa BCS – международный орган по сертификации подтвердил статус органического предприятия международным сертификатом «EuroLeaf» [9, 10], а в 2022 г. российский орган по сертификации Роскачество подтвердил статус и выдал российский органический сертификат, что требует ГОСТ 33980-2016 Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации. Многолетние злаковые и бобовые травы, викоовсяная смесь, озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, овес, горох, гречиха, озимый рапс наиболее типичные для Удмуртской Республики сельскохозяйственные культуры. Не типичны для республики выращиваемые в хозяйстве культуры – это яровая тритикале, кормовые культуры, смесь люцерны с овсяницей (Альфа Валью), сорго-суданский гибрид, а также кормовая травосмесь ГринСпирит 2 – это многолетняя смесь засухоустойчивых видов и сортов трав (10 % белый клевер, 20 % Райграс пастбищный 4п, 20 % Ежа сборная 50 % Овсяница тростниковая) [10]. Ячмень Памяти Чепелева ценен в органическом земледелии, что связано с нетребовательностью к уходу и хорошей урожайностью, при этом он высокоадаптирован и пластичен. Выведен этот среднеспелый, низкорослый сорт, ценный по качеству, в ФГБНУ «Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». Масса 1000 зёрен 38–51 г. Содержание белка 12,1 % [11].

При возделывании ячменя Памяти Чепелева (56 га) в условиях 2022 г. применялась баковая смесь биопрепаратов:

- микробиологические удобрения азотфиксатор Азофит N (0,5 л/га) и 0,5 л/га фосфатомобилизатор Фосфорус или Азофит P (0,5 л/га);
- биологический фунгицид – Бактофит, СК (1,0 л/га);
- фитогормон или биологический стимулятор роста – Гибберсиб, П (0,5 г/га).

Азофит N – его основа *Azotobakter vinelandii* и азотмобилизирующие бактерии. Азофит P – споры *Bacillus megaterium var. phosphaticum* и фосформобилизирующие бактерии [1]. Препарат Бактофит – *Bacillus subtilis*, его споры и клетки культуры-продуцента [1, 5]. Штамм *Fusarium moniliforme* является основой Гибберсиба [7]. Все они по отдельности и особенно вместе нацелены на стимулирующую защитную реакцию растений к неблагоприятным факторам окружающей среды и важны в рамках интегрированной системы защиты растений для повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

Ячмень Памяти Чепелева в 2022 г. обеспечил урожайность зерна без применения баковой смеси 14,5 ц/га (рис. 1).

Метеорологические условия 2022 г. (прохладная и дождливая весна, как результат переувлажнённая почва) благоприятствовали более раннему развитию как корневых, так и листовых болезней ячменя, таких, как корневой гнили и стеблевой ржавчины. Т.к. протравливание семян химическими препаратами в органическом земледелии не допустимо, отмечались ранние заболевания растений болезнями. Использование исследуемой баковой смеси в фазу выхода в трубку ячменя обеспечило замедление развития болезней, что обеспечило прибавку урожайности 3,1 ц/га или в 1,2 раза урожайность была выше, чем на необработанном участке. Прибавка урожайности обеспечена более полновесным колосом, так, масса зерна с колоса при обработке баковой смесью составила 0,43 г против 0,36 г без её использования, при одинаковом продуктивном стеблестое (400–405 шт./м²).

В условиях 2023 г. также при возделывании ячменя Памяти Чепелева (30 га) и при возделывании озимой тритикале Ижевская 2 (20 га) применялось жидкое органоминеральное удобрение Приомин.

Сорт озимой тритикале Ижевская 2 – это результат селекционной работы сотрудников агрономического факультета ныне Удмуртского ГАУ, начиная с 1968 г. [2, 3]. Т. А. Бабайцева, А. М. Ленточкин, П. П. Петрова отмечают, что особенно в засушливых условиях важно применять регуляторы роста, удобрения для повышения зимостойкости и регенерационной способности [4]. Является сортом-популяцией. Растение очень длинное. Важно, что высокий агрофон и повышенные нормы посева приводят к его полеганию, но это не типично для органического ведения хозяйства. Масса 1000 зерен 38,8–49,3 г.

Агрохимикат органоминеральное удобрение Приомин является жидким удобрением, в состав которого входят как гуминовые и фульвокислоты, азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, бор, железо, молибден, марганец, медь, цинк. По данным производителя, основными сырьевыми компонентами агрохимика являются монтмороллонит, гуминовая кислота, фульвовая кислота, гидролизат протеинов сои и вода, которые механически измельчаются в жидкостном кавитационном диспергаторе.

Согласно регламенту применения проводили несколько обработок, а именно – обработку семян и ячменя, и озимой тритикале перед посевом (0,5 л/т), некорневая подкормка исследуемых культур в фазу кущения – выход в трубку (8 л/га). Урожайность без обработки Приомином ячменя Памяти Чепелева составила 18,8 ц/га, озимой тритикале Ижевская 2 – 19,5 ц/га (рис. 2).

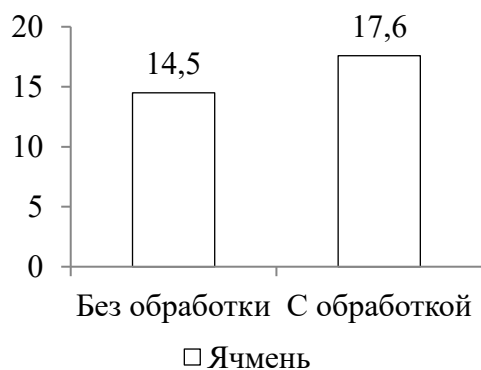


Рисунок 1 – Урожайность ячменя, 2022 г.

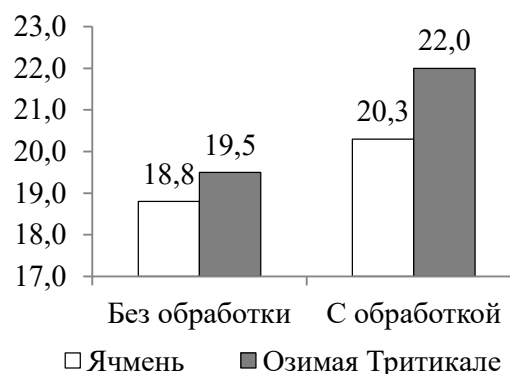


Рисунок 2 – Урожайность ячменя и озимой тритикале, 2023 г.

Применение Приомина на обеих культурах обеспечило прибавку урожайности ячменя 1,5 ц/га или в 1,08 раза больше в сравнении с участком без обработки. Прибавка урожайности озимой тритикале составила 2,5 ц/га или 1,13 раза больше в сравнении с участком без обработки. И так же, как и в опыте с применением баковых смесей, увеличение урожайности по обеим культурам связано с более полновесным колосом при одинаковом продуктивном стеблестое.

Выводы. Исследования по применению биопрепаратов, их баковых смесей, органоминеральных удобрений необходимо продолжить. Так, при производстве зерна в рамках органического сельского хозяйства в условиях Удмуртской Республики увеличение урожайности на 21 % у ячменя сорта Памяти Чепелева способствовало применению баковой смеси Азофита N, Фосфоруса (Азофита P), Бактофита и Гибберсиба. Применение органоминерального

удобрения Приомин обеспечило увеличение урожайности ячменя Памяти Чепелева на 8 %, озимой тритикале Ижевская 2 – на 13 %.

Список литературы

1. Ассортимент средств защиты растений, энтомофагов, регуляторов роста и удобрений, рекомендованных к применению в органическом земледелии. ФГБНУ «ВНИИЗР», Рамонь, 2021. – 18 с.
2. Бабайцева, Т. А. Оценка селекционного материала озимой тритикале / Т. А. Бабайцева, И. В. Стерхова, К. С. Кунавина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. - № 1 (34). – С. 53–55.
3. Бабайцева, Т. А. Селекция зерновых культур на кафедре растениеводства: итоги и перспективы / Т. А. Бабайцева // Научное обеспечение реализации национальных проектов в сельском хозяйстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. – Т I. – С. 12–15.
4. Бабайцева, Т. А. Семенная продуктивность и качество семян озимой тритикале Ижевская 2 в зависимости от приемов ухода за посевами / Т. А. Бабайцева, А. М. Ленточкин, П. П. Петрова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 8. – С. 29–31.
5. Бактофит, биофунгицид/бактерицид (инструкция). – URL: <https://stoppest.ru/baktofit/> (дата обращения 23.11.2023).
6. Биозащита и урожайность растений в системе органического земледелия. – URL: <https://soz.bio/perechen-biopreparatov-i-bioudobren-2/> (дата обращения 09.12.2022).
7. Биологический регулятор роста Гибберсиб®. – URL: <http://www.sibbio.ru/catalog/rastnievodstvo/gibbersib/> (дата обращения 23.11.2023).
8. Влияние биологических препаратов на устойчивость ячменя к вредителям и заболеваниям / Т. Н. Рябова, А. Н. Исупов, О. В. Коробейникова, В. З. Латфуллин // Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почётного работника высшей школы РФ, профессора А. С. Башкова. – Ижевск, 2022. – С. 122–128.
9. Латфуллин, В. З. Урожайность зерновых культур при ведении органического сельского хозяйства / В. З. Латфуллин О. В. Эсенкулова // Интеграционные взаимодействия молодых учёных в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 141–146.
10. Латфуллин, В. З. Опыт возделывания гороха посевного в сертифицированном органическом предприятии ООО «Экоферма«Дубровское» / В. З. Латфуллин, О. В. Эсенкулова, Э. Ф. Вафина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1 (69). – С. 33–40.

11. Описание сорта ячменя Памяти Чепелева и характеристика, нормы высева. – URL: <https://dachamechty.site/zlaki/pamyati-chepeleva.html> (дата обращения 23.11.2023).
12. Органическое земледелие: теория и практика : учебное пособие / Сост. Т. А. Строт, О. В. Эсенкулова, В. З. Латфуллин. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 68 с.
13. 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. – Ижевск, 2022. – С. 66–70.
14. Титова, Ю. А. Мультиконверсионные биопрепараты для защиты растений и возможности их использования в органическом земледелии / Ю. А. Титова, И. Л. Краснобаева // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – № 2 (99). – С 164–183.
15. Хохряков, И. Н. Влияние микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит на урожайность яровой пшеницы / И. Н. Хохряков, О. В. Эсенкулова // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Пермь, 2020. – С. 38–40.
16. Эффективность обработки семян ячменя регуляторами роста растений / О. В. Коробейникова, Т. А. Строт, М. П. Маслова [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1 (65). – С. 11–20.

УДК 629.3.014.2.072-529

В. З. Латфуллин^{1,2}, О. В. Эсенкулова¹, Э. Ф. Вафина¹

¹Удмуртский ГАУ

²ООО «Экоферма «Дубровское»

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ В ООО «ЭКОФЕРМА «ДУБРОВСКОЕ»

Среди технических средств точного земледелия наибольшее применение в России находят системы управления движением тракторов на базе навигационной системы GPS. Система параллельного вождения является самой наглядной и быстро окупаемой частью технологии точного земледелия, предназначена для проведения полевых работ и особенно эффективна в условиях применения с широкозахватной техникой. ООО «Экоферма «Дубровское» Киясовского района Удмуртской Республики – агропредприятие, идущее в ногу со временем и применяющее данную систему.

Актуальность. А. С. Гусев и Е. А. Скворцов [2] утверждают, что «современное крупномасштабное сельскохозяйственное производство невозможно представить без технологий точного земледелия, которое в свою очередь возможно на основе новых уникальных цифровых технологий. Развитие технологий точного земледелия связано с постоянно возрастающими требованиями к экологической безопасности земледелия».

ООО «Экоферма «Дубровское» – современное агропредприятие, специализирующееся на производстве высококачественной сельскохозяйственной продукции. Это многофункциональный сельскохозяйственный комплекс замкнутого цикла [4, 5, 8]. С целью повышения эффективности работы предприятий внедряются системы точного земледелия. Одним из компонентов этих систем является система параллельного вождения и автономного управления сельскохозяйственной техникой, круиз-контроль.

Объект и методы исследований. Объект исследования – справочные, литературные и статистические данные, данные ООО «Экоферма «Дубровское» [4, 8]. В качестве методов исследования использовались эмпирические методы (изучение разнообразных источников информации, теоретический анализ полученной информации), описательные методы (сопоставление, сравнение, анализ, обобщение), абстрактно-логический метод.

Результаты исследований. Общество с ограниченной ответственностью «Экоферма «Дубровское» является динамично развивающимся сельхозтоваропроизводителем, зарегистрированным на территории Киясовского района Удмуртской Республики. ООО «Экоферма «Дубровское» начала свой путь в органическом сельском хозяйстве с 2015 г. Экоферма – экологически чистое сельскохозяйственное предприятие, открыта в деревне Лутоха муниципального образования Лутохинское Киясовского района Удмуртской Республики – экологически чистом районе республики [4, 5, 8]. В настоящее время хозяйство ООО «Экоферма «Дубровское» перешло на традиционный путь ведения хозяйства.

Общая площадь землепользования хозяйства 11 000 га, пашни – 6700 га. Уровень распаханности составляет 61 %, что говорит о высокой культуре земледелия. Организация угодий и севооборотов – одна из главных составных частей проекта внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных предприятий [7]. В хозяйстве нет освоенных и зарегистрированных севооборотов, как в большинстве хозяйств республики. Используется только

чередование сельскохозяйственных культур, подбираемые по наилучшим предшественникам под культуры [3, 7, 10], и зачастую это связано с возделыванием новых нетипичных культур.

В хозяйстве возделываются типичные для Удмуртской Республики сельскохозяйственные культуры: озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, овёс, горох, многолетние злаковые и бобовые травы, а также гречиха, озимый рапс, яровая тритикале. Кормовые культуры в хозяйстве – сорго-суданковый гибрид, люцерна с овсяницей (Альфа Валью), викоовсяная смесь, а также многолетняя кормовая травосмесь ГринСпирит 2, которая содержит уникальное сочетание засухоустойчивых видов и сортов (50 % Овсяница тростниковая (25/25), 20 % Райграс пастбищный 4 п, 20 % Ежа сборная, 10 % белый клевер). Данные культуры служат для получения силоса, сенажа и заготовки сена [4, 8].

ООО «Экоферма «Дубровское» Киясовского района Удмуртской Республики – агропредприятие, идущее в ногу со временем. Система параллельного вождения является самой наглядной и быстро окупаемой частью технологии точного земледелия, предназначена для проведения полевых работ и особенно эффективна в условиях применения с широкозахватной техникой.

JOHN DEERE – одна из успешных компаний в мире по производству сельскохозяйственной техники, начинала свою историю с 1837 г., когда её основатель, кузнец и изобретатель Джон Дир, изготовил свой первый плуг из полированной стали. Это произошло на Среднем Западе США, в Иллинойсе [1].

Встроенная система AutoTrac позволяет сократить эксплуатационные расходы, такие, как трудозатраты, расходы на удобрения и топливо. Более того, она может использоваться и на опрыскивателях, и на комбайнах, и на кормоуборочных комбайнах. Встроенная система AutoTrac позволяет максимально сокращать перекрытия при работе. Работать можно как по прямым, так и по кривым линиям, а также в условиях низкой видимости [10].

В хозяйстве применяется базовая система John Deere AutoTrac (рис. 1).

Одним из базовых элементов систем точного земледелия John Deere является приёмник StarFire 6000. Его отличает динамичный дизайн, устройство защиты от кражи, повышенная эксплуатационная надёжность и, самое главное, расширенный диапазон сигналов. Приёмник StarFire 6000 отслеживает до 3 спутников коррекции сигнала параллельно, обеспечивая таким образом лучшую

коррекцию сигнала и покрытие, в 3 раза превосходящее показатели предыдущего поколения приемников. Он активно выбирает лучший сигнал и при изменении условий может на 80 % быстрее переключиться на лучший геостационарный спутник. Сигнал начального уровня точности (SF1) от прохода к проходу ± 15 см вместо предыдущих ± 23 см, что достаточно для обработки почвы и уборки урожая. Сигнал бесплатный и совместим с системой ГЛОНАСС. Для посева и посадки SF2 и даже сигнал SF3, который обеспечивает потрясающую точность ± 3 см от прохода к проходу и сезонную повторяемость в течение 9 месяцев. Синхронизация выполняется до 4 раз быстрее по сравнению с SF2 [6].



Рисунок 1 – Трактор John Deere (фото Латфуллина В. З.).
Комплект автоматического вождения AutoTrac [1]

Наличие дисплеев – это обязательное требование для точного земледелия. В хозяйстве дисплеи 4600, 4640 поколения 4, starfire 6000. Система параллельного вождения Parallel Tracking является вручную управляемым приложением, но может быть модернизировано до автоматической системы вождения.

Модуль интеллектуального комплексного управления оборудованием (iTEC Pro) использует автоматическое рулевое управление John Deere AutoTrac и системы разворота на краях поля в тракторах 8R, 8RT, 9R и 9RT.

Независимо от формы поля iTEC Pro полностью контролирует разворот в автоматическом режиме, а также легко и точно управляет всеми функциями трактора и рабочего оборудования. Это включает в себя изменение скорости при движении вперед, переключение ВОМ и подъем или опускание навески, точно в нуж-

ный момент и в нужной точке поля в дополнение к автоматическому управлению трактором на разворотной полосе [10] (рис. 2).



Рисунок 2 – Обработка поля мульчирующим культиватором Amazone Senius 5003 в ООО «Экоферма «Дубровское»

Круиз-контроль – еще одна система, которая помогает водителям тракторов повысить эффективность работы. Круиз-контроль позволяет установить постоянную скорость и автоматически поддерживать её, что особенно полезно при выполнении монотонных задач на больших участках земли, что снижает утомляемость водителя и повышает безопасность. Кроме того, установка постоянной скорости позволяет избежать резких ускорений и замедлений, что экономит топливо.

Выводы. Система параллельного вождения и автономного управления сельскохозяйственной техникой, круиз-контроль, используемые в ООО «Экоферма «Дубровское», – системы точного земледелия, которые существенно облегчают и совершенствуют работу предприятия.

Список литературы

1. AutoTrac Технологии точного земледелия. – URL: AutoTrac | Технологии точного земледелия | John Deere RU (дата обращения 09.10.2023 г.).
2. Гусев, А. С. Применение технологий точного земледелия в Свердловской области / А. С. Гусев, Е. А. Скворцов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4 (63). – С. 252–258.
3. Коробейникова, О. В. Расчёт баланса гумуса в севооборотах АО «Учхоз «Июльское» ИжГСХА» Воткинского района Удмуртской Республики / О. В. Коробейникова, О. В. Эсенкулова, Г. А. Поздеев // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 79–82.

4. Латфуллин, В. З. Опыт возделывания гороха посевного в сертифицированном органическом предприятии ООО «Экоферма «Дубровское» / В. З. Латфуллин, О. В. Эсенкулова, Э. Ф. Вафина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1 (69). – С. 33–40.

5. Латфуллин, В. З. Урожайность зерновых культур при ведении органического сельского хозяйства / В. З. Латфуллин О. В. Эсенкулова // Интеграционные взаимодействия молодых учёных в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых учёных. – Ижевск, 2020. – С. 141–146.

6. Лучшие решения, быстрые результаты. Системы точного земледелия. – URL: <https://www.slideserve.com/briana/ams-john-deere> (дата обращения: 17.10.2023).

7. Маслова, М. П. Организация севооборотов АО «Учхоз «Июльское» ИжГСХА» Воткинского района Удмуртской Республики / М. П. Маслова, О. В. Эсенкулова, Д. М. Кандин // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы: материалы III Нац. науч.-практ. конференции. – Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 227–232.

8. ООО «Экоферма «Дубровское»: описание. – URL: <https://soz.bio/ooo-uekoferma-dubrovskoe-glavnoe-n/> (дата обращения: 17.10.2023).

9. Победа в каждом повороте. – URL: agrorprof.com (дата обращения: 17.10.2023).

10. Эсенкулова, О. В. Роль севооборота в борьбе с эрозией почв / О. В. Эсенкулова, М. П. Маслова // Высшему агрономическому образованию в Удмуртской Республике – 65 лет: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию агрономического факультета ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 183–187.

УДК 633.1:631.559:519.86

М. В. Миронова, О. П. Князева, П. Б. Акмаров
Удмуртский ГАУ

МНОГОФАКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Представлены материалы исследования причин изменения урожайности зерновых культур, основанные на применении математико-статистического моделирования. Выделены основные факторы формирования продуктивности в полевом растениеводстве, в том числе нерегулируемые человеком природно-климатические условия. В результате исследования получена многофакторная регрессионная модель, с помощью которой проведено ранжирование факторов по степени их влияния на исследуемый показатель.

Актуальность. Возможности моделирования урожайности сельскохозяйственных культур позволяют значительно повысить эффективность производственной деятельности в сельском хозяйстве. Урожайность зерновых культур формируется под воздействием множества взаимосвязанных факторов, среди которых значительную дестабилизирующую роль играют природно-климатические условия выращивания возделываемых культур. В частности, от режимов температуры, увлажнения, освещения зависят и урожайность сельскохозяйственных культур, и качество произведенной растениеводческой продукции. С другой стороны, погодные условия в значительной степени влияют на сроки и агротехнические приемы возделывания.

В то же время развитие науки и технологического обеспечения аграрного производства формируют долгосрочную тенденцию роста продуктивности сельскохозяйственных земель, в первую очередь за счет применения удобрений и микродобавок, новых высокоурожайных сортов растений, средств химической и биологической защиты, высокопроизводительной техники для возделывания культур [4, 5].

Необходимо отметить, что на эффективность земледелия значительное влияние оказывают и почвенное плодородие, и географическое местоположение полей, и контуры возделываемых участков, и многие другие объективные факторы, поэтому, оценка урожайности полевых культур должна учитывать также и территориальные особенности земледелия [6].

Зерновые культуры составляют сегодня основу всей растениеводческой отрасли России, в том числе и Удмуртии, где они занимают более половины обрабатываемой пашни, поэтому модель оценки продуктивности зернового клина имеет важное значение как для анализа эффективности производственной деятельности, так и для программирования урожаев, для управления процессами повышения продуктивности полей.

Материалы и методика. В качестве исходной информации для разработки моделей использовались материалы годовой отчетности сельских товаропроизводителей, данные органов государственной статистики, в частности нами собрана информация об изменении урожайности зерновых культур в Удмуртии с 1950 г. до сегодняшних дней. Кроме того, использованы материалы Росгидрометцентра об изменениях климатических условий на территории Удмуртии более чем за сто лет.

При проведении исследования использованы методы математической статистики, моделирования, корреляционно-регрессионного анализа, кластерного анализа. Теоретической основой исследования стали труды зарубежных и отечественных ученых в области климатологии и агрономии.

Результаты исследований. Эффективность аграрного производства имеет тенденцию к стабильному росту за счет различных факторов, включая технологические, климатические и биологические, в том числе почвенное плодородие. Подтверждением этой тенденции является увеличение урожайности зерновых культур Удмуртии (табл. 1). За семидесятилетний период средняя урожайность возросла почти в четыре раза.

Однако такой рост был бы невозможен без научно обоснованной работы по сохранению и увеличению плодородия почв.

Таблица 1 – Изменение урожайности зерновых культур в Удмуртии

| Годы | Урожайность | | |
|------------|-------------|-------------|--------------|
| | средняя | минимальная | максимальная |
| 1950–1954 | 6,0 | 5,3 | 6,9 |
| 1955–1959 | 6,0 | 4,2 | 7,4 |
| 1960–1964 | 6,4 | 5,3 | 8,1 |
| 1965–1969 | 8,4 | 6,1 | 9,7 |
| 1970–1974 | 8,3 | 5,8 | 9,8 |
| 1975–1979 | 10,3 | 7,8 | 12,6 |
| 1980–1984 | 9,9 | 5,6 | 13 |
| 1985–1989 | 10,9 | 8,4 | 15,4 |
| 1990–1994 | 13,1 | 11,3 | 15 |
| 1995–1999 | 11,2 | 8,1 | 15,1 |
| 2000–2004 | 13,3 | 10,7 | 15,4 |
| 2005–2009 | 14,3 | 12,2 | 16,8 |
| 2010–2014 | 14,0 | 1,5 | 17,2 |
| 2015–2019 | 20,0 | 14,8 | 22,8 |
| 2020–2023* | 23,4 | 20,2 | 26,8 |

Примечание: *- предварительные результаты по 2023 г.

При этом за исследуемый период были и периоды критического снижения урожайности, связанные с засухами в 1980, 2010 и 2012 гг. Это является подтверждением того факта, что в полевом растениеводстве основным источником нестабильности являются погодные условия. В математической модели мы изучали влияние климатических условий вегетационного периода в виде суммы осадков и среднесуточных температур.

Кроме климатических факторов в модель для оценки урожайности зерновых культур мы включили такие факторы, как трудообеспеченность, обеспеченность материально-техническими ресурсами, включая трактора и комбайны, количество вносимых удобрений (минеральных и органических). Исходная база сформирована за период с 1950 по 2021 гг.

По результатам анализа получена регрессионная модель следующего вида:

$$Y = 8,25 + 0,11X_1 + 0,08X_2 + 0,21X_3 + 1,35X_4 + 0,02X_6 - 0,38X_7 + 0,81X_8 + 0,52X_9 - 0,43X_{10} + 0,09X_{11} - 0,38X_{12} + 0,61X_{13},$$

где Y – урожайность, ц/га,

X_i – факторы урожайности, обозначения которых представлены в таблице 2.

Достоверность полученной модели в целом по критерию Фишера превышает 93 %. Остальные параметры вышеуказанного уравнения регрессии представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ влияния факторов на урожайность зерновых культур в Удмуртии

| Фактор | Обозначение | Коэффициент вариации | Степень влияния на урожайность, % | Надежность оценки по критерию Стьюдента, % |
|--|-------------|----------------------|-----------------------------------|--|
| Трудообеспеченность, работников на 100 га | X1 | 0,214 | 1,2 | 54,2 |
| Обеспеченность тракторами, ед. на 1000 га | X2 | 0,305 | 0,2 | 38,3 |
| Обеспеченность комбайнами, ед. на 1000 га | X3 | 0,187 | 0,3 | 47,1 |
| Количество минеральных удобрений, ц.д. на 1 га | X4 | 0,546 | 21,4 | 79,8 |
| Количество органических удобрений, тонн на 1 га | X5 | 2,017 | 2,5 | 33,9 |
| Средняя температура, град. С: - за вегетационный период | X6 | 1,983 | 14,1 | 98,7 |
| - в апреле | X7 | 3,419 | 10,1 | 79,3 |
| - в мае | X8 | 0,794 | 2,1 | 81,2 |
| - в июне | X9 | 0,562 | 0,5 | 93,7 |
| - в июле | X10 | 0,393 | 8,5 | 88,4 |
| Сумма осадков, мм: - за вегетационный период | X11 | 2,278 | 1,9 | 99,1 |
| - в мае | X12 | 2,381 | 7,3 | 83,1 |
| - в июне | X13 | 2,033 | 14,2 | 94,6 |

По результатам ранжирования факторов по степени их влияния на урожайность зерновых культур можно сделать следующие выводы: наиболее сильное влияние на урожайность оказывают минеральные удобрения, а следующими факторами являются показатели климата – осадки и температуры вегетационного периода. Особенно сильно влияет сумма осадков в июне в сочетании со среднесуточной температурой этого периода. Остальные факторы влияют незначительно, но они играют связующую роль для формирования урожайности зерновых культур [7].

Выводы. При разработке модели для оценки урожайности зерновых культур в Удмуртской Республике выявлено существенное влияние на продуктивность полей как регулируемых факторов, таких, как количество вносимых минеральных удобрений, так и нерегулируемых, обусловленных климатическими изменениями. Однако в динамике роль нерегулируемых факторов снижается, и урожайность зерновых культур имеет стабильную тенденцию к росту. В среднем этот рост превышает 3 центнера на гектар за каждый пятилетний период. Мы считаем, что такой рост обусловлен развитием научно-технического прогресса, технологическими и техническими новациями, совершенствованием культуры производства.

Список литературы

1. Akmarov, P. V. About the Role of Digitalization of Agriculture in Reducing the Impact of Climate on the Technological Development of Crop Production / P. V. Akmarov, I. I. Rysin, O. P. Knyazeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Virtual, Online, 10–12 января 2022 г. – Virtual, Online, 2022. – P. 042012.
2. Акмаров, П. Б. Гравитационная модель оценки инновационного потенциала развития регионального сельского хозяйства / П. Б. Акмаров, О. П. Князева // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2022. – Т. 237, № 5. – С. 151–168.
3. Акмаров, П. Б. Изменение климата и его влияние на эффективность земледелия (на материалах Удмуртии) / П. Б. Акмаров, О. П. Князева, И. И. Рысин // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2022. – Т. 32, № 3. – С. 312–322.
4. Акмаров, П. Б. Моделирование урожайности зерновых в сложнопредсказуемых условиях климата / П. Б. Акмаров, О. П. Князева, И. И. Рысин // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2023. – Т. 33, № 1. – С. 72–81. – DOI 10.35634/2412-9518-2023-33-1-72-81.
5. Князева, О. П. Актуальные проблемы программирования урожайности зерновых культур / О. П. Князева, П. Б. Акмаров, Н. А. Сошин // Теория и практи-

ка адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 20 июля 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 118–124.

6. Ковриго, В. П. Почвы Удмуртской Республики : монография / В. П. Ковриго. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2004. – 489 с.

7. 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, вып. 3. – С. 112–121.

8. Оптимизация ресурсопользования на основе моделирования сложных экономико-экологических систем / И. Г. Абышева, П. Б. Акмаров, Д. А. Берестова, М. В. Миронова // Наука Удмуртии. – 2021. – № 3 (95). – С. 62–76.

9. Оценка земель и производственного потенциала хозяйств Удмуртской АССР. В 2-х томах. – Ижевск: Удмуртия, 1990. – 992 с.

10. Развитие цифровой экономики в сельском хозяйстве / О. В. Абрамова, П. Б. Акмаров, Н. А. Кравченко [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 204 с.

11. Третьякова, Е. С. Эконометрическая оценка почвенного плодородия сельскохозяйственных угодий Удмуртии / Е. С. Третьякова, О. П. Князева, П. Б. Акмаров // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики, почётного работника высшей школы Российской Федерации, профессора Вячеслава Павловича Ковриго, Ижевск, 23–24 мая 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023.

УДК 631.461.5

Л. О. Тронина, И. М. Кудрявцев
УдмФИЦ УрО РАН

АКТИВНОСТЬ БАКТЕРИЙ РОДА *AZOTOBACTER* В МОНОЗАРОСЛЯХ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО НА РАЗНЫХ ТИПАХ ПОЧВ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

В 2023 г. на трех типах почв Удмуртской Республики изучали аллелопатический эффект борщевика Сосновского на развитие колоний азотфиксирующих бактерий и биологическую активность почвы. Проведена сравнительная оценка дерново-подзолистой, пойменной дерновой и светло-серой лесной почвы по ряду физических, химических и биологических свойств. Определено влияние типа почвы, уровня ее плодородия и засоренности борщевиком Сосновского на активность

азотфиксирующих бактерий. На пойменной дерновой почве, свободной от борщевика, с высоким содержанием гумуса, биологическая активность была выше и бактерии рода *Azotobacter* развивались интенсивнее, обрастали от 92 до 98 % комочков. В монозарослях борщевика Сосновского на этом типе почвы количество обрастаний снижалось на 11–18 %. На бедной дерново-подзолистой почве борщевик Сосновского практически полностью подавлял развитие азотфиксирующих бактерий: в верхнем слое сформировалось всего 1 обрастание, в нижнем слое колонии *Azotobacter* отсутствовали. При этом количество CO_2 за 1 сутки инкубирования выделилось больше на 1,06 мг / 100 г почвы. Следовательно, борщевик Сосновского подавляет жизнедеятельность азотфиксирующих бактерий, но способствует развитию других микроорганизмов.

Одной из особенностей Завьяловского района Удмуртской Республики является высокая засоренность борщевиком Сосновского, так как с 60-х годов Удмуртская государственная сельскохозяйственная опытная станция была региональным центром возделывания борщевика в качестве перспективной силосной культуры. Опубликованы данные, что на экспериментальных посевах борщевик Сосновского на третьем году жизни за 2 укоса обеспечивал 95,5 т/га зеленой массы. [5]. В настоящее время растение является инвазивным, заселяет нарушенные экосистемы, в том числе неиспользуемые сельскохозяйственные угодья и придорожные участки, встречается в долинах рек, образует моновидовые заросли на больших площадях, уничтожая привычный облик ландшафтов. Наиболее уязвимы луговые кормовые и лекарственные растения, которые быстро исчезают из фитоценоза [3, 4, 7].

Формируемая борщевиком Сосновского мощная надземная масса позволяет ему успешно конкурировать с любым представителем травянистых растений и даже с подростом таких лесных пород, как ива, береза, дуб, сосна. Важной проблемой при выяснении механизмов инвазивности борщевика Сосновского является свойство его потенциальной аллелопатической активности, в основе которого могут находиться содержащиеся в органах борщевика вторичные соединения из группы фуранокумаринов. Так, в его листьях содержатся ангелицин, бергаптен, ксантотоксин, умбеллиферон, а в плодах и корнях – еще и сфондин. Вторичные соединения, содержащиеся в растениях, позволяют им противостоять в межвидовой конкуренции с другими растительными видами, оказывать противодействие травоядным животным, микроорганизмам и вирусам, внедряться в естественные экосистемы и агроэкосистемы. Воздействие растений друг на друга, а также взаимовлияние высших растений и микроорганизмов,

высших растений и животных, осуществляющиеся через выделяемые продукты метаболизма, получили название аллелопатии. В современной научной литературе в зависимости от функций, выполняемых такими соединениями, их называют фитотоксинами, ингибиторами, аллелопатически активными веществами [6].

Изучение взаимодействия борщевика Сосновского с почвенными микроорганизмами представляет научный интерес для разработки биологических мер борьбы с инвайдером. В связи с этим актуально изучение развития в моновидовых зарослях борщевика Сосновского аэробной свободноживущей бактерии *Azotobacter chroococcum*, которая участвует в формировании почвенных свойств, осуществляет продукционные, средообразующие, санитарные функции в экосистеме [1].

Цель исследований – изучить активность азотфиксирующих бактерий в моновидовых зарослях борщевика Сосновского на разных типах почв Удмуртской Республики. Выявить уникальные бактерии, устойчивые к воздействию борщевика Сосновского, которые можно будет использовать для разработки биологических методов борьбы с ним.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2023 г. на территории села Первомайский Завьяловского района Удмуртской Республики на трех типах почв в моновидовых зарослях борщевика Сосновского и на свободных от борщевика участках.

Схема опыта включала пять участков, являющихся средневозрастной залежью, вышедшей из сельскохозяйственного оборота:

1. Почва пойменная дерновая не засорена борщевиком.
2. Почва пойменная дерновая под монозарослями борщевика.
3. Почва дерново-подзолистая не засорена борщевиком.
4. Почва дерново-подзолистая под монозарослями борщевика.
5. Почва светло-серая лесная под монозарослями борщевика.

Почвенные образцы были отобраны 6 и 7 апреля с двух горизонтов 0–10 и 10–20 см на трех типах почв в моновидовых зарослях борщевика, а также на луговом участке, где борщевик постоянно уничтожается жителями путем скашивания и гербицидной обработки, и на пойменном участке, где борщевик никогда не рос, несмотря на многолетние пограничные его заросли. Для отбора почвенных проб с глубины 0–10 и 10–20 см мы делали поперечные разрезы глубиной до 30–40 см. Все пробы были отобраны из гумусового горизонта. Механический состав почвы определяли

полевым методом, содержание гумуса приведено по Ковриго В. П. (2004), биологическую активность почвы определяли абсорбционным методом по Шаркову (1984). Посев колоний азотфиксирующих бактерий проводили на селективной среде Эшби, контроль за ростом колоний осуществляли через 4, 7 и 10 дней после посева. Отобрали пробы из выделившихся колоний для дальнейшего исследования клеток *Azotobacter*. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985) с помощью программы Microsoft Office 2010. Объект исследования – свободноживущие бактерии рода *Azotobacter*.

Результаты исследований. Пойменная дерновая зернистая глееватая почва богата гумусом (4,2 %), имеет хорошо сформированный гумусовый слой мощностью более 25 см. Участок, незасоренный борщевиком, отличался тяжелосуглинистым механическим составом (табл. 1), под монозарослями борщевика Сосновского на этом типе почвы гранулометрический состав был среднесуглинистым. Дерново-среднеподзолистая слабосмытая почва характеризуется низким содержанием гумуса (1,8 %) [2] и среднесуглинистым механическим составом. Светло-серая лесная сильноподзоленная слабосмытая легкосуглинистая почва обладает большей гумусированностью относительно дерново-подзолистой почвы и лучшими водно-физическими свойствами. Отобранные почвенные образцы имеют кислую и слабокислую реакцию среды, не содержат карбонатов.

В полученных образцах мы определяли почвенное дыхание по количеству углекислого газа (CO_2) которое выделяет почва. Для этого анализа мы использовали пробы только из верхнего десятисантиметрового слоя. Наибольшее количество углекислого газа 45,76 и 45,06 мг/100 г выделяла пойменная почва, раствор фенолфталеина даже слабо окрашивал щелочь после инкубирования. Потребовалось всего 18 и 22 капли соляной кислоты для обесцвечивания раствора. На дерново-подзолистой почве, бедной органическим веществом, интенсивность дыхания была ниже 33,79 и 34,85 мг / 100 г почвы. Следует отметить, что на этом типе почвы под монозарослями борщевика интенсивность дыхания увеличивалась на 1,06 мг / 100 г почвы, что свидетельствует о росте биологической активности в зарослях этого растения на дерново-подзолистой почве. Биологическая активность светло-серой лесной почвы занимала промежуточное значение.

На плодородной пойменной почве, свободной от борщевика Сосновского, выросло наибольшее число колоний азотобактера, 92–96 % комочков обросли уже на 4 день. Следует также отметить, что на этом типе почвы развитие бактерий не зависело от глубины отбора образца. Под монозарослями борщевика отмечено существенное снижение интенсивности обрастания на 11 и 18 % в нижнем и верхнем слое соответственно.

На бедной органическим веществом дерново-подзолистой почве наблюдалась существенная разница интенсивности обрастаний по слоям почвы. На образцах из верхнего десятисантиметрового слоя обрастало 75 % комочков, а на образцах из нижнего слоя – только 5 %. При этом на почве, сильно засоренной борщевиком, выросла всего одна колония в верхнем слое гумусового горизонта. В образцах из нижнего слоя гумусового горизонта рост колоний *Azotobacter* не наблюдался. Следует отметить, что на свободном от борщевика участке дерново-подзолистой почвы в 2021 г. была проведена химическая обработка системным гербицидом сплошного действия (Торнадо, ВР 3 л/га), но действие гербицида не было столь пагубным для бактерий рода *Azotobacter*, как заращение борщевиком Сосновского.

На светло-серой лесной почве также отмечена послышная разница, однако на образцах из нижнего горизонта обросло уже 26 % комочков. Следует также отметить, что это был самый светлый посев. На 10 день потемнело всего 16 % колоний против 100 % на пойменной почве (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Активность азотфиксирующих бактерий в зависимости от засоренности борщевиком Сосновского на разных типах почвы в верхнем слое гумусового горизонта (0–10 см)

| Вариант | Механический состав | Содержание гумуса, % | Объем CO ₂ , мг/100 г почвы | Количество обрастаний, % | | |
|---|---------------------|----------------------|--|--------------------------|-----|-----|
| | | | | 4 | 7 | 10 |
| Почва пойменная дерновая не засорена борщевиком | тяжелосуглинистый | 4,2 | 45,76 | 96 | 98 | 98 |
| Почва пойменная дерновая под монозарослями борщевика | среднесуглинистый | | 45,06 | 71 | 79 | 80 |
| Почва дерново-подзолистая не засорена борщевиком | среднесуглинистый | 1,8 | 33,79 | 68 | 75 | 75 |
| Почва дерново-подзолистая под монозарослями борщевика | среднесуглинистый | | 34,85 | 1 | 1 | 1 |
| Почва светло-серая лесная под монозарослями борщевика | легкосуглинистый | 3,2 | 38,02 | 50 | 51 | 62 |
| НСР ₀₅ | | | | 5,0 | 3,9 | 3,1 |

Таблица 2 – Активность азотфиксирующих бактерий в зависимости от засоренности борщевиком Сосновского на разных типах почвы в нижнем слое гумусового горизонта (10–20 см)

| Вариант | Механический состав | Содержание гумуса, % | Количество обрастаний, % | | |
|---|---------------------|----------------------|--------------------------|-----|-----|
| | | | 4 | 7 | 10 |
| Почва пойменная дерновая не засорена борщевиком | тяжело-суглинистый | 4,2 | 92 | 93 | 93 |
| Почва пойменная дерновая под монозарослями борщевика | тяжело-суглинистый | | 70 | 81 | 82 |
| Почва дерново-подзолистая не засорена борщевиком | тяжело-суглинистый | 1,8 | 5 | 5 | 5 |
| Почва дерново-подзолистая под монозарослями борщевика | средне-суглинистый | | 0 | 0 | 0 |
| Почва светло-серая лесная под монозарослями борщевика | средне-суглинистый | 3,2 | 19 | 23 | 26 |
| НСР ₀₅ | | | 3,5 | 4,6 | 5,1 |

Типичная окраска колоний *Azotobacter chroococcum* от буро-коричневой до черной, так как он синтезирует пигмент меланин, особенно при высоких уровнях дыхания [1]. Самые тёмноокрашенные колонии отмечены на образце пойменной дерновой почвы под зарослями борщевика в верхнем слое. На образце светло-серой лесной почвы выросла единственная розовая колония. Пробы этих колоний, а также единственной колонии, выросшей на дерново-подзолистой почве, сильно засоренной борщевиком, были отправлены для дальнейшего исследования в Институт химической биологии и фундаментальной медицины (ИХБФМ СО РАН).

Выводы. Полученные данные подтверждают аллелопатический эффект борщевика Сосновского на развитие колоний азотфиксирующих бактерий на различных типах почв Удмуртской Республики. Пойменные дерновые зернистые глееватые почвы обладают высоким содержанием гумуса и более высокой биологической активностью. Бактерии рода *Azotobacter* на этой почве, свободной от борщевика, развивались интенсивнее, обрастали от 80 до 98 % комочков, и колонии быстро темнели уже на 4 день (на 10 день потемнели почти 100 % колоний). Борщевик Сосновского на дерновой пойменной почве подавлял рост колоний *Azotobacter* на 11–18 %, интенсивность дыхания микроорганизмов также снижалась на 0,7 мг CO₂ /100 г почвы. Однако на бедной гумусом дерново-подзолистой почве под монозарослями борщевика интенсивность дыхания наоборот увеличивалась на 1,06 мг CO₂/100 г почвы. При этом на селективной среде

Эшби из 194 комочков выросла всего 1 колония. Следовательно, на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой слабосмытой почве борщевик Сосновского сильно подавляет жизнедеятельность азотфиксирующих бактерий, но способствует развитию других микроорганизмов. На светло-серой лесной сильнооподзоленной слабосмытой легкосуглинистой почве отмечено развитие разных видов свободноживущих аэробных бактерий рода *Azotobacter*.

Список литературы

1. Артамонова, В. С. О развитии *Azotobacter chroococcum* Beijerinck в старовозрастных отвалах антрацита / В. С. Артамонова, С. Б. Бортникова // Теоретическая и прикладная экология, 2018. – № 1. – С. 60–72.
2. Ковриго, В. П. Почвы Удмуртской Республики: монография / В. П. Ковриго. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2004. – 489 с.
3. Рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского на территории Новгородской области. – Филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Российский сельскохозяйственный центр» по Новгородской области. – Великий Новгород, 2019. – 18 с.
4. Тиунов, Д. Н. Влияние борщевика Сосновского на биоразнообразие сосудистых растений ООПТ «Липовая гора» (г. Пермь) / Д. Н. Тиунов, Е. Г. Ефимик // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. – 2020. – Вып. 4. – С. 272–279.
5. Фурлаев, П. Г. Семеноводство борщевика Сосновского в Удмуртской АССР / П. Г. Фурлаев // Тезисы Всесоюзного совещания по технологии возделывания новых кормовых культур. – Саратов; Энгельс, 1978. – Ч. 1. – С. 198–200.
6. Влияние аллелопатических свойств борщевика Сосновского (*Heracleum Sosnowskyi* Manden) на прорастание семян сорных и культурных растений / Я. И. Холомкина, А. Н. Пашков, Н. М. Карташова [и др.] // Материалы Всероссийских (национальных) научно-практических конференций ГНИИ «Нацразвитие». – Санкт-Петербург, 2021. – С. 16–18.
7. Методические рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского в Удмуртской Республике / О. В. Эсенкулова, Т. А. Строт, О. В. Коробейникова, О. В. Юшкова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 27 с.

УДК 551.5(470.43)

В. Б. Троц, Н. М. Троц
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КФХ «ЦИРУЛЕВ Е.П.» ПРИВОЛЖСКОГО РАЙОНА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Приводятся материалы исследований природно-климатических условий КФХ «Цирулев Е.П.» Приволжского муниципального района Самарской области, показывающие, что в целом они относительно благоприятны для роста и развития основных возделываемых сельскохозяйственных растений. Но в отдельные годы может проявляться целый комплекс неблагоприятных природных факторов, губительно действующих на урожай зерновых, зернобобовых и овощных культур, а также картофеля. Это засуха, суховеи, сильные ветра, ветровая эрозия, сдувание снега с полей в зимний период.

Введение. Относительно благоприятные погодные условия и наличие тучных черноземов еще с XVII века привлекали в Самарскую губернию помещиков и свободных крестьян-переселенцев. Они распахивали степные участки и выращивали сельскохозяйственные растения, при этом достаточно высокие урожаи отличного качества формировали посевы пшеницы. Это определило наш регион как основную пшеничную житницу страны. Выращенное на наших землях зерно вывозилось в центральные губернии и являлось основным товаром на международных ярмарках. Однако по мере распашки степных просторов стали повторяться засухами и неурожаями. К тому же «переложная» система земледелия привела к потере органического вещества почвы, уменьшению водопрочных агрегатов структуры и разрушению гумусового горизонта водой и ветром. Наряду с этим стали проявляться суховеи, сильные ветра, сдувание снега с полей, пыльные бури, что обусловило снижение урожаев и уменьшение количества зерна.

Для защиты сельскохозяйственных угодий от неблагоприятных факторов внешней среды с 1903 г. в Самарской области начинают создаваться лесные полосы. Это делается по рекомендациям ведущих ученых-естествоиспытателей В. В. Докучаева и Н. К. Генко. Особенно активно эта работа проводилась в 40–60-х годах прошлого века. В результате защитные лесные полосы были высажены на площади около 400 тыс. га. Это позволило стабилизировать

сельскохозяйственное производство и создать относительно благоприятные микроклиматические условия на значительной территории. Однако произошедшие в дальнейшем реформы уменьшили внимание производителей к лесомелиорации. В результате защитные лесные полосы стали деградировать, а в некоторых местах их даже вырубали, что привело к снижению их защитных функций или даже их потере. Особую опасность данная ситуация представляет для южных районов области и в первую очередь для хозяйств с интенсивным земледелием, каким является КФХ «Цирулев Е.П.», вынужденным в силу специфики производства длительное время держать почву в рыхлом состоянии [1, 2].

Цель исследований. Выявить особенности природно-климатических условий в зоне расположения землепользования КФХ «Цирулев Е.П.» и определить степень их влияния на формирование урожая растениеводческой продукции.

Материалы и методы. Исследования проводились на территории крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ) «Цирулев Е.П.», которое было организовано в 2003 г. На 1 января 2023 г. общая площадь хозяйства составила 7617,4 га, при этом доля пашни составляла 99,8 %, или 7598,4 га. При этом основная часть имеющейся пашни занята посевами сельскохозяйственных культур – 81,8 %. При этом зерновые культуры занимают сравнительно небольшую площадь – около 1172 га. Из них на долю озимых зерновых приходится 38,7 %, на долю яровых зерновых – 47,6 % и кукурузы на зерно – 13,5 %. Значительные площади в хозяйстве заняты под зернобобовыми растениями – 3685 га, это почти 59,3 % от всей посевной площади. Причем всю площадь занимает такая высокоинтенсивная культура, как соя. При этом для получения гарантированно высоких урожаев сои хозяйство самостоятельно ведет селекционную и первичную семеноводческую работу по этому растению. Наряду с соей хозяйство специализируется еще на одной группе высокоинтенсивных культур – картофель и овощи, площадь их плантаций соответственно равна 850 га и 452 га. Из овощей выращивается столовая свекла, морковь, лук репчатый. Основная часть картофеля и овощей поставляется в сетевые супермаркеты, такие, как «Пятерочка», «Магнит» и др. города Самары и других регионов страны. Для производства качественного посадочного материала картофеля хозяйство располагает собственной научно-исследовательской микробиологической лабораторией, позволяющей на меристемной основе выращивать безвирусные клубни.

Продуктивность пашни является одной из самых высоких в регионе и составляет по зерновым культурам в среднем 4,4 т зерна с 1 га, в т.ч. озимых – около 5,0 т/га. Урожаи кукурузы на зерно в среднем равны 10 т/га, а сои – 2,3 т/га. Рекордно высокие урожаи обеспечивают и плантации картофеля, составляющие около 31,4 т/га, овощных культур – около 44,0 т/га и особенно столовой моркови – около 52,0 т/га, лука репчатого 42,3 т/га. Такая высокая продуктивность пашни во многом обеспечивается большим количеством вносимых минеральных удобрений, достигающем 2151 т, или 345,9 кг на 1 га пашни. Крестьянско-фермерское хозяйство располагает современным парком тракторов различных марок, насчитывающим 61 единицу, Причем большая часть из них – это энергооборуженные импортные машины, в том числе 18 шт. зерноуборочных и 13 шт. овощных и картофелеуборочных комбайнов. Общая стоимость основных фондов превышает 531 129 тыс. руб.

Для выявления особенностей природно-климатических условий территории хозяйства нами использовались многолетние данные ФГБУ «Поволжское УГМС» (управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) [3], материалы аэрологической станции (АЭ) «Безенчук» [4], материалы агрометеорологической станции (А) «АГЛЮС» [5], материалы Проекта создания защитных лесных полос на территории крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ) «Цирулев Е.П.» [6].

Результаты исследований. Приволжский муниципальный район находится в южной агроклиматической зоне Самарской области. Основу его рельефа определяет древняя платформа в пределах Восточно-Европейской равнины, которая перекрыта мощным осадочным чехлом толщиной до 4 тыс. метров, сформировавшимся в процессе длительного геологического развития. Кроме этого на современный рельеф района оказывалась длительная деятельность реки Волга. Природные условия территории характерны для географической полосы перехода лесостепи к степной зоне, что в прошлом способствовало формированию луговых степей [7].

Землепользование КФХ «Цирулев Е.П.» расположено в центральной части Приволжского района на второй надпойменной террасе, примерно в 5–7 км к юго-востоку от реки Волги. Рельеф местности представляет собой равнину с хорошо развитым микро-рельефом в виде небольших, различной формы и конфигураций, понижений. Почвенный покров территории хозяйства представлен типичными почвами речных надпойменных террас – черноземами

остаточно луговыми и почвами лесостепной и степной зоны – черноземами типичными и чернозёмами обыкновенными, суглинистого механического состава, сформировавшимися под разнотравно-травянистой и типчаково-ковыльной растительностью на лёссах и лёссовидных суглинках, на бурых и красно-бурых тяжелых суглинках и частично на элювии коренных пород. Мощность гумусового горизонта до 80–130 см со средним содержанием гумуса в пахотном горизонте от 4,0 до 5,2 %. При этом снижение концентрации гумуса по профилю почвы происходит плавно. Гумусовый горизонт имеет черную или серовато-черную окраску, а структуру почвенных агрегатов – кубовидную или зернистую. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, количество фульвокислот незначительно, и их соотношение имеет вид $C_g:C_f = 2$. Реакция почвенного раствора в пахотном горизонте близка к нейтральной (рН 6,8–7,5), в нижележащих карбонатных горизонтах она слабощелочная – до рН 7,6–7,9. Емкость поглощения в верхней части гумусового горизонта достаточно высокая и равна 35–60 мг.экв/на 100 г почвы, по мере углубления она постепенно понижается. Содержание ила и полуторных окислов остается постоянным по всему профилю, колебания агрохимических параметров почв связаны только с изменением состава почвообразующих пород.

На пониженных местах рельефа, с близким залеганием грунтовых вод сформировались лугово-чернозёмные, влажно-луговые почвы, обладающие достаточно высоким потенциалом плодородия.

Несмотря на изначально высокое естественное плодородие имеющихся черноземных почв, в результате предыдущей хозяйственной деятельности потеряли значительное количество гумуса, подвижных форм фосфора и обменного калия, однако они еще обладают достаточно оптимальным водно-воздушным режимом, хорошо оструктуренным, их структура водопрочная.

Климат территории резко-континентальный, для него характерно преобладание ясных и малооблачных дней в году, жаркое и сухое лето, холодная и малоснежная зима, короткая весна и непродолжительная осень, большая вероятность весенних и осенних заморозков. Для территории хозяйства характерен отрицательный частный баланс влаги, это значит, что количество осадков меньше возможной величины испаряемости.

Среднегодовая температура воздуха равна + 3,9 °С, при этом средняя температура июля – самого теплого месяца, равняется +22,8 °С, а января – самого холодного периода, составляет -13,5 °С,

при этом максимальные и минимальные значения температуры в эти месяцы могут составлять соответственно $+41,5$ °С, и $-47,3$ °С. Продолжительность теплого периода года равна 204 дням, сумма активных температур за это время равна 2700–2800 °С, что вполне достаточно для выращивания таких теплолюбивых растений, как кукуруза и сорго. Продолжительность периода без заморозков варьирует от 150 до 160 дней. Переход средней температуры воздуха от отрицательной к положительной весной происходит в первой декаде апреля, а обратная динамика осенью отмечается в конце октября, при этом осеннее понижение температуры происходит сравнительно медленно. В отдельные годы могут проявляться поздние весенние и ранние осенние заморозки. Снежный покров устанавливается примерно 26 ноября и устойчиво сохраняется около 140 дней. Высота снежного покрова сильно варьирует, зависит не только от количества осадков зимой, но и от особенностей рельефа и составляет около 30 см, при этом значительная часть снежного покрова сдувается ветром в пониженные места, и на повышениях его толщина редко превышает 15–20 см. Переход от зимы к лету происходит за короткое время и приводит к быстрому снеготаянию и бурному стоку талых вод.

Атмосферные осадки, как правило, не превышают 300–380 мм в год, из них летом около 145 мм, а зимой – около 100 мм. Запасы почвенной влаги к началу весенне полевых работ составляют около 100–120 мм. Испаряемость составляет порядка 700–800 мм. Число дней с туманами в течение года не превышает 26–28. Осадки выпадают неравномерно как по годам так и в течение летних месяцев, засухи отмечаются каждые 2–3 года, причем они сопровождаются суховеями. При этом суховеи средней интенсивности могут продолжаться в течение 35–50 дней. Особенно сильные сухие ветра проявляются весной и зачастую ведут к возникновению пыльных бурь, уносящих верхний рыхлый горизонт почвы. Характерной особенностью климата является периодическое повторение через каждые 5–10 лет продолжительных засух, которые губительно действуют на сельскохозяйственные культуры и могут вызвать их полную гибель. Гидротермический коэффициент территории равен $-0,6-0,7$.

В розе ветров преобладают воздушные массы юго-западного и юго-восточного направлений со средней скоростью 4, 5 м/с. Наиболее сильными ветрами являются зимние и ранние весенние, их скорость достигает 18–20 м/с. Именно они вызывают пыльные бури. Ветровой режим летом относительно спокоен, но в отдель-

ные годы могут дуть раскалённые южные ветра, принося сухие воздушные массы из среднеазиатских пустынь.

В настоящее время большая часть территории хозяйства распахана и на ней созданы искусственные агрофитоценозы. Естественная травянистая растительность сохранилась только на участках, непригодных или не подлежащих распашке. Она представлена в основном мятликово-типчаково-ковыльным разнотравьем. Древесные и кустарниковые насаждения – это в основном созданные в прошлом и сохранившиеся защитные лесные полосы и плантации плодово-ягодных культур.

Следует отметить, что существенное смягчающее влияние на режим увлажнения почвы может оказывать близость Саратовского водохранилища и наличие значительных массивов орошаемых земель территории хозяйства, а также существующие полевые защитные лесные полосы, которые в любом случае влияют на температурный и влажностный режим прилегающей территории, создавая здесь свой микроклимат.

Выводы. Таким образом, анализ почвенно-климатических и лесорастительных условий территории хозяйства позволяет сделать заключение, что в целом они относительно благоприятны для роста и развития основных сельскохозяйственных растений, возделываемых в черноземной зоне степной части Самарского Заволжья. Однако имеющиеся сельскохозяйственные угодья нуждаются в лесомелиоративной защите от действия целого комплекса неблагоприятных природных факторов, таких, как засуха, суховеи, сильные ветра, ветровая эрозия, сдувание снега с полей в зимний период.

Список литературы

1. Троц, В. Б. Влияние полевых защитных лесных полос на агроландшафт / В. Б. Троц // Экология и мелиорация агроландшафтов. Перспективы и достижения молодых ученых: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2019. – С. 100–102.
2. Троц, В. Б. Дуб черешчатый (*Quercus robur*) в различных типах леса Сергиевского лесничества Самарской области / В. Б. Троц, О. Н. Беспаленко // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2018. – № 4 (53). – С. 133–139.
3. Официальный сайт ФГБУ «Поволжское УГМС». – URL: <https://nesluhi.info/tags/28431-2393/> (дата обращения 05.10.2023 г.).
4. Официальный сайт агроэкологической станции (АС) «Безенчук». – URL: <https://vk.com/aerometbezenchuk> (дата обращения 05.10.2023 г.).

5. Агрометеорологическая станция АГЛЮС. – URL: http://samara.guiderf.ru/ekologiya_uslugi/agrometeorologicheskaya-stanciya-aglos.html (дата обращения 05.10.2023 г.).

6. Природные условия и ресурсы Самарской области. – URL: obrazovanie-gid.ru/dokumentaciya/prirodnye-... (дата обращения 06.10.2023 г.).

УДК 631.417.2(470.43)

В. Б. Троц, Н. М. Троц
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ

ПРИЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ БАЛАНСА ГУМУСА В СЕВООБОРОТАХ АО «НИВА» СТАВРОПОЛЬСКОГО РАЙОНА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Приводятся результаты исследований по определению баланса гумуса в полевых и кормовых севооборотах АО «Нива» Ставропольского района Самарской области. Установлено, что только за счет использования в качестве органического удобрения соломы, половы и фитомассы последних укосов многолетних трав сохранить баланс гумуса в почве севооборотов невозможно. При гумусосберегающем земледелии в полевые севообороты необходимо включать посевы донника двухлетнего, гороха и люцерны, а в кормовых севооборотах с козлотом безостым использовать навоз, внося его под однолетние травы.

Введение. Основной задачей агропромышленного комплекса страны является обеспечение населения доброкачественными продуктами питания, а перерабатывающих отраслей промышленности – сырьем. Данная задача может быть решена только за счет рационального использования имеющихся посевных площадей и внедрения современных высокоэффективных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, способных обеспечить получение стабильно высоких урожаев необходимого качества в условиях ограниченного использования материальных ресурсов. Наряду с увеличением производства продукции актуальной проблемой является сохранение и повышение плодородия почвы, в частности запасов органического вещества почвы, являющегося аккумулятором питательных веществ для растений и почвенных микроорганизмов.

Ее решение требует от специалистов-растениеводов глубоких агрономических знаний, позволяющих научно обоснованно

разрабатывать и осваивать в производстве современные природосберегающие приемы ведения системного земледелия [1].

Цель работы. Выявление возможности организации гумусосберегающего земледелия в условиях современного крупного многоотраслевого сельскохозяйственного предприятия.

Материалы и методы. Наши исследования проводились в АО «Нива», расположенном в муниципальном районе Ставропольский. Территория хозяйства относится к географической провинции – Прикондурчинская лесостепь – и находится в центральной агроклиматической зоне Самарской области. Рельеф местности характерен для II древневолжской террасы и имеет выравненную поверхность с хорошо развитым микрорельефом, с общим понижением местности в западном направлении в сторону Куйбышевского водохранилища. Почвообразующими породами местности являются древнеаллювиальные бурые и желто-бурые пески, перекрытые с поверхности суглинками. Почвенный покров представлен преимущественно черноземом типичным остаточного лугового, среднесуглинистого механического состава. Средняя мощность гумусового горизонта составляет 60 см с колебанием от 45 до 94 см. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной (рН 6,1–7,0). Климат территории умеренно континентальный, со среднегодовой температурой воздуха +3,8 °С и суммой выпадающих атмосферных осадков за год 484 мм. Продолжительность периодов с температурой воздуха выше 0 °С составляет 227 дней, а с температурой выше +5 °С – 190 дней. Сумма эффективных температур равна 2510 °С. Продолжительность вегетационного периода составляет 164 дня.

Общая площадь имеющейся пашни равна 11 631 га. Хозяйство специализируется на выращивании зерновых культур и подсолнечника. Наряду с растениеводством акционерное общество занимается молочным животноводством. Общее поголовье скота составляет 975 голов, в том числе дойных животных 400 голов.

При выполнении работы нами использовались материалы «Системы земледелия АО «Нива» с элементами организации территории полей севооборотов на период 2020–2025 гг. [2], методические указания по биоэнергетической оценке технологических процессов в растениеводстве [3], методические указания по определению эколого-экономической эффективности адаптивно-ландшафтных систем земледелия [4], методические указания по расчету баланса гумуса в севооборотах и разработке мероприятий по его улучшению [5].

С целью выявления степени сохранения почвенного плодородия пахотных земель хозяйства и выявления эффективности разработанных приемов сохранения органического вещества в почве нами был произведен анализ и расчет баланса гумуса в полевых и кормовых севооборотах, спроектированных сотрудниками ФГБОУ ВО Самарский ГАУ совместно со специалистами АО «ВолгоНИИгипрозем» в 2019 г. и полностью освоенных в 2022 г.

Результаты исследований. В соответствии с организационно-производственными условиями хозяйства, наличием пашни в обработке, расположением земельных участков, а также с учетом рекомендаций зональных научно-исследовательских учреждений в хозяйстве было спроектировано и освоено восемь севооборотов на общей площади 10 947 га. Их них 4 севооборота – полевые и 4 севооборота – кормовые.

Севооборот № 1 – полевой, развернут на площади 2365,3 га и включает 6 полей со средним размером поля 394,2 га. Эти поля наиболее удалены и находятся на расстоянии 15–30 км от центральной усадьбы хозяйства. Чередование культур в севообороте имеет следующий порядок: пар черный; озимая пшеница; яровой ячмень + донник двухлетний; донник двухлетний; яровая пшеница; подсолнечник.

Проведенные расчеты баланса гумуса в севообороте показали, что ежегодно его потеря при имеющемся наборе зерновых культур, подсолнечника, и пара черного будут составлять 3486 т или 1,47 т/га. Источником восполнения гумуса в данном севообороте являются корневые и пожнивные остатки всех возделываемых культур, а также побочная продукция в виде соломы и половы. Их необходимо измельчать и заделывать в почву дискаторами, а в ценозе ячменя с подсевом донника двухлетнего в измельченном виде оставлять на поверхности поля. С учетом коэффициента гумификации растительных остатком (0,15) это дает прибавку в органике 0,74 т/га или 1738 т на всю площадь севооборота. Однако данного количества органического вещества недостаточно для восполнения потерь гумуса и сохранения плодородия почвы, дефицит составляет 0,73 т/га или 1726 т на весь севооборот.

При этом основная часть невозполнимых потерь гумуса – 519 т будет происходить в поле пара черного. Но от данного вида пара отказаться нельзя, поскольку ему отводится особая роль в очистке пашни от сорняков, накоплении влаги и своевременной подготовке почвы под посев ведущей зерновой культуры севообо-

рота – озимой пшеницы. Нецелесообразен и посев сидеральной культуры в паровом поле, поскольку при существующем режиме естественного увлажнения территории это ухудшит влагообеспечение озимой пшеницы.

Поэтому для восполнения недостатка гумуса в севооборот вводится такой мощный восстановитель плодородия почвы, как донник двухлетний. Он пополнит недостающее количество гумуса за счет пожнивно-корневых остатков и надземной фитомассы, которая после уборки семян должна быть измельчена и заделана в почву. Надземная и подземная биомасса данного растения даст 2439 т гумуса. Этого количества органики вполне достаточно для возмещения ее потерь под другими культурами и создания дополнительного запаса в 619 т на всю площадь севооборота, или 0,29 т/га.

Севооборот № 2 – полевой, спроектирован на площади 3340 га, при среднем размере поля 556 га. Он так же, как и севооборот № 1, включает 6 полей и имеет следующее чередование культур: пар черный; озимая пшеница; яровой ячмень + донник двухлетний; донник двухлетний; яровая пшеница; подсолнечник.

Проведенные расчеты показали, что в целом баланс гумуса в данном севообороте складывается положительно, в первую очередь за счет введения в него донника двухлетнего. Почвенный запас гумуса пополнится на 3460 т. Это покрывает все невосполнимые потери под другими культурами севооборота и позволяет ежегодно дополнительно восполнять запасы гумуса в почве в пределах 909 т или 0,27 т/га севооборотной площади, что будет способствовать повышению продуктивности пашни.

Севооборот № 3 – кормовой, спроектирован на площади 1757,1 га, включает 6 полей со средним размером поля 292,5 га. Он развёрнут на пашне, находящейся вблизи животноводческого комплекса. Севооборот имеет следующее чередование культур: пар черный; озимая пшеница; горох; кукуруза на силос; однолетние травы на сенаж (горох 40 % + овес 25 % + ячмень 25 % + редька масличная 10 %); ячмень.

Расчеты показывают, что ежегодная потеря гумуса в севообороте равняется 1,27 т/га, а поступление с растительными остатками – 1,00 т/га, дефицит составляет 0,27 т/га или 474 т на всю севооборотную площадь. При этом наибольшая потеря гумуса в севообороте – 439 т наблюдается под паром черным. Однако на данном этапе отказаться от этого поля и заменить его занятым паром,

в частности донником двухлетним, в ближайшие пять лет нельзя. Поскольку он является накопителем почвенной влаги и служит гарантом производства запланированного объема зерна озимой пшеницы. В последующем, по мере повышения культуры земледелия, пар черный может быть заменен паром сидеральным или паром занятым. Потерю гумуса в данном севообороте целесообразно восполнять за счет внесения навоза, поскольку поля находятся вблизи животноводческого комплекса. Норма внесения навоза, с учетом коэффициента гумификации (0,10), составляет $474 \text{ т} : 0,10 = 4740 \text{ т}$.

Севооборот № 4 – кормовой, спроектирован на площади 420 га, включает 7 полей со средним размером поля 60 га. Основной задачей севооборота является гарантированное производство расчетного количества фитомассы люцерны на сенаж. Поэтому севооборот включает четыре поля люцерны (1–4 год жизни), каждое по 60 га, затем следует поле яровой пшеницы, а за нею кукуруза на силос и замыкает севооборот поля с однолетними травами на сенаж (горох 40 % + овес 25 % + ячмень 25 % + редька масличная 10 %).

Проведенные нами расчеты подтверждают имеющийся агрономический опыт улучшения почв путем посева люцерны [6, 7, 8]. Поглощая с помощью микроорганизмов азот атмосферы, люцерна полностью обеспечивает себя этим элементом, не потребляя его из органических соединений почвы. Кроме этого люцерна оставляет в почве достаточно большое количество корневых остатков, масса которых почти в 2 раза больше, чем у кукурузы и других злаковых культур. В результате в сумме за четыре года жизни люцерна накапливает в почве почти 210 т гумуса. Его количества достаточно, чтобы покрыть его расход на формирование урожая трех последующих культур севооборота и восполнить складывающийся дефицит в 131 т после злаковых культур. В целом приход гумуса в данном севообороте составляет 368 т или 0,89 т/га, а расход 289 т или 0,69 т/га. Ежегодно прибавка органики в почву будет составлять 79 т или 0,20 т/га, что положительно скажется на урожайности зерновых культур.

Севооборот № 5 – кормовой, также разворачивается вблизи животноводческого комплекса и водного лимана, позволяющего организовать искусственное орошение. Общая площадь севооборота 295 га, число полей 7, средний размер поля 42 га. Ведущей культурой севооборота является костёр безостый, который занимает в чистом виде четыре поля общей площадью 168 га или 57,3 %. После распашки костра безостого размещаются однолетние травы на се-

наж, затем идет кукуруза на силос и замыкает севооборот ячмень на зернофураж с подпокровным подсевом костра безостого.

Расчеты подтвердили наше предположение о значительном выносе азота из почвы злаковыми культурами, в том числе и костром безостым. Установлено, что, несмотря на существенное поступление растительных остатков в почву, под посевами костра безостого складывается отрицательный баланс с дефицитом в сумме за 4 года использования культуры 96 т. Снижение гумуса в почве обуславливают и другие злаковые растения, идущие после костра безостого. Общий недостаток гумуса составляет 215 т или 0,75 т/га. Дефицит гумуса в севообороте целесообразно покрыть за счет внесения навоза, который накапливается на животноводческой ферме. При этом навоз следует внести на поле № 5 сразу после уборки однолетних трав на сенаж. Это целесообразно сделать и по причине высокой отзывчивости кукурузы, которая идет сразу после ячменя, на органическое удобрение, ее способности формировать высокие урожаи зеленой массы на унавоженном поле. В случае ограниченного внесения навоза следует планировать измельчение и запашку в почву урожая второго укоса костра безостого 5 года жизни. При коэффициенте гумификации 0,20 это позволит получить дополнительно 42 т гумуса ($42 \text{ га} \times 5 \text{ т/га} = 210 \text{ т} \times 0,20 = 42$). Однако без внесения навоза, только за счет отавы последнего укоса, недостаток гумуса не восполнить, его дефицит останется и будет составлять 173 т. В перспективе эта проблема может быть решена за счет введения в состав травостоя костра безостого бобовых трав, в частности эспарцета, который уменьшает потребности посевов многолетних трав в азоте и будет связывать и оставлять в почве азот атмосферы.

Севооборот № 6 – кормовой, спроектирован по схеме аналогичной севообороту № 5 с той разницей, что число полей уменьшается до 6. Первые 4 поля севооборотной площади также отводятся под посевы костра безостого второго – пятого года жизни, общей площадью 164 га. По пласту многолетней травы размещается яровая мягкая пшеница, а замыкающей культурой в севообороте является ячмень с подсевом костра безостого. Данный сево-оборот расположен на пашне, находящейся вблизи водного лимана, и рассчитан на орошение. Его общая площадь – 289 га, при среднем размере поля – 48,1 га.

Наибольшая утилизация гумуса в данном севообороте происходит под посевами яровой пшеницы и ячменя. Общий его не-

достаток составляет 167 т или 0,58 т/га. Частично дефицит гумуса покрывается за счет заделки в почву урожая второго укоса ковра безостого в посевах 3–4 года пользования. Это уменьшает отрицательный баланс на 41 т ($41 \text{ га} \times 5 \text{ т/га} = 205 \times 0,20$). Но недостаток гумуса все же остается в пределах 126 т. Решить эту проблему можно только за счет включения в состав ценозов ковра безостого бобовых растений (эспарцет, люцерна или клевер).

Севооборот № 7 – полевой, организован на пашне, расположенной вблизи обводной дороги г. Тольятти. Общая площадь севооборота 1919 га, число полей – 7, со средним размером поля 274 га. Севооборот имеет следующую схему чередования культур: пар черный; озимая пшеница; кукуруза на зерно; ячмень + донник двухлетний; донник двухлетний; яровая пшеница; подсолнечник.

Проведенные расчеты показывают, что баланс гумуса в почве данного севооборота складывается положительно. Причем ежегодно будет происходить его прибавка около 372 т, или 0,19 т/га севооборотной площади. Основным донором органического вещества в севообороте является донник двухлетний. Это единственная культура, способная без затрат почвенного азота сформировать урожай биомассы и оставить в почве около 1698 т гумуса. Без посевов донника было бы невозможно поддерживать биологическое равновесие, при наличии в структуре севооборота таких интенсивных культур, как кукуруза на зерно, яровая пшеница и подсолнечник.

Севооборот № 8 – полевой, вводится на пашне, находящейся за обводной дорогой и прилегающей непосредственно к г. Тольятти и центральной усадьбе хозяйства – селу Тимофеевка с восточной и юго-восточной стороны. Общая площадь севооборота 548,2 га, число полей 6 со средним размером полей – 91,3 га.

Анализ данных расхода и прихода гумуса в данном севообороте подтверждают имеющиеся литературные сведения о больших возможностях донника двухлетнего как фитомелиоранта. Его наличие в севообороте позволяет не только восполнить потери органического вещества почв на формирование урожая всех культур, минерализацию гумуса в почве пара черного, но и создавать запасы органики в пахотном горизонте в объеме 158 т или 0,29 т/га.

Выводы. Таким образом, проведенные анализы и расчеты позволяют сделать заключение, что спроектированная система севооборотом и спланированная продуктивность возделываемых сельскохозяйственных растений позволяет АО «Нива» восполнять запасы органического вещества в почве и ежегодно, в сред-

нем по севооборотной площади в размере 10 945 га, дополнительно накапливать около 2051 т гумуса, или 0,18 т на 1 га. Однако в севообороте № 3 дефицит гумуса составляет 474 т, его необходимо восполнять за счет внесения органического удобрения – навоза. Недостаток гумуса в севообороте № 5 в объеме 215 т также необходимо покрывать за счет внесения навоза. Отрицательный баланс гумуса в севообороте № 6 – в объеме 167 т экономически целесообразно выровнять за счет введения в состав фитоценоза костра безостого, какой-либо бобовой культуры – люцерны, эспарцета или клевера.

Список литературы

1. Троц, В. Б. Использование нетрадиционных материалов для гипсования почв под яровой ячмень / В. Б. Троц, Н. М. Троц // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2022. – С. 128–132.
2. Системы земледелия АО «Нива» с элементами организации территории полей севооборотов на период 2020–2025 гг. – Кинель, 2020. – 78 с.
3. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке технологических процессов в сельском хозяйстве. – URL: https://rusneb.ru/catalog/010003_000061 (дата обращения 03.10.2023 г.).
4. Биоэнергетические основы растениеводства. – URL: studbooks.net/75615/agropromyshlennost/ (дата обращения 03.10.2023 г.).
5. Методические указания по расчету баланса гумуса в севооборотах и разработке мероприятий по его улучшению. – URL: <https://studfile.net/preview/16858695/> (дата обращения 03.10.2023 г.).
6. Троц, В. Б. Химический состав и кормовая ценность фитомассы смешанных посевов суданской травы / В. Б. Троц, Н. М. Троц // Аграрная наука, 2010. – № 1. – С. 12–13.
7. Чекмарев, П. А. Влияние системного применения минеральных удобрений на содержание гумуса в черноземе обыкновенном / П. А. Чекмарев, С. В. Обущенко, Н. М. Троц // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 6. – С. 32–34.
8. Особенности аккумуляции макроэлементов и тяжелых металлов в почве и растениях земляники садовой (*FRAGARIA ANANASSA*) / Н. М. Троц, С. В. Ишкова, А. В. Батманов, Д. А. Ахматов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1. – С. 249–252.

УДК 633.14"324":631.531.027.3

А. Н. Исупов¹, М. М. Киселев¹, О. Н. Крылов²

¹Удмуртский ГАУ

²ООО НИИ «Агролазер»

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ

В работе проводится сравнительный анализ полевых исследований по предпосевной обработке семян лазерным излучением. В итоге было выявлено, что предпосевная обработка семян лазером напрямую влияет на урожайность озимой ржи, при этом прибавка урожая по отношению к контролю составила 29 ц/га.

Актуальность. В современных условиях приоритетным направлением в сельском хозяйстве является активная ресурсосберегающая политика на базе использования новых технологий, позволяющих повышать урожайность и снижать себестоимость продукции. Отрасль растениеводства может стабильно развиваться и быть экономически эффективной только при ресурсосберегающих технологиях, которые должны оперативно внедряться в производственный процесс. Соответственно и разработчики технологий и научной продукции, и потребители этих технологий должны вести совместную работу, связанную с внедрением инноваций в производство [5]. Одной из таких технологий может быть оптическая предпосевная обработка семян лазерным излучением. Известно, что лазер как источник когерентного излучения вызывает энергетическую стимуляцию биологических объектов. Такие свойства лазерного излучения, как монохроматичность, когерентность и поляризация позволяют воздействовать избирательно на определенные структуры живых клеток, оказывают резонансное воздействие, ведущее к интенсификации физиологических процессов. По сути, при этом открывается путь к практическому применению лазера для стимуляции роста и развития растений, повышению продуктивности и качества, а также индукции устойчивости растений к болезням [1–4].

Материалы и методика. Полевые опыты были заложены в условиях производства на сельскохозяйственных угодьях крестьянского (фермерского) хозяйства Снигирева Андрея Васильевича Ярского района. Этот район входит в первый агроклиматический район. Суммы температур за период с температурой выше 10 °С составляют 1500...1700 °С, выше 15 °С – 850...1050 °С.

Опыты закладывали на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Агрохимическая характеристика почвы опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы пахотного горизонта опытного поля крестьянского (фермерского) хозяйства Снигирев Андрей Васильевич Ярского района УР

| Органическое вещество, % | рН _{KCl} | S | Нг | V, % | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|--------------------------|-------------------|-------------|-----|------|-------------------------------|------------------|
| | | ммоль/100 г | | | мг/кг | |
| 2,1 | 5,5 | 12 | 3,2 | 78 | 86 | 102 |

Почва опытного поля характеризуется низким содержанием органического вещества, слабокислой реакцией почвенной среды, средним содержанием подвижных форм фосфора и калия.

Подготовка семян для полевых исследований и испытания оборудования и технологии обработки семян выполнялась по результатам ранее проведенных исследований в ООО «Старозятцинское». Использовались два режима обработки:

- «Контроль» – семена без предпосевной лазерной обработки;
- «Лазер» – предпосевная обработка на установке «Луч-5» режимом, полученным после решения задачи оптимизации статистической модели.

Сами полевые исследования проводили с семенами озимой ржи «Фаленская 4» Обработка семян перед посевом выполнялась на установке «Луч-5» непосредственно на току хозяйства.

Результаты исследований. Говоря о развитии растений в фазе весенней вегетации, необходимо упомянуть об агроклиматических условиях весны-лета 2021 г. Так, в мае среднее значение температуры воздуха составило днём +20 °С, ночью +10 °С. Осадки выпадали 4 дня: 01.05, 21.05, 22.05 и 30.05. По существу, необходимо отметить, что в начале весенней вегетации наблюдалась нехватка влаги.

Ситуация усугубилась в июне-июле. Осадки в июне выпадали 6 дней, в июле – 9 дней в виде слабого дождя. При этом средние

дневные температуры составили в июне – +24 °С, в июле – +23 °С. Средние ночные температуры в эти же месяцы достигали +13 °С. Агроклиматические условия весны-лета 2021 г. оказались близкими к засухе.

Режим предпосевной лазерной обработки, оптимизированный по результатам полевых исследований в ООО «Старозятцинское», позволил получить увеличение биологической урожайности. Такое увеличение составило 162 % (табл. 2). По существу, получено увеличение биологической урожайности в 2,62 раза.

Таблица 2 – Влияние предпосевной обработки семян на урожайность и структуру урожая озимой ржи «Фаленская-4»

| Вариант обработки | Биологическая урожайность ц/га | Влажность зерна, % | Общее количество стеблей, шт/м ² | Количество продуктивных стеблей, шт/м ² | Масса зерна со снопа с пересчетом на 14 %, г | Продуктивность 1-го колоса, г | Масса 1000 зерен, г |
|--------------------|--------------------------------|--------------------|---|--|--|-------------------------------|---------------------|
| Контроль | 11,7 | 17,7 | 357 | 252 | 19,5 | 0,48 | 21,3 |
| Лазер | 30,7 | 17,6 | 596 | 492 | 51,2 | 0,60 | 22,5 |
| Прирост к контролю | 162 % | | 67 % | 94,5 % | 162,6 % | 25,0 % | 5,6 % |

Прирост биологической урожайности подтверждается ростом всех показателей структуры урожая. При этом увеличение таких показателей, как количество продуктивных стеблей, продуктивность 1-го колоса, масса 1000 зерен, обеспечивают рост массы зерна со снопа и, соответственно, биологической урожайности зерна озимой ржи.

Выводы. Результат полевых исследований показал, что предпосевная обработка семян лазером позволила получить достаточно высокую прибавку урожая, которая составила 19 ц/га.

Список литературы

1. Громов, А. В. Лазерная стимуляция семян суданской травы / А. В. Громов, А. А. Аверкиев // Механизация растениеводства. – М., 1985. – С. 14.
2. Инюшин, В. М. Луч лазера и урожай / В. М. Инюшин, Г. У. Ильсов, Н. Н. Федорова. – Алма-Аты: Кайнар, 1981.
3. Исследование всхожести семенного посадочного материала после облучения лазером при различной интенсивности / К. О. Устюгов, О. Н. Крылов, М. М. Киселев, А. Н. Исупов // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – Ижевск: ФГОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 197–202.

4. Якобенчук, В. Ф. Увеличение урожайности зерновых культур с помощью светолазерного облучения семян / В. Ф. Якобенчук // Проблемы фотоэнергетики растений и повышение урожайности: материалы Всесоюз. конф., 3–5 апреля 1984 г. – Львов, 1984. – С. 208–209.

5. Экономические проблемы развития аграрно-промышленного комплекса: сб. науч. тр. Отв. ред. С. С. Петрова. – Самара: Самарская ГСХА, 2003. – 155 с.

УДК 635.649:631.86/.87

А. Ю. Карпова, М. Э. Бульда

Удмуртский ГАУ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ «БИОГУМИ» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПЕРЦЕВ

Приводятся результаты исследования влияния биологического удобрения «БиоГуми» на агрохимические свойства, ферментативную активность дерново-подзолистой почвы и урожайность перца сладкого при выращивании в защищенном грунте.

Актуальность. При выращивании любых культур необходимо знать, какими агрохимическими свойствами обладает почва. Данные показатели очень важны, так как они определяют плодородие почвы. Применение биологических удобрений является эффективным способом улучшения агрохимических свойств почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Изучение эффективности биологических удобрений и экологических последствий их применения является целесообразным [7].

Не менее важным показателем является и ферментативная активность почв. Ферменты служат катализаторами биохимических реакций, протекающих в почве [6].

В различных источниках присутствует информация о том, что активность почвенных ферментов может служить вспомогательным диагностическим показателем плодородия почвы и его изменения в случае антропогенного воздействия [8].

С помощью ферментов микроорганизмы разлагают органические соединения до конечных продуктов, которые снова вовлекаются в биологический круговорот [5].

Использование ферментативной активности почвы в качестве диагностического показателя, в отличие от других биологи-

ческих показателей, возможно благодаря сохранности ферментов в почвенных образцах при хранении.

На активность почвенных микроорганизмов влияют многие внешние факторы, особенно внесение различных удобрений. Количество микроорганизмов и активность ферментов напрямую связаны с плодородием почвы, так как они быстро реагируют на изменение питательного режима почвы [4].

В ходе работы была определена ферментативная активность почв после применения биоудобрения БиоГуми. Определялась активность каталазы и уреазы. Каталаза – фермент, который катализирует разложение образующегося в процессе биологического окисления пероксида водорода на воду и молекулярный кислород, а уреазы – это фермент, обладающий специфическим свойством катализировать гидролиз мочевины до диоксида углерода и аммиака [9].

Известно, что биологические препараты, содержащие живые культуры микроорганизмов, способны влиять на биологические свойства почвы [1, 10].

На рынке сельскохозяйственного производства появляется множество новых препаратов, среди которых набирает популярность биологический препарат ижевского производства – «БиоГуми», который и был взят в качестве объекта исследования [2].

Цель работы – изучить влияние биологического удобрения «БиоГуми» на агрохимические свойства и ферментативную активность дерново-подзолистой почвы, а также на урожайность перца сладкого при выращивании в защищенном грунте.

Материалы и методы. Опыт по изучению эффективности подкормки (полива) перца сладкого сорта «Пик НК» биологическим удобрением «БиоГуми» на дерново-среднеподзолистой суглинистой почве в защищенном грунте был проведен в 2021 г. Обработка препаратом проводилась разными дозами, согласно схеме:

1. Вода (контроль).
2. 5 мл БиоГуми/1 л воды.
3. 10 мл БиоГуми/1 л воды.
4. 15 мл БиоГуми/1 л воды.

Результаты исследования. Результаты проведенных анализов представлены в таблицах 1–3.

При поливе почвы биологическим удобрением БиоГуми достоверно увеличивается показатель pH_{KCl} при дозе полива 5 мл/л. При всех дозах полива биоудобрением достоверно снижает-

ся сумма обменных оснований. Существенное увеличение подвижных форм фосфора наблюдается при поливе БиоГуми в дозах 5 и 15 мл/л на 195 и 122 мг/кг соответственно при НСР = 66 мг/кг. Содержание калия, по Кирсанову, достоверно повышается при поливе биологическим удобрением в дозах 10 и 15 мл/л. Однако содержание в почве органического вещества снижается во всех вариантах полива почвы БиоГуми относительно контрольного варианта на 1,48–0,23 % при НСР = 1,22 %.

Таблица 1 – Влияние полива растений перцев биологическим препаратом БиоГуми на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы

| Вариант | рН _{КСЛ} | Нг | S | V,% | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Орг. вещество, % |
|-------------------|-------------------|-------------|------|------|-------------------------------|------------------|------------------|
| | | ммоль/100 г | | | мг/кг | | |
| 1. Вода (к) | 6,48 | 1,49 | 26,0 | 94,7 | 247 | 156 | 4,98 |
| 2. 5 мл БиоГуми | 6,55 | 1,36 | 24,2 | 95,0 | 442 | 159 | 4,75 |
| 3. 10 мл БиоГуми | 6,47 | 1,46 | 22,7 | 94,0 | 207 | 176 | 3,50 |
| 4. 15 мл БиоГуми | 6,28 | 1,76 | 21,7 | 92,3 | 369 | 211 | 3,73 |
| НСР ₀₅ | 0,04 | 0,06 | 0,6 | 0,5 | 66 | 6 | 1,22 |

Таблица 2 – Влияние биологического удобрения БиоГуми на ферментативную активность дерново-подзолистой почвы при выращивании перца сладкого

| Вариант | Каталаза, O ₂ см ³ г/мин | Уреаза, мг N-NH ₃ /10 г/сут. |
|-------------------|--|---|
| 1. Вода (к) | 3,3 | 46,2 |
| 2. 5 мл БиоГуми | 3,2 | 42,2 |
| 3. 10 мл БиоГуми | 3,0 | 31,0 |
| 4. 15 мл БиоГуми | 2,7 | 35,2 |
| НСР ₀₅ | 0,2 | 5,0 |

При выращивании перца сладкого в защищенном грунте на дерново-среднеподзолистой суглинистой почве содержание в почве каталазы и уреазы уменьшается абсолютно во всех вариантах относительно контроля, однако достоверное снижение наблюдается при поливе почвы биологическим удобрением в дозах 10 и 15 мл/л на 15,2 и 11,0 мг N-NH₃/10 г/сут при НСР = 5,0 мг N-NH₃/10 г/сут [3].

Из полученных данных видно, что полив почвы биологическим удобрением «БиоГуми» положительно влияет на увеличение урожайности перца сладкого сорта Пик НК. Подкормка биоудобрением повысила урожайность культуры во всех вариантах и составила от 0,44 до 1,40 кг/м² по отношению к контролю при

НСР = 0,09 кг/м². Наибольшая урожайность оказалась при подкормке «БиоГуми» в дозе 10 мл/л.

Таблица 3 – Влияние биологического удобрения БиоГуми на урожайность перца сладкого

| Вариант | Общая урожайность | |
|-------------------|-------------------|------|
| | кг/м ² | ± |
| 1. Вода (к) | 2,72 | - |
| 2. 5 мл БиоГуми | 3,81 | 1,08 |
| 3. 10 мл БиоГуми | 4,12 | 1,40 |
| 4. 15 мл БиоГуми | 3,17 | 0,44 |
| НСР ₀₅ | 0,09 | |

Выводы. В результате проведенных исследований удалось установить, что подкормка биологическим удобрением «БиоГуми» положительно влияет почти на все исследуемые показатели.

При поливе почвы удобрением в дозах 5 и 15 мл/л существенно увеличивается содержание в почве фосфора.

Урожайность перца сладкого существенно увеличивается абсолютно при всех используемых дозах биологического удобрения.

Список литературы

1. Бортник, Т. Ю. Влияние продукта анаэробной переработки навоза на биологические свойства дерново-среднеподзолистой супесчаной почвы / Т. Ю. Бортник, Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: материалы V Международной научной экологической конф., посвященной 95-летию Кубанского ГАУ. – 2017. – С. 606–610.

2. Бульда, М. Э. Эффективность биологического препарата «БиоГуми» при выращивании рассады томатов / М. Э. Бульда // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – Т. 1 (14). – С. 66–69.

3. Бульда, М. Э. Эффективность биологического удобрения «БиоГуми» при выращивании томатов / М. Э. Бульда // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 20–23.

4. Влияние длительного применения различных удобрений на популяции микроорганизмов и ферментативную активность почвы / Ли Синьюй, Е. В. Банецкая, Цзян Юй [и др.] // Агронаука. – 2023. – Т. 1, № 1. – С. 134–141.

5. Ганжара, Н. Ф. Почвоведение / Н. Ф. Ганжара. – Москва: Агроконсалт, 2001. – 392 с.

6. Игнатъев, А. В. Эффективность способов применения биологических удобрений при возделывании ячменя / А. В. Игнатъев, Т. Ю. Бортник // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – 2020. – С. 92–96.

7. Минеев, В. Г. Плодородие и биологическая активность дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений и их последствии / В. Г. Минеев, Н. Ф. Гомонова, М. Ф. Овчинникова // Агрохимия. – 2004. – № 7. – С. 5–10.

8. Пилецкая, О. А. Активность ферментов класса гидролаз в черноземной почве на фоне различных систем удобрений / О. А. Пилецкая // Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области: сб. науч. трудов. Том Выпуск 9. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2013. – С. 71–75.

9. Титова, В. И. Практикум по агроэкологии: учебное пособие / В. И. Титова, Е. В. Дабахова, М. В. Дабахов. – Н.Новгород: Издательство Волго-Вятской академии государственной службы, 2005. – 138 с.

10. Эффективность биологических удобрений азовит и фосфатовит при возделывании картофеля на дерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / А. В. Игнатъев [и др.] // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 2 (34). – С. 31–41.

УДК 630*114+630*18

М. В. Якимов, В. Ю. Якимова, А. А. Носков

Удмуртский ГАУ

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Рассмотрены основные виды загрязнений, которые наносят огромный вред лесным экосистемам, предложены мероприятия для борьбы с ними.

Актуальность. Лесные экосистемы являются важным и уязвимым компонентом биологического разнообразия нашей планеты. Они обеспечивают жизнедеятельность множества видов растений и животных, оказывают положительное влияние на климат и водный режим, а также обладают значительным экологическим и экономическим потенциалом. Однако в настоящее время лесные экосистемы постоянно подвергаются различным воздействиям, включая загрязнение почв, что оказывает негативное влияние на их функционирование и стабильность.

Цель исследований: изучить загрязнения почв лесных экосистем на территории Удмуртской Республики.

Задачи:

1. Проанализировать виды загрязнения почв Удмуртской Республики.

2. Предложить мероприятия для борьбы с загрязнением почв лесных экосистем.

Материалы и методика. Основными источниками получения информации является научная литература. Использовались методы анализа.

Результаты исследования. Загрязнение почв является одной из наиболее серьезных проблем, с которыми сталкиваются лесные экосистемы. Оно может происходить в результате промышленного и сельскохозяйственного использования земель. В почву попадают тяжелые металлы, пестициды, нефтепродукты и другие химические соединения, что губительно сказывается на живых организмах.

Загрязнение почв лесных экосистем может возникнуть по ряду различных причин.

Одной из основных причин является интенсивное сельское хозяйство и применение химических удобрений и пестицидов. Они могут накапливаться в почве и попадать в водные и другие экосистемы, нанося огромный вред растениям, животным и человеку. При больших дозах азотных удобрений увеличивается риск заболеваний растений. Фосфор и калий смягчают вредное воздействие азота, но при высоких дозах и они вызывают легкие виды отравления растений.

Хлорсодержащие удобрения (хлористый аммоний, хлористый калий), отрицательно воздействуют на животных и человека через воду.

Гербициды – это вещества, которые применяются для уничтожения или подавления сорняков и других нежелательных растений. Гербициды могут быть предварительными (применяются перед посевом или посадкой), послевсходовыми (применяются после прорастания сорняков) или системными (поглощаются растениями и распространяются по их тканям).

Инсектициды – это вещества, используемые для контроля или уничтожения насекомых – вредителей растений или животных. Инсектициды могут быть контактными, системными или желудочными, действуя на насекомых различными способами.

Фунгициды – это вещества, применяемые для предотвращения или лечения грибковых инфекций растений. Фунгициды могут быть контактными, системными или инкапсулированными, воздействуя на грибы разными способами.

Акарициды – это химические вещества, используемые для контроля или уничтожения клещей. Они могут быть контактными, системными или желудочными, воздействуя на клещей различными способами.

К пестицидам относят вещества, используемые для борьбы с вредителями и внешними паразитами растений, сорными растениями, вредителями хранящейся сельскохозяйственной продукции, применяющиеся для повышения валового выхода плодово-овощной продукции.

Только около 1 % вносимых в среду ядов имеет непосредственный контакт с организмами, против которых они применяются. Экологическая вредность пестицидов зависит от их ядовитости, продолжительности жизни.

В экологическом отношении особую тревогу вызывает ежегодное увеличение объемов применения пестицидов. Это связано не только с расширением обрабатываемых площадей, но и с привыканием организмов к пестицидам. Использование химических удобрений и пестицидов в лесных экосистемах должно быть ограничено и осуществляться с осторожностью, чтобы минимизировать потенциальные негативные последствия для окружающей среды.

Важно искать альтернативные методы поддержания плодородия почвы и борьбы с вредителями, которые были бы менее вредными для лесных экосистем [3].

Промышленные выбросы предприятий также значительно влияют на загрязнение почв лесных экосистем. Выбросы тяжелых металлов могут оседать в почве, проникая в ее верхние плодородные слои и накапливаясь в тканях растений, что приведет к нарушению физиологии растения и последующей его гибели.

На сегодняшний день актуальным является проведение исследований по способам попадания в наземные части растения радионуклидов. При поступлении в растение происходит адсорбция радиоактивных аэрозолей, оседающих из атмосферы, и усвоение (в основном с водой) радионуклидов из почвы. Первый путь представляет собой усвоение радиоактивных аэрозолей наземными органами растений. Вторая составляющая связана с корне-

вой системой, которая вместе с восходящими токами воды выносит из почвы растворимые формы радионуклидов.

На усвоение радионуклидов оказывают влияние возрастные изменения растения, т.к. каждому периоду развития растения отвечает определенный тип физиологических процессов и, следовательно, свой тип питания [2].

Загрязнение почв лесных экосистем может также быть вызвано различными нефтеперерабатывающими предприятиями, происходят крупные разливы нефти и различные выбросы промышленных отходов в реки (отработанные автомобильные масла, бензин, дизельное топливо). Наземный и водный транспорт тоже является одним из основных источников загрязнения водной и лесной экосистемы. Все это может привести к значительному снижению биологического разнообразия и ухудшению жизненных условий для многих видов растений и животных.

Последствия загрязнения почв лесных экосистем: происходит уменьшение плодородия почвы, что приводит к снижению урожайности и гибели растений. Воздействие загрязнения почв также распространяется за пределы лесных экосистем. Загрязненная почва может стать источником загрязнения водных экосистем, что может вызвать гибель рыб и других водных организмов. Более того, загрязнение почв может иметь негативные последствия для здоровья человека, так как вредные вещества могут накапливаться в пищевых цепях и попадать в последующем в организмы людей через пищу.

Возможные меры борьбы с загрязнением почв лесных экосистем: борьба с загрязнением почв лесных экосистем является важной задачей, требующей комплексного подхода. Важными мерами являются контроль промышленных выбросов и антропогенных загрязнений, использование более экологически чистых методов сельского хозяйства и устранение использования вредных химических веществ.

Кроме того, важно проводить мониторинг загрязнения почв и разрабатывать стратегии восстановления загрязненных участков. При этом необходимо учитывать особенности каждой конкретной лесной экосистемы и принимать во внимание ее уникальные характеристики.

Вывод. Делая вывод, можно сказать, что загрязнение почв лесных экосистем является серьезной проблемой, которая требует немедленного внимания и принятия мер для её предотвращения.

Для этого необходимо проводить постоянный мониторинг для лучшего понимания последствий загрязнения и разработки эффективных стратегий для защиты экосистем от различных химических веществ. Необходимо полностью исключить использование химических удобрений в лесном и сельском хозяйстве, заменить препараты на вещества с биологической основой. Усилить контроль выбросов предприятий и увеличить штрафы за несоблюдение. Только такими методами можно добиться устойчивости почв лесных экосистем.

Список литературы

1. Сайт министерства природы Удмуртской Республики. – URL: <http://www.minpriroda-udm.ru> (дата обращения 08.10.2023).
2. Аккумуляция радионуклидов растениями лесных фитоценозов / А. А. Носков; научный руководитель И. Т. Русских // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – № 1 (14). – С. 460–463.
3. Применение удобрений и пестицидов, их воздействие на экосистему. – URL: <https://studfile.net/preview/9382657/page:24/> (дата обращения 08.10.2023).

УДК 634.722

В. Л. Бопп

Красноярский ГАУ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ СМОРОДИНЫ КРАСНОЙ

Приведены результаты исследований по влиянию полной дозы минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}$), половинной дозы минеральных удобрений ($N_{45}P_{45}K_{45}$), органо-минеральных удобрений: торф + цеолит; торф + цеолит + 10 % NPK; торф + цеолит + 20 % NPK; торф + цеолит + 30 % NPK на зимостойкость маточных насаждений смородины черной. Показано, что торфо-цеолитные удобрения, обогащенные 20 % NPK, обеспечили лучшее общее состояние растений и содействовали повышению зимостойкости культуры.

Смородина черная – одна из наиболее ценных ягодных культур, культивируемых в Сибири. В условиях рискованного земледелия региона необходимо обеспечить устойчивость агрофитоценозов, минимизируя снижение продуктивности насаждений, в том числе маточных посадок, от природных стресс-факторов [4].

Подмерзание побегов маточных растений снижает выход черенкового материала, что наносит ущерб питомниководству. Поэтому в экстремальных условиях сибирского региона необходимо обеспечить выносливость растений по отношению к неблагоприятным условиям зимнего периода. Это предопределяет повышенные требования к уровню зимостойкости культур, которые достигаются как селекционными методами, так и агротехническими приемами.

Цель исследований – провести сравнительную оценку действия минеральных и органо-минеральных удобрений на зимостойкость маточных растений смородины черной.

Опыты проведены в ягодном питомнике Минусинской опытной станции садоводства и бахчеводства в 2003–2004 гг. на посадках смородины черной сорта Достойная.

Основываясь на результатах агрохимического анализа почвы и зональных рекомендаций [2], была определена доза внесения минеральных удобрений – $N_{90}P_{90}K_{90}$. Для сравнения эффективности

действия было предусмотрено использование половинной ее величины – $N_{45}P_{45}K_{45}$, а также внесение органо-минеральных удобрений, полученных из торфа и цеолитов месторождений Красноярского края. Варианты опыта: 1 – контроль (без применения удобрений; 2 – $N_{90}P_{90}K_{90}$; 3 – $N_{45}P_{45}K_{45}$; 4 – торф + цеолит; 5 – торф + цеолит + 10 % NPK; 6 – торф + цеолит + 20 % NPK; 7 – торф + цеолит + 30 % NPK.

Для территории землепользования опытной станции характерно быстрое нарастание и резкое колебание минусовых температур при малом уровне снежного покрова.

Сибирские сорта садовых культур отличаются коротким периодом покоя, высокой возбудимостью почек, что обуславливает гибель последних от резких перепадов температуры зимой [5], также для смородины губительны зимне-весенние оттепели [1].

Значительное влияние на повышение потенциала устойчивости растений к неблагоприятным погодным условиям холодного времени года оказывает режим питания [3].

Зимостойкость маточных растений смородины черной при использовании минеральных и торфо-цеолитных удобрений оценивали по следующим параметрам: общее состояние растений в конце каждого вегетационного периода и подмерзание древесины весной 2004 г. (рис. 1). Агрехимикаты были внесены весной 2003 г., поэтому оценка общего состояния растений в конце вегетационного периода хорошо отражает их влияние на рост и развитие культуры.

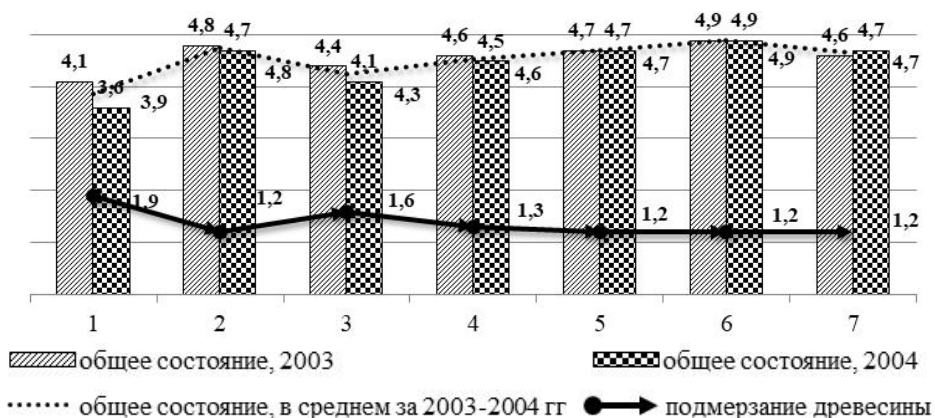


Рисунок 1 – Зимостойкость маточных растений смородины черной при использовании минеральных и торфо-цеолитных удобрений, балл: 1. Контроль; 2. $N_{90}P_{90}K_{90}$; 3. $N_{45}P_{45}K_{45}$; 4. Торф + цеолит; 5. Торф + цеолит + 10 % NPK; 6. Торф + цеолит + 20 % NPK; 7. Торф + цеолит + 30 % NPK, НСР₀₅ общее состояние: 2003 г. – 0,6; 2004 г. – $F_{\phi} < F_{05}$; НСР₀₅ подмерзание древесины – 0,2

В среднем за два года эксперимента общее состояние контрольных растений оценивается в 3,9 балла. Начало вегетации

смородины начинается рано весной, как только сойдет снег, почки начинают распускаться. В это время доступных для растений элементов питания (особенно азота) в почве еще мало – микробиологическая деятельность подавлена. В начале весны ягодные кустарники растут преимущественно за счет запасов, отложенных в древесине и корнях с осени предыдущего года. Поэтому чем лучше растения обеспечены доступными элементами питания в течение всего вегетационного периода, тем интенсивнее стартовая активность ростовых процессов, что и обеспечивает хорошее и отличное состояние маточных насаждений.

Анализ показывает положительный отклик растений смородины на применение агроメリорантов. Ранжирование показателя по возрастающему вектору в среднем за два года исследований следующее: $N_{45}P_{45}K_{45} < \text{торф} + \text{цеолит} < \text{торф} + \text{цеолит} + 30 \% \text{ NPK} < \text{торф} + \text{цеолит} + 10 \% \text{ NPK} < N_{90}P_{90}K_{90} < \text{торф} + \text{цеолит} + 20 \% \text{ NPK}$.

На всех участках с применением минеральных и органоминеральных удобрений отмечено статистически значимое повышение зимостойкости древесины по сравнению с контрольными растениями. Лучший результат зафиксирован на делянках с внесением $N_{90}P_{90}K_{90}$ и торфо-цеолита с корректирующими добавками NPK, не зависимо от дозы насыщения – 1,2 балла. Вероятно, положительное действие калия минеральных туков и цеолита и умеренное содержание азота позволили повысить устойчивость древесины смородины к зимним повреждениям.

Доля влияния удобрений на повышение зимостойкости растений смородины черной значительная – 82,7 %.

Таким образом, использование минеральных и органоминеральных удобрений обеспечивает увеличение зимостойкости насаждений, повышая их общее состояние ближе к отличному.

Торф + цеолит + 20 % NPK по изучаемым показателям превосходит рекомендованную дозу минеральных туков $N_{90}P_{90}K_{90}$. Инкрустирование торфо-цеолита минеральными удобрениями позволяет депонировать элементы питания в каналах цеолита и постепенно передавать их в почвенный раствор и таким образом пролонгировать действие удобрений, что соответствует тренду ресурсосбережения и рационального использования.

Список литературы

1. Муравьева, Л. П. Основные направления и результативность селекции черной смородины на юге Средней Сибири / Л. П. Муравьева // Научное обеспече-

ние отрасли растениеводства в экстремальных условиях Сибири: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2006. – С. 477–480.

2. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе. Научно-практические рекомендации. – Красноярск, 2015. – С. 174–188.

3. Северин, В. Ф. Зимостойкость генеративных органов смородины черной и ее урожайность / В. Ф. Северин, Е. В. Рыбачук, И. В. Селезнева // Вестник Алтайского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 19–23.

4. Сорокопудов, В. Н. Биологические особенности смородины и крыжовника при интродукции: монография / В. Н. Сорокопудов, Е. А. Мелькумова. – Новосибирск, 2003. – 296 с.

5. Усенко, В. И. Селекция садовых культур в Сибири: ее особенности, итоги и задачи / В. И. Усенко // Садоводство и виноградарство. – 2007. – № 4. – С. 18.

УДК 635.132:631.5

Т. Е. Иванова

Удмуртский ГАУ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ

При сравнительной оценке продуктивности сортов моркови столовой выявлено, что Наполи F₁ и Ромоса обеспечили достоверную прибавку урожайности общей и стандартных корнеплодов за счет увеличения массы корнеплода и по сорту Наполи F₁ количества корнеплодов.

Морковь столовая – одна из важнейших овощных культур, успешно возделываемых во всех регионах РФ. Она занимает 10 % в структуре посевных площадей овощных культур страны и составляет более 10 % валового сбора всех овощей открытого грунта [11].

Важным и определяющим в производстве овощей является правильный подбор сортов с учетом почвенно-климатических условий региона [3, 4, 6]. Максимальную продуктивность сортов возможно получить при создании оптимальных условий технологии их выращивания [1, 2, 7–10].

Материалы и методы. В 2019 г. исследования сортов моркови столовой (Нантская 4 – контроль, Бессердцевинная, Наполи F₁, Ромоса, Самсон) проводили в д. Подшивалово Завьяловского района Удмуртской Республики. Способ посева – ленточный двухстрочный 50+20 см. Весовая норма высева по сортам моркови

рассчитана с учетом лабораторной всхожести, числа семян в 1 кг, способа посева и площади питания одного растения и составила: Нантская 4 – 3,1, Бессердцевинная – 4,1, Наполи F₁ – 5,2, Ромоса – 3,1, Самсон – 4,2 кг/га. Размещение вариантов в опыте – систематическим методом, в трехкратной повторности.

Закладка опыта и исследования были проведены согласно методике опытного дела [5].

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Содержание гумуса составило 2,4 %, что является средним показателем. По степени кислотности почва – нейтральная, что соответствует требованиям культуры. Степень насыщенности основаниями высокая. Обеспеченность почв подвижным фосфором – высокая (247 мг/кг). Содержание обменного калия – низкое (72 мг/кг).

Технология выращивания моркови столовой соответствовала зональным особенностям.

Результаты исследований. В 2019 г. средняя температура воздуха в период появления всходов моркови (3 декада мая) составила 13,4 °С. В июне температура воздуха по декадам – 14,6–17,4 °С, что благоприятно воздействовало на нарастание листьев растений моркови, так как для их формирования необходима температура в этих пределах. Количество осадков в этом месяце выпало 79 % от средних многолетних данных.

В период начала образования корнеплода моркови (2–3 декады июля) температура воздуха была ниже среднемноголетней 1,3 и 1,8 °С, осадков выпало 147 и 75 % от средних многолетних, и их нарастание (август) проходило при избыточном выпадении осадков и пониженной температуре воздуха.

Таким образом, метеорологические условия вегетационного периода 2019 г. характеризовались неравномерным выпадением осадков и пониженной температурой воздуха, что оказало влияние на вегетацию моркови столовой.

Полные всходы по сортам моркови отмечали 27 мая, начало образования корнеплода – 15 июля, и наступление технической спелости – 25 августа.

Исследования показали, что выращивание различных сортов влияет на формирование урожайности корнеплодов моркови столовой. Густота всходов сортов моркови столовой составила 35,3–40,0 шт./м², различия не существенны, так как $F_{\phi} < F_{05}$ (табл. 1).

Выращивание сортов Наполи F₁ и Ромоса относительно контроля способствовало увеличению общей урожайности корнеплодов моркови на 1,67 и 1,61 кг/м² при НСР₀₅ 1,00 кг/м². По сортам Бессердцевинная и Самсон общая урожайность корнеплодов составила на уровне контроля.

Таблица 1 – Общая урожайность сортов моркови столовой и её структура

| Сорт | Общая урожайность, кг/м ² | Густота всходов, шт./м ² | Общее количество корнеплодов, шт./м ² | Общая масса корнеплода, г |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------|
| Нантская 4 (к) | 3,90 | 37,7 | 30,0 | 130 |
| Бессердцевинная | 4,69 | 35,3 | 31,3 | 150 |
| Наполи F ₁ | 5,57 | 40,0 | 36,0 | 154 |
| Ромоса | 5,51 | 35,7 | 27,0 | 204 |
| Самсон | 4,33 | 34,7 | 30,3 | 143 |
| НСР ₀₅ | 1,00 | F _φ <F ₀₅ | 4,3 | 20 |

Общее количество корнеплодов по сорту Наполи F₁ было больше на 6,0 шт./м² (контроль 30,0 шт./м²) при НСР₀₅ 4,3 шт./м², по остальным изучаемым сортам моркови столовой разница данного показателя составила в пределах ошибки опыта.

Сорта моркови столовой в опыте существенно отличались по массе корнеплода. По сортам Бессердцевинная, Наполи F₁ и Ромоса наблюдается достоверное увеличение общей массы корнеплода на 20–74 г при НСР₀₅ 20 г.

При анализе данных урожайности стандартных корнеплодов выявлено, что выращивание сортов Бессердцевинная, Наполи F₁ и Ромоса обеспечило достоверную прибавку на 1,18, 1,55 и 1,04 кг/м² (контроль 3,19 кг/м²) при НСР₀₅ 0,72 кг/м², однако разница урожайности между сортами составила в пределах ошибки опыта (табл. 2). Количество стандартных корнеплодов также по сорту Наполи F₁ превышало контроль на 5,4 шт./м² при НСР₀₅ 5,1 шт./м².

Масса стандартного корнеплода по сортам Бессердцевинная, Наполи F₁, Ромоса в сравнении с контролем получена выше на 29, 27 и 71 г при НСР₀₅ 16 г. Наибольшую массу корнеплода сформировал сорт Ромоса.

Длина корнеплода по сортам Наполи F₁ и Самсон была существенно меньше на 2,2 и 3,1 см (контроль 22,3 см) при НСР₀₅ 2,1 см. По остальным сортам моркови столовой существенных различий с контролем не выявлено. При анализе диаметра корне-

плода моркови столовой выявлено увеличение по сортам Бессердцевинная и Наполи F₁ на 0,6 и 0,7 см при НСР₀₅ 0,5 см.

По всем изучаемым сортам моркови столовой содержание сухого вещества в корнеплодах в сравнении с контролем было существенно выше на 1,1–3,6 % при НСР₀₅ 0,4 % (табл. 3).

Таблица 2 – Товарная урожайность сортов моркови столовой и её структура

| Сорт | Товарная урожайность, кг/м ² | Количество товарных корнеплодов, шт./м ² | Масса товарного корнеплода, г | Длина корнеплода, см | Диаметр корнеплода, см |
|-----------------------|---|---|-------------------------------|----------------------|------------------------|
| Нантская 4 (к) | 3,19 | 25,3 | 127 | 22,3 | 2,5 |
| Бессердцевинная | 4,37 | 28,0 | 156 | 22,8 | 3,1 |
| Наполи F ₁ | 4,74 | 30,7 | 154 | 20,1 | 3,2 |
| Ромоса | 4,23 | 21,3 | 198 | 23,6 | 2,9 |
| Самсон | 3,20 | 23,3 | 137 | 19,3 | 2,6 |
| НСР ₀₅ | 0,72 | 5,1 | 16 | 2,1 | 0,5 |

Таблица 3 – Показатели качества корнеплодов сортов моркови столовой

| Сорт | Сухое вещество, % | Водорастворимые сахара, % | Нитраты, мг/кг |
|-----------------------|-------------------|---------------------------|----------------|
| Нантская 4 (к) | 12,6 | 11,0 | 7,8 |
| Бессердцевинная | 15,3 | 13,0 | 7,0 |
| Наполи F ₁ | 16,2 | 14,7 | 12,1 |
| Ромоса | 13,7 | 10,7 | 9,3 |
| Самсон | 13,7 | 12,0 | 8,4 |
| НСР ₀₅ | 0,4 | 0,9 | 1,8 |

Повышение содержания водорастворимых сахаров в корнеплодах моркови отмечено по сортам Самсон, Наполи F₁, Бессердцевинная на 1,0, 3,7 и 2,0 % при НСР₀₅ 0,9 %. Содержание нитратов в корнеплодах сортов моркови было невысокое, однако, по сорту Наполи F₁ данный показатель был выше на 4,3 мг/кг.

Выводы. Сорта моркови столовой Бессердцевинная, Наполи F₁, Ромоса обеспечили достоверную прибавку урожайности стандартных корнеплодов на 1,18, 1,55 и 1,04 кг/м² при НСР₀₅ 0,72 кг/м², за счет увеличения массы стандартного корнеплода.

По изучаемым сортам столовой моркови содержание сухого вещества в корнеплодах выше контроля на 1,1–3,6 %. Существенное увеличение водорастворимых сахаров получено по сортам Самсон, Наполи F₁, Бессердцевинная.

Список литературы

1. Бортник, Т. Ю. Эффективность использования органического удобрения РосПочва под овощные культуры в условиях Удмуртской Республики: монография / Т. Ю. Бортник, Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – 200 с.
2. Иванова, Т. Е. Урожайность и качество моркови сорта Самсон в зависимости от срока посева / Т. Е. Иванова // Научное обеспечение реализации национальных проектов в сельском хозяйстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. – С. 65–70.
3. Иванова, Т. Е. Урожайность и качество сортов моркови / Т. Е. Иванова // Юбилейные чтения: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию профессоров Юриной А. В. и Котова Л. А. – Екатеринбург: ФГОУ ВПО Уральская ГСХА, 2009. – С. 47–51.
4. Иванова, Т. Е. Распределение осадков за вегетационный период / Т. Е. Иванова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 34–38.
5. Иванова, Т. Е. Методика опытного дела: учебное пособие / Т. Е. Иванова, Т. Ю. Бортник, Е. В. Лекомцева. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – 175 с.
6. Иванова, Т. Е. Изменения среднесуточной температуры воздуха / Т. Е. Иванова // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3-х томах. – Ижевск: Удмуртский ГАУ, 2023. – С. 32–36.
7. Использование продукта анаэробной переработки навоза в качестве органического удобрения под овощные культуры / Е. В. Лекомцева [и др.] // Гавриш. – 2009. – № 3. – С. 36–41.
8. Лекомцева, Е. В. Влияние нового органического удобрения на урожайность и качество продукции овощных культур / Е. В. Лекомцева, Т. Ю. Бортник, Т. Е. Иванова // Научный потенциал – аграрному производству: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 450-летию вхождения Удмуртии в состав России. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2008. – С. 37–41.
9. 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 УР, почетного работника высшей школы РФ профессора В. П. Ковриго. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 235–238.
10. Соколова, Е. В. Сравнить на практике / Е. В. Соколова, О. В. Коробейникова, В. М. Мерзлякова // Агробизнес. – 2020. – № 6 (65). – С. 18–20.
11. Уровень производства овощных культур в Удмуртии / Л. А. Несмелова [и др.] // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование:

материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, заслуженного деятеля науки УР, почётного работника высшей школы РФ, профессора Вячеслава Павловича Ковриго. – Ижевск, 2023. – С. 102–107.

УДК 635.262:631.559

Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова

Удмуртский ГАУ

УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО ЧЕСНОКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФРАКЦИИ ОДНОЗУБОК И ПОДКОРМОК

По результатам исследований двукратная подкормка озимого чеснока многофункциональными удобрениями Здравень Аква, Йоу лук чеснок обеспечила достоверную прибавку урожайности в среднем на 0,08 и 0,15 кг/м². Мелкий посадочный материал сформировал урожайность озимого чеснока ниже на 0,49 кг/м².

В качестве посадочного материала озимого чеснока применяют зубки. При длительном использовании зубков для посадки происходит вырождение озимого чеснока, накапливается инфекция и снижается урожайность. Для повышения продуктивности озимого чеснока важным условием является использование качественного посадочного материала. Для оздоровления посадочного материала озимый чеснок выращивают без удаления цветочной стрелки для получения бульбочек, затем однозубок и товарной луковицы [5, 6]. Выращенные из воздушных луковичек однозубки полностью освобождаются от вирусной инфекции, более зимостойкие и урожайные, поэтому такой способ получения оздоровленного посадочного материала очень актуален в технологии выращивания озимого чеснока [7, 9].

Корневая система чеснока, как и у всех луковичных, мочковатая, слаборазветвленная и довольно слабо развита, в почву проникает неглубоко, поэтому необходимы плодородные почвы и в технологии выращивания луковых культур обязательно внесение органических и минеральных удобрений [2, 8]. Эффективным является применение многофункциональных удобрений [1, 13]. Многофункциональные удобрения содержат, кроме основных элементов питания, микроэлементы и биостимуляторы, оказывающие специфическое влияние на почву и растения.

Большое влияние на уровень урожайности оказывают природно-климатические условия: температура воздуха [12], уровень грунтовых вод, количество осадков [10] и т.п. Также влияние оказывают система земледелия и технология выращивания культуры [3, 4, 11].

Материалы и методы. В 2020–2021 гг. на озимом чесноке сорта Шадейка были проведены исследования по изучению подкормок многофункциональными удобрениями (без подкормки, вода (контроль), Здравень Аква, Йоу лук чеснок) и массы однозубок (1,0–2,0 г, >2,0–3,0 г (контроль)). Размещение вариантов методом расщеплённых делянок, в четырёхкратной повторности. Удобрения вносили в виде корневой подкормки в период нарастания листьев и в начале формирования луковицы по схеме опыта в дозах, рассчитанных по азоту.

Опыт закладывали в п. Италмас Завьяловского района Удмуртской Республики на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. По содержанию гумуса почва слабогумусирована (2,15 %). Кислотность близка к нейтральной, что соответствует требованиям культуры. Обеспеченность почвы подвижным фосфором очень высокая (311 мг/кг), содержание обменного калия повышенное (159 мг/кг).

Результаты исследований. В первой и второй декадах октября температура воздуха составила 7,2 и 7,9 °С, что благоприятно повлияло на отрастание корней. В зимний период температура воздуха в основном была ниже среднемноголетней на -1,3... -5,3 °С. В период отрастания листьев (третья декада апреля) температура воздуха составила 11,3 °С, что оказало положительное влияние на развитие вегетативной массы. В период вегетации озимого чеснока температура воздуха была в основном выше нормы.

Чеснок нуждается в хорошем увлажнении, особенно осенью, после посадки, для формирования корней, и в июне – в период образования и нарастания луковицы. В эти периоды отмечался недостаток влаги, что негативно сказалось на формировании урожая.

В целом вегетационный период характеризовался оптимальной температурой воздуха и неравномерным выпадением осадков.

В 2021 г. изучаемые удобрения обеспечили достоверное повышение урожайности озимого чеснока по фракции однозубок >2,0–3,0 г на 0,11–0,20 кг/м² при НСР₀₅ частных различий фактора А 0,11 кг/м². По мелким однозубкам разница урожайности при подкормке удобрениями была в пределах ошибки опыта (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность озимого чеснока
в зависимости от массы однозубок и подкормок, кг/м²

| Фактор А (подкормка) | Фактор В (масса однозубок, г) | | Среднее по фактору А | |
|-------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------------|------|
| | 1,0–2,0 | >2,0–3,0 (к) | | |
| Без подкормки | 0,72 | 1,07 | 0,89 | |
| Вода (к) | 0,72 | 1,19 | 0,95 | |
| Здравень Аква | 0,76 | 1,30 | 1,03 | |
| Юу лук чеснок | 0,81 | 1,39 | 1,10 | |
| Среднее В | 0,75 | 1,24 | – | |
| НСР ₀₅ | Частных различий | | Главных эффектов | |
| | А | В | А | В |
| | 0,11 | 0,08 | 0,07 | 0,04 |

По удобрениям Здравень Аква и Юу лук чеснок получено увеличение урожайности озимого чеснока в среднем на 0,08 и 0,15 кг/м² (контроль 0,95 кг/м²) при НСР₀₅ главных эффектов фактора А 0,07 кг/м². По фракции однозубок 1,0–2,0 г в сравнении с фракцией >2,0–3,0 г отмечено снижение урожайности на 0,35–0,58 кг/м² при НСР₀₅ частных различий фактора В 0,08 кг/м². При посадке мелких однозубок урожайность получена ниже в среднем на 0,49 кг/м² при НСР₀₅ главных эффектов фактора В 0,04 кг/м².

Подкормка удобрениями Здравень Аква и Юу лук чеснок оказалась более эффективной по крупным однозубкам, при этом получено достоверное увеличение массы луковицы озимого чеснока на 5,5 и 8,4 г, а при посадке мелких однозубок повышение произошло только при внесении Юу лук чеснок на 6,7 г при НСР₀₅ частных различий фактора А 4,2 г (табл. 2).

Таблица 2 – Масса луковицы озимого чеснока
в зависимости от массы однозубок и подкормок, г

| Фактор А (подкормка) | Фактор В (масса однозубок, г) | | Среднее по фактору А | |
|-------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------------|-----|
| | 1,0–2,0 | >2,0–3,0 (к) | | |
| Без подкормки | 21,7 | 39,5 | 30,6 | |
| Вода (к) | 22,7 | 43,2 | 33,0 | |
| Здравень Аква | 25,2 | 48,7 | 37,0 | |
| Юу лук чеснок | 29,4 | 51,6 | 40,5 | |
| Среднее В | 24,8 | 45,8 | – | |
| НСР ₀₅ | Частных различий | | Главных эффектов | |
| | А | В | А | В |
| | 4,2 | 2,8 | 3,0 | 1,4 |

При посадке мелких однозубок наблюдалось снижение массы луковицы на 21 г при НСР₀₅ главных эффектов фактора В 1,4 г.

Удобрения не оказали влияния на формирование числа зубков в луковице озимого чеснока. Число зубков в луковице озимого чеснока при посадке однозубок массой 1,0–2,0 г по сравнению с фракцией >2,0–3,0 г в среднем было меньше на 1,9 шт. при НСР₀₅ главных эффектов фактора В 0,3 шт. (табл. 3).

Масса зубка озимого чеснока при подкормке удобрением Жоу лук чеснок была существенно выше по мелкой и крупной фракциям посадочного материала на 1,3 и 1,9 г при НСР₀₅ частных различий фактора А 0,7 г (табл. 4).

По однозубкам массой 1,0–2,0 г по сравнению с фракцией >2,0–3,0 г получено снижение массы зубка озимого чеснока на 1,2–2,0 г при НСР₀₅ частных различий фактора В 0,3 г. По мелкому посадочному материалу масса зубка в среднем была меньше на 1,6 г при НСР₀₅ главных эффектов фактора В 0,2 г.

Таблица 3 – Число зубков в луковице озимого чеснока в зависимости от массы однозубок и подкормок, шт.

| Фактор А (подкормка) | Фактор В (масса однозубок, г) | | Среднее по фактору А | |
|-------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------|-----|
| | 1,0–2,0 | >2,0–3,0 (к) | | |
| Без подкормки | 4,2 | 6,2 | 5,2 | |
| Вода (к) | 4,0 | 6,0 | 5,0 | |
| Здравень Аква | 4,5 | 6,5 | 5,5 | |
| Жоу лук чеснок | 4,2 | 5,8 | 5,0 | |
| Среднее В | 4,2 | 6,1 | – | |
| НСР ₀₅ | Частных различий | | Главных эффектов | |
| | А | В | А | В |
| | $F_{\phi} < F_{05}$ | 0,6 | $F_{\phi} < F_{05}$ | 0,3 |

Таблица 4 – Масса зубка озимого чеснока в зависимости от массы однозубок и подкормок, г

| Фактор А (подкормка) | Фактор В (масса однозубок, г) | | Среднее по фактору А | |
|-------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------|-----|
| | 1,0–2,0 | >2,0–3,0 (к) | | |
| Без подкормки | 5,0 | 6,2 | 5,6 | |
| Вода (к) | 5,6 | 7,0 | 6,3 | |
| Здравень Аква | 5,6 | 7,4 | 6,5 | |
| Жоу лук чеснок | 6,9 | 8,9 | 7,9 | |
| Среднее В | 5,8 | 7,4 | – | |
| НСР ₀₅ | Частных различий | | Главных эффектов | |
| | А | В | А | В |
| | 0,7 | 0,3 | 0,5 | 0,2 |

Выводы. Подкормка удобрением Жоу лук чеснок обеспечила достоверную прибавку урожайности озимого чеснока на 0,15 кг/м², за счёт формирования более крупных зубков. При использовании в качестве посадочного материала однозубок массой 1,0–2,0 г в сравнении с однозубками массой >2,0–3,0 г отмечено снижение урожайности и её показателей структуры.

Список литературы

1. Башков, А. С. Влияние многофункциональных удобрений на урожайность озимого чеснока и получение оздоровленного посадочного материала в условиях Удмуртской Республики / А. С. Башков, Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 9. – С. 58–60.
2. Влияние доз органического удобрения и посадочного материала на урожайность озимого чеснока / Е. А. Григорьева [и др.] // Агрономическому факультету Ижевской ГСХА – 60 лет: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 146–148.
3. Иванова, Т. Е. Применение мульчирующих материалов при выращивании озимого чеснока / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева, А. В. Степанова // Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2013. – С. 76–79.
4. Иванова, Т. Е. Влияние сорта и срока посадки на урожайность озимого чеснока / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф. В 3-х т. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – Т. 1. – С. 23–27.
5. Иванова, Т. Е. Урожайность сортов озимого чеснока при выращивании с удалением и без удаления цветочной стрелки / Т. Е. Иванова // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. – С. 13–15.
6. Иванова, Т. Е. Урожайность луковиц, бульбочек, однозубок озимого чеснока в зависимости от применения многофункциональных удобрений / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2015. – № 8. – С. 38.
7. Иванова, Т. Е. Урожайность воздушных луковичек сортов озимого чеснока / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 17–19.
8. Иванова, Т. Е. Влияние жидких комплексных удобрений на урожайность и качество озимого чеснока / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хо-

зяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 3 т. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 29–33.

9. Иванова, Т. Е. Сравнительная оценка продуктивности сортообразцов озимого чеснока в зависимости от массы однозубок / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева // 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. 83–87.

10. Иванова, Т. Е. Распределение осадков за вегетационный период / Т. Е. Иванова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 34–38.

11. Иванова, Т. Е. Анализ корреляционной зависимости биометрических показателей растений озимого чеснока / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 3-х т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 31–35.

12. Иванова, Т. Е. Изменения среднесуточной температуры воздуха / Т. Е. Иванова // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3-х т. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 32–36.

13. Лекомцева, Е. В. Изучение применения многофункциональных удобрений под озимый чеснок в условиях Удмуртской Республики / Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова // Научное обеспечение развития АПК в современных условиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2011. – С. 90–93.

УДК 634.75:631.526.32

Л. А. Несмелова

Удмуртский ГАУ

СОРТОИЗУЧЕНИЕ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

Представлены результаты исследований сортов земляники садовой в учебном саду УдГАУ. В результате проведенных исследований выявили, что высокая урожайность (171, 2; 219,0 и 258,14 г/м²) и наибольшее количество посадочного материала земляники садовой получено у сортов Альтаир, Италмас и Сирия.

Актуальность темы. С увеличением жизненного уровня населения непрерывно растет спрос на свежие ягоды и продукты их переработки. Земляника садовая (*Fragaria x ananassa* Duch.) – одна

из наиболее популярных и широко распространенных ягодных культур в мире. Во многих областях плоды земляники открывают сезон потребления свежих фруктов и ягод. Ягоды земляники садовой всегда пользуются большим спросом. Ягода широко используется в свежем и переработанном на компоты, варенья, джемы, вино и др. Свежие ягоды можно также замораживать. В нашей стране земляника садовая (крупноплодная) занимает более 50 тыс. га. Норма потребления в России на душу населения в год в среднем считается 3,8 кг. Потребление значительно отстает от потребностей [8].

При высоком уровне агротехники землянику садовую можно успешно выращивать в различных природно-климатических условиях [4].

Традиционным способом размножения земляники садовой является размножение дочерними розетками. Однако для многих сортов характерна низкая усообразующая способность, за сезон они способны сформировать совсем небольшое количество усов и дочерних розеток, недостаточное для получения необходимого объема рассады. В связи с этим встает вопрос о способе размножения сортов земляники садовой для ускоренного и массового получения высококачественного посадочного материала в нужные сроки. В настоящее время установлено большое значение физиологически активных веществ – регуляторов роста и развития растений в практике сельского хозяйства [1, 6].

Большой интерес исследователей привлекает изучение эффективности воздействия регуляторов роста, однако действие многих регуляторов роста на перспективные сорта земляники садовой, которые сравнительно недавно появились на международном рынке, остается мало изученным. Исследование эффективности влияния регуляторов роста нового поколения на интенсивность усообразования, а также на продуктивность сортов земляники садовой, представляет интерес для оптимизации размножения и продвижения новых сортов [10].

Многие сорта земляники современного производства поражаются целым рядом различных заболеваний. При размножении традиционным способом от материнского растения рассаде передается множество грибковых заболеваний и вирусов [7].

Цель исследований – сортоизучение земляники садовой.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить особенности роста, развития сортов земляники садовой.

2. Выявить самые урожайные сорта земляники садовой.

Опыты закладывались в 2022 г. в учебном саду ФГБОУ ВО УдГАУ, который расположен на территории, прилегающей к учебному корпусу № 2. Площадь участка составляет около 1,5 тыс. м². В учебном саду высажено около 200 саженцев более 80 сортов, 19 плодовых и ягодных культур (яблоня, клоновые подвои яблони, груша, айва, вишня обыкновенная, вишня степная, вишня песчаная, слива домашняя, слива китайская, алыча, черешня, абрикос, смородина чёрная, смородина красная, смородина белая, крыжовник, жимолость, малина, земляника) [5].

Опыт закладывался на дерново-подзолистой среднесуглинистой слабосмытой почве. В таблице 1 представлены агрохимические показатели почвы опытного участка.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой среднесуглинистой слабосмытой почвы «Учебного сада»

| Органическое вещество, % | pH _{KCL} | Физико-химические показатели, ммоль/100 г | | V, % | Содержание подвижных элементов, мг/кг | |
|--------------------------|-------------------|---|-----|------|---------------------------------------|------------------|
| | | N _r | S | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1,56 | 6,84 | 0,53 | 5,7 | 91,5 | 191 | 256 |

Установлено, что содержание органического вещества в почве опытного участка очень низкое и составляет 1,56 %. Реакция почвенной среды нейтральная при высоком содержании подвижных форм фосфора (191 мг/кг) и очень высоком обменного калия (256 мг/кг), что соответствует требованиям плодово-ягодных культур. Для дерново-подзолистых почв характерно низкое значение суммы обменных оснований, что вызвано в первую очередь низким содержанием органического вещества. Так, при анализе почвенного образца значение суммы обменных оснований было низким и составило 5,7 ммоль/100 г почвы [9].

Закладка опыта и исследования были проведены согласно методике полевого опыта [2].

В 2022 г. был проведён мелкоделяночный опыт по сортоизучению земляники садовой первого года плодоношения на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве.

Опыт однофакторный. В опыте 6 вариантов: Даренка (st.), Дуэт, Ярославна, Альтаир, Сирия, Италмас. Учётная площадь деланки 1 м². Размещение вариантов систематическим методом, в трехкратной повторности.

В течение вегетационного периода за земляникой велись фенологические наблюдения, при этом отмечалась дата наступления массового цветения и плодоношения растений. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Фазы развития земляники садовой в зависимости от сорта

| Сорт | Дата | | | |
|---------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| | наступления начала цветения | наступления массового цветения | наступления начала плодоношения | наступления массового плодоношения |
| Даренка (st.) | 18.05 | 24.05 | 20.06 | 25.06 |
| Дуэт | 25.05 | 01.06 | 22.06 | 28.06 |
| Ярославна | 19.05 | 25.05 | 22.06 | 26.06 |
| Альтаир | 28.05 | 03.06 | 27.06 | 04.07 |
| Италмас | 25.05 | 01.06 | 22.06 | 28.06 |
| Сирия | 25.05 | 01.06 | 22.06 | 28.06 |

По литературным данным [3], в конце мая у земляники наступает фаза цветения, а массовое созревание ягод – в первой половине июля. В 2022 г. изучаемые сорта отличились друг от друга сроками развития. Так, позже контроля на 7–10 дней началось цветение земляники сортов Дуэт, Италмас, Сирия и Альтаир. У сорта Ярославна разница с контролем в наступлении фенологических фаз не была столь существенна и составляла 1–2 дня.

У земляники структура урожая определяется как внешними факторами (обеспеченность водой, почвенное плодородие и др.), так и факторами, обусловленными природой самого растения. На урожайность могут влиять как вегетативные части растений, так и генеративные.

В опыте определялись такие параметры, как число генеративных образований на растение – цветоносы, цветки, ягоды и масса одной ягоды, так и количество вегетативных органов – листья, рожки, усы, розетки. Полученные результаты представлены в таблицах 3, 4.

В период плодоношения у растений земляники подсчитывали количество листьев. В наших исследованиях более облиственными оказались сорта Италмас и Сирия. Количество листьев в этих вариантах было существенно выше контроля на 5,3; и 6,3 шт./куст соответственно (HCp_{05} – 5,3 шт./куст). Количество листьев в вариантах Дуэт, Ярославна и Альтаир было на уровне контроля и составило 9,3; 6,7 и 9,7 шт./куст.

Также в период вегетации земляники подсчитывали количество рожков. У всех изучаемых сортов данный показатель был на уровне контроля.

Таблица 3 – Биометрические показатели земляники садовой в зависимости от сорта

| Сорт | Количество листьев, шт./куст | | Количество рожков, шт./куст | | Количество усов, шт./куст | | Количество розеток на усах, шт./ус | |
|-------------------|------------------------------|-------|----------------------------------|-------|---------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| | среднее | откл. | среднее | откл. | среднее | откл. | среднее | откл. |
| Даренка (st.) | 8,0 | - | 3,3 | - | 15,0 | - | 4,7 | - |
| Дуэт | 9,3 | 1,3 | 3,0 | -0,3 | 13,0 | -2,0 | 4,0 | -0,7 |
| Ярославна | 6,7 | -1,3 | 2,3 | -1,0 | 9,3 | -5,8 | 1,7 | -3,0 |
| Альгаир | 9,7 | 1,7 | 2,7 | -0,7 | 13,8 | -1,3 | 1,7 | -3,0 |
| Италмас | 13,3 | 5,3 | 3,7 | 0,3 | 15,8 | 0,8 | 7,7 | 3,0 |
| Сирия | 14,3 | 6,3 | 3,7 | 0,3 | 15,3 | 0,3 | 2,7 | -2,0 |
| НСР ₀₅ | 5,3 | | F _φ < F ₀₅ | | 5,0 | | 2,3 | |

У сорта Ярославна отмечено существенное снижение количества усов на 5,8 шт./куст при НСР₀₅—5,0 шт./куст.

Наибольшее количество розеток было сформировано у сорта Италмас и составило в среднем 7,7 шт./ус (контроль 4,7 шт./ус). У сорта Ярославна и Альгаир наблюдалось достоверное снижение количества розеток на усе на 3,0 шт./ус соответственно при НСР₀₅ 2,3 шт./ус. У сортов Дуэт и Сирия существенных различий по сравнению с контролем не наблюдалось, количество розеток на усах было на уровне контрольного варианта.

Количество цветоносов на кусте существенно зависело от сортовых особенностей (табл. 4). Во всех изучаемых вариантах опыта, по сравнению с контрольным сортом Даренка (1 шт./куст), наблюдалось достоверное увеличение количества цветоносов от 0,7 до 2,3 шт./куст при НСР₀₅ – 0,7 шт./куст.

Таблица 4 – Структура урожайности земляники садовой в зависимости от сорта

| Сорт | Количество цветоносов, шт./куст. | | Количество цветков, шт./куст. | | Количество ягод, шт./куст. | | Масса 1 ягоды, г | |
|-------------------|----------------------------------|-------|-------------------------------|-------|----------------------------|-------|------------------|-------|
| | среднее | откл. | среднее | откл. | среднее | откл. | среднее | откл. |
| Даренка (st.) | 1,0 | - | 5,7 | - | 14,0 | | 7,2 | - |
| Дуэт | 2,3 | 1,3 | 14,7 | 9,0 | 9,0 | -5,0 | 10,9 | 3,8 |
| Ярославна | 1,7 | 0,7 | 5,7 | 0,0 | 9,0 | -5,0 | 8,6 | 1,5 |
| Альгаир | 1,7 | 0,7 | 12,3 | 6,7 | 14,0 | 0,0 | 15,2 | 8,0 |
| Италмас | 2,0 | 1,0 | 17,0 | 11,3 | 17,0 | 3,0 | 13,8 | 6,6 |
| Сирия | 3,3 | 2,3 | 22,7 | 17,0 | 21,0 | 7,0 | 16,5 | 9,3 |
| НСР ₀₅ | 0,7 | | 1,0 | | 1,9 | | 4,0 | |

Наибольшее количество цветков на кусте земляники садовой, по сравнению с контролем, отмечено у сортов Дуэт – 14,7 шт./куст, Альтаир – 12,3 шт./куст, Италмас – 17,0 шт./куст, Сирия – 22,7 шт./куст. Количество цветков у сорта Ярославна находилось на уровне контрольного варианта и составило 5,7 шт./куст соответственно.

Существенное увеличение количества ягод на 3,0 и 7,0 шт./куст при $НСР_{05} = 1,9$ шт./куст отмечено у сортов Италмас и Сирия и составила 17,0 и 21,0 шт./куст (контроль 14,0 шт./куст). У сортов Дуэт и Ярославна наблюдалось достоверное снижение количества ягод до 5 шт./куст. Сорт Альтаир по количеству ягод на кусте находился на уровне контрольного варианта.

Достоверное увеличение массы ягоды от 6,6 до 9,3 г при $НСР_{05} = 4,0$ г отмечено у сортов Альтаир, Италмас и Сирия. Масса ягоды в данных вариантах в среднем составила 13,8; 15,2 и 16,5 г. У сортов Дуэт и Ярославна существенных различий по сравнению с контрольным вариантом не наблюдалось, масса ягоды в среднем составила 8,6 и 10,9 г соответственно.

На урожайность земляники садовой влияют не только количество вегетативных и генеративных органов, обеспеченность растений питательными элементами, своевременность выполнения технологических операций, но и большое влияние оказывает сорт.

Средняя урожайность изучаемых сортов за 2022 г. представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общая урожайность сортов земляники садовой, г/м²

В наших исследованиях урожайность варьировала от 72,1 до 258,1 г/м². У сортов Дуэт, Альтаир, Италмас и Сирия отмечено существенное увеличение урожайности относительно контроля на 13,8; 72,8; 120,6; 159,7 г/м² (при $НСР_{05} = 5,9$ г/м²). У со-

рта Ярославна наблюдалось достоверное снижение урожайности по сравнению с контролем на 26,3 г/м² и составила 72,1 г/м².

Выводы. При изучении сортов земляники садовой первого года плодоношения по урожайности были выделены сорта – Альтаир, Италмас и Сирия. Общая урожайность составила 171, 2; 219,0 и 258,14 г/м² (контроль 98,4 г/м²). Количество усов варьировало от 9,3 до 15,8 шт./раст. Наибольшее количество розеток было сформировано у сорта Италмас и составило в среднем 7,7 шт./ус (контроль 4,7 шт./ус).

Список литературы

1. Влияние микробиологических удобрений на урожайность и качество земляники садовой / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева, Е. В. Соколова [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 8 (214). – С. 24–31.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Ежов, Л. А. Земляника (рекомендации по изучению биологии и агротехники возделывания земляники в личных садах) / Л. А. Ежов, Г. В. Толстова. – Пермь: ИПК «Звезда», 2000. – 55 с.
4. Иванова, Т. Е. Распределение осадков за вегетационный период / Т. Е. Иванова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 34–38.
5. Ленточкин, А. М. История кафедры плодоводства и овощеводства / А. М. Ленточкин // Современные направления и технологии в садоводстве, питомниководстве и овощеводстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 18 октября 2022 г., г. Ижевск. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 3–12.
6. Сравнительная оценка комплексных удобрений при внесении под землянику садовую / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева, Е. В. Соколова [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2021. – 3 (206). – С. 19–29.
7. Сунцова, О. В. Сортоизучение земляники садовой / О. В. Сунцова, Е. В. Соколова, О. П. Семакина // Высшему агрономическому образованию в Удмуртской Республике – 55 лет: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 55-летию агрономического факультета. – Ижевск, 2009. – С. 152.
8. Урожайность и качество земляники садовой при внесении удобрений / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева, Т. Н. Тутова [и др.] // Овощи России. – 2021. – № 3. – С. 94–99.
9. Ухов, П. А. Агрохимическая характеристика почвы учебного сада ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА / П. А. Ухов, А. В. Никитина // Вклад молодых уче-

ных в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Ижевск. – 2021. – С. 43–45.

10. Эффективность использования микробиологических удобрений при выращивании земляники садовой на дерново-среднеподзолистой почве / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева, Л. А. Несмелова [и др.] // Овощи России. – 2022. – № 2. – С. 50–56.

УДК 631.41

Е. В. Соколова, А. С. Кустов

Удмуртский ГАУ

АНАЛИЗ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ И ИХ СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ СТОЛОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ

Проведен агрохимический анализ почв учебного сада ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ. Исследуемые образцы почвы показали положительную агрохимическую характеристику. Почвы пригодны к выращиванию моркови.

Овощи играют важную роль в жизни человека, обеспечивая организм необходимыми витаминами, органическими кислотами, микроэлементами, биологически активными веществами, обладают высокими вкусовыми качествами. В структуре потребляемых человеком овощей большая доля принадлежит столовым корнеплодам. В Удмуртской Республике из корнеплодных растений выращиваются в большей степени морковь, свекла, редька, редис. Анализ многочисленных исследований, проведенных в условиях Удмуртской Республики, показал, что к важнейшим факторам, влияющим на рост, развитие и продуктивность овощных культур, относятся метеорологические условия, биологические особенности растений, плодородие почвы, водный и пищевой режим и другие факторы [5–8, 11].

Морковь выращивают повсеместно. Она является незаменимым продуктом питания. В корнеплодах содержится большое количество минеральных веществ, витаминов, эфирных масел, каротина. При соответствующей агротехнике высокие урожаи моркови получают как в южных районах, так и в средней полосе, и на Крайнем Севере. Широкое распространение, значительные урожаи,

сравнительно недорогое производство единицы продукции, хорошая лежкость позволяют обеспечивать население свежей морковью в течение года за счет местного ее производства [2, 3, 10].

Морковь – это растение семейства Сельдерейных, корнеплодная овощная культура. Это растение длинного светового дня, плохо переносит затенение. Вегетационный период 110–125 суток. У поздних сортов свыше 125 суток. Хорошо растет на рыхлых плодородных почвах. Это относительно засухоустойчивое и холодоустойчивое растение. По требованию к минеральным элементам морковь занимает одно из первых мест после капусты. По некоторым данным, на 100 ц корнеплодов моркови необходимо 21–27 кг, азота, 12–15 кг, фосфора, 48–52 кг, калия. Наибольшее количество питательных веществ морковь поглощает во вторую половину вегетации, когда происходит интенсивный рост корнеплодов [1, 4, 8, 9].

Материалы и методы. Для проведения исследований по влиянию регуляторов роста растений на морковь в учебном саду УдГАУ в 2023 г. взяты образцы почв, определены основные агрохимические показатели в химической лаборатории УдГАУ по общепринятым методикам [12].

Результаты исследований. Агрохимическое обследование почвы участка, выделенного для выращивания моркови, представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты агрохимического обследования почвы учебного сада УдГАУ

| Тип почвы | pH _{KCl} | Физико-химические показатели, ммоль/100 г | | Органическое вещество, % | Содержание подвижных элементов, мг/кг | |
|---|-------------------|---|------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| | | N _r | S | | P ₂ O ₅ мг/кг | K ₂ O мг/кг |
| Дерново-подзолистая среднесуглинистая слабосмытая | 6,98 | 0,43 | 29,0 | 3,5 | 251,3 | 220,6 |

Почва опытного участка имела нейтральную среду с показателем pH_{KCl} – 6,98.

В исследуемой почве наблюдалось содержание гумуса с показателем 3,5 %, вследствие чего образец относится к почве с высоким содержанием гумуса. Обеспеченность фосфором и калием по методу Кирсанова была очень высокой и высокой соответственно.

Выводы. Благодаря внесению перегноя в весенний период и выращиванию бахчевых культур, в частности арбузы и дыни, почва на исследуемой делянке имела хорошие агрохимические показатели и соответствовала требованиям моркови к почвенному плодородию.

Список литературы

1. Ахияров, Б. Г. Урожайность и качество корнеплодов моркови в зависимости от применения регуляторов роста / Б. Г. Ахияров, Л. М. Ахиярова, Р. Р. Бикметов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5. – С. 61–63.
2. Иванова, Т. Е. Урожайность и качество сортов моркови / Т. Е. Иванова // Юбилейные чтения: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию профессоров Юриной А. В. и Котова Л. А. – Екатеринбург: Уральская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – С. 47–51.
3. Колчин, Л. М. Опыт внедрение перспективных технологий возделывания и уборки моркови: научный аналитический обзор / Л. М. Колчин, Н. В. Романовский, В. И. Шамонин. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 84 с.
4. Мерзлякова, В. В. Микроэлементы с макропользой / В. В. Мерзлякова, Е. В. Соколова, В. В. Сентемов. – Гавриш, 2015. – № 2. – С. 34–39.
5. Несмелова, Л. А. Биохимические показатели сортов китайской редьки (лоба) при выращивании в условиях Удмуртской Республики // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4 (60). – С. 61–65.
6. Папонов, А. Н., Захаренко, Е. П. Все об овощах. – Москва: «Рипол КЛАССИК», 2000. – 416 с.
7. Показатели качества овощных культур в зависимости от технологии выращивания / Т. Е. Иванова [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1 (57). – С. 10–23.
8. Рабунец, Н. А. Столовые корнеплоды. – Москва: Россельхозиздат, 1981. – 56 с. ил.
9. Сазонова, Л. В., Власова, Э. А. Корнеплодные растения (морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, редис, редька). – Л.: Агропромиздат. Ленингр. Отделение, 1990. – 296 с.
10. Соколова, Е. В. Инновации в выращивании моркови / Е. В. Соколова, В. М. Мерзлякова // Картофель и овощи. – 2017. – № 5. – С. 26–27.
11. Тутова, Т. Н. Изучение сортов свеклы столовой / Т. Н. Тутова // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВПО РФ Валентины Михайловны Макаровой. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 437–440.

12. Ухов, П. А. Агрохимическая характеристика почв учебного сада ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА / П. А. Ухов, А. В. Никитина // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 43–45.

УДК 635.261:631.526.32

Т. Н. Тутова

Удмуртский ГАУ

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЯ СОРТОВ ЛУКА ПОРЕЯ

Приводится сравнительная оценка продуктивности растений сортов лука порея. В условиях Удмуртской Республики изучались сорта лука порея Слон, Хобот слона, Русский размер, F₁ Сибирский великан, Мамонт. В результате исследований выяснилось, что наибольшую массу растения и отделенной части имели растения сорта Слон, соответственно 217 и 149,8 г. Наибольший выход съедобной части имел лук порей Мамонт – 81,6 %.

В современных условиях значительное место в питании человека отводится овощным культурам. Овощи можно употреблять в свежем и переработанном виде. Многие овощи хорошо хранятся и переносят транспортировку, а некоторые из них даже перезимовывают под снегом. Поэтому их возможно использовать круглый год.

Среди овощных культур в потреблении большое значение имеет лук. В России и Удмуртии наибольшее распространение получил лук репчатый. Садоводы-любители также выращивают лук шалот, чеснок, порей [4–6].

В луке порее содержатся аскорбиновая кислота и каротин, углеводы, органические кислоты, минеральные соли, особенно соли калия, которые способствуют обмену веществ, эфирные масла. Этот вид лука устойчив к вредителям и болезням [1]. Лук порей ценится за более нежный вкус, чем лук порей. У него потребляют в пищу нижнюю часть листьев и сочную отбеленную ножку в свежем, бланшированном, обжаренном виде, используют для приготовления салатов, первых и вторых блюд. Лук порей рекомендуют также в диетическом питании.

В Нечерноземной зоне, на Урале, в том числе Удмуртской Республике лук порей выращивают рассадным способом [2–3, 5, 7–8]. Важное значение в успехе возделывания сельскохозяйственных культур принадлежит правильному выбору сорта [1, 6–9]. В условиях Удмуртской Республики изучались биометрические показатели, продуктивность и качество продукции различных сортов лука порея [2–3, 7–8].

Материалы и методика. В 2022 г. на муниципальных землях с. Ягул Завьяловского района Удмуртской Республики был проведен полевой мелкоделяночный однофакторный опыт. Изучались сорта лука порея: Слон (к), Хобот слона, Русский размер, F₁ Сибирский великан и Мамонт. Учетная площадь делянки 1 м², схема посадки рассады 35×20 см. Во время уборки урожая определяли продуктивность растения сортов путем взвешивания всего растения, его отбеленной (съедобной) части, затем провели расчет выхода отбеленной части.

Цель: сравнительная оценка продуктивности сортов лука порея.

Задачи:

1. Определить массу растений сортов лука порея.
2. Установить выход отбеленной части у сортов лука порея.

Результаты исследований. Культуру лука порея вели рассадным способом. Семена на рассаду посеяли 7 марта, всходы были неравномерные. Раньше всех взошли семена сортов Слон и Мамонт – 11 марта. Всходы у сорта Хобот слона появились 14 марта, Русский размер 16 марта, а у F₁ Сибирский великан только 20 марта. Всходы у двух последних сортов были изреженные. В открытый грунт рассаду высадили 14 мая, уборку провели 8 октября 2022 г.

В ходе исследований выявили, что изучаемые сорта отставали от стандартного по массе растения лука порея (табл. 1).

Таблица 1 – Масса растений лука порея, г

| Вариант (сорт) | Среднее | Отклонение от контроля | |
|----------------------------------|---------|------------------------|-------|
| | | г | % |
| Слон (к) | 217,0 | – | – |
| Хобот слона | 180,2 | -36,8 | -17,0 |
| Русский размер | 179,2 | -37,8 | -17,4 |
| F ₁ Сибирский великан | 130,2 | -86,8 | -40,0 |
| Мамонт | 170,2 | -46,8 | -21,6 |
| НСР ₀₅ | | 50,9 | 5,8 |

Существенное снижение этого показателя на 86,8 г выявлено у растений лука порея F₁ Сибирский великан. У остальных сортов снижение оказалось в пределах ошибки опыта при НСР₀₅ 50,9 г.

Такая же тенденция отмечалась при анализе массы отбеленной части лука порея (табл. 2). У растений F₁ Сибирский великан отмечено значимое снижение массы отбеленной части на 75 г при НСР₀₅ равное 42,9 г. Остальные изучаемые сорта отставали по этому показателю от контроля на 12,4–22,6 г.

Таблица 2 – Масса отбеленной части лука порея, г

| Вариант (сорт) | Среднее | Отклонение от контроля | |
|----------------------------------|---------|------------------------|-------|
| | | г | % |
| Слон (к) | 149,8 | – | – |
| Хобот слона | 127,2 | -22,6 | -15,1 |
| Русский размер | 128,0 | -21,8 | -14,6 |
| F ₁ Сибирский великан | 74,8 | -75,0 | -50,1 |
| Мамонт | 137,4 | -12,4 | -8,3 |
| НСР ₀₅ | | 42,9 | 6,9 |

Важное значение в продуктивности лука порея имеет процентное соотношение съедобной части по отношению к общей массе растения.

При изучении сортов выявилось различие в выходе съедобной части лука порея (табл. 3).

Таблица 3 – Выход отбеленной части лука порея, %

| Вариант (сорт) | Среднее | Отклонение от контроля | |
|----------------------------------|---------|------------------------|-------|
| | | % | % |
| Слон (к) | 69,0 | – | – |
| Хобот слона | 61,8 | -7,2 | -10,4 |
| Русский размер | 70,9 | 1,9 | 2,8 |
| F ₁ Сибирский великан | 59,9 | -9,1 | -13,2 |
| Мамонт | 81,6 | 12,6 | 18,3 |
| НСР ₀₅ | | 10,3 | 3,0 |

Выход отбеленной части растения составил в пределах 59,9–81,6 %. Наибольшим этот показатель оказался у растений сорта Мамонт и составил в среднем 81,6 %. Существенное увеличение в сравнении с контролем составило 12,6 % при НСР₀₅ равном 10,3 %.

Выводы и рекомендации. В результате исследований можно сделать выводы: наибольшую массу всего растения и отбеленной части имели растения сорта Слон, соответственно 217 и 149,8 г, однако выход отбеленной части составил лишь 69 %. Наибольший выход съедобной части имел лук порей Мамонт – 81,6 %.

Список литературы

1. Адрицкая, Н. А. Хозяйственно-биологическая и технологическая оценка сортов лука порея в условиях Северо-Западного региона / Н. А. Адрицкая, И. Г. Костко // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 42. – С. 64–72.
2. Воронцова, А. А. Содержание аскорбиновой кислоты в отбеленной части лука сортов лука порея / А. А. Воронцова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – № 1 (12). – С. 30–32.
3. Иванов, С. Э. Изучение элементов технологии возделывания лука порея / С. Э. Иванов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск, 2022. – С. 158–162.
4. Иванова, Т. Е. Применение микробиологических удобрений при выращивании лука шалота / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4 (60). – С. 15–20.
5. Разработка элементов технологии выращивания рассады лука порея для открытого грунта Нечерноземной зоны / В. И. Терехова, А. В. Константинович, М. Е. Дыйканова [и др.] // Овощи России. – 2021. – № 3. – С. 89–93.
6. Тутова, Т. Н. Урожайность и качество сортов репчатого лука в зависимости от срока посадки / Т. Н. Тутова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1 (69). – С. 25–33.
7. Тутова, Т. Н. Сравнительная оценка биометрических показателей сортов лука порея / Т. Н. Тутова // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. – Ижевск, 2022. – С. 100–104.
8. Тутова, Т. Н. Урожайность и качественные показатели сортов лука порея / Т. Н. Тутова // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3-х т. – Ижевск, 2023. – С. 150–154.
9. Influence of seed onion planting time on productivity and quality of bulb onion varieties / Tutova T.N., Ivanova T.E., Sokolova E.V., Nesmelova L.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. 012082.

УДК 664.664.2

А. М. Агбаева, К. В. Анисимова

Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА БЕЗДРОЖЖЕВОГО ХЛЕБА В ТОРГОВОЙ СЕТИ Г. ИЖЕВСКА

Представлены результаты органолептических и физико-химических исследований бездрожжевого хлеба, представленного в торговой сети г. Ижевска.

Актуальность. В настоящее время появляется все больше новых тенденций, которые также влияют на выбор продуктов питания. Приверженцы здорового питания активно продвигают концепцию о том, что полезнее употреблять хлеб, который готовится без использования дрожжей. Бездрожжевой хлеб гораздо полезнее, его советуют употреблять при желании похудеть [2].

При потреблении хлеба человек почти на 50 % удовлетворяет потребность организма в углеводах, на 32 % в жирах и на 25 % в белках растительного происхождения. Пшеничный или ржаной хлеб практически полностью удовлетворяет потребность организма в витаминах группы В и пищевых волокнах. Регулярный прием хлеба имеет большой физиологический смысл, хлеб способствует наиболее эффективной работе пищеварительного тракта и наиболее полному смачиванию пищи пищеварительными соками [1, 6].

Преимуществом бездрожжевого хлеба является отсутствие в нем дрожжей, негативно влияющих на организм человека. Бездрожжевой хлеб уменьшает процессы брожения в кишечнике, тем самым уменьшая вздутие после приема пищи, по сравнению с употреблением дрожжевого хлеба. Также польза бездрожжевого хлеба состоит в особенности его структуры, плотный мякиш при прохождении через кишечник вызывает его механическое раздражение, активизирует перистальтику [9].

Материалы и методика. Исследование органолептических показателей бездрожжевого хлеба согласно ГОСТ 2077-84 «Хлеб

ржаной, ржано-пшеничный и пшенично-ржаной. Общие технические условия» и ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости» с целью определения качества продукции.

Результаты исследования. В исследовании приняли участие два образца «Хлеб бездрожжевой ржано-пшеничный», представленные в магазинах г. Ижевска:

– Хлеб «Тибетский» бездрожжевой. Производитель: ООО «Каравай», РФ, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Орджоникидзе, д. 1, 426063.

– Хлеб «Дачный» бездрожжевой. Производитель: ООО ТД «Славянка», РФ, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. Железнодорожная, д.14, 427440.

На первом этапе были исследованы органолептические показатели бездрожжевого хлеба:

1. Проверка внешнего вида бездрожжевого хлеба.

Необходимо визуально оценить качество хлеба. Поверхность хлеба должна быть слегка шероховатая или гладкая, без подрывов и трещин. Цвет поверхности хлеба от светло-желтой до темно-коричневой. Форма хлеба правильная, соответствующая хлебной для формового. Толщина корки не должна превышать 4 мм. Отсутствие посторонних включений, признаков болезней.

2. Определение качества мякиша.

Пропеченность хлеба должна быть хорошая, мякиш не липкий и не влажный на ощупь. Промес теста без комочков и следов непромеса. Пористость хорошо развитая, с тонкими стенками, без признаков закала и без пустот. Эластичность проверяется надавливанием пальцами на мякиш, он должен принимать первоначальную форму. Признаки свежести – не черствый, не крошковатый. Отсутствие посторонних включений, признаков болезней.

3. Определение качества вкуса. Вкус бездрожжевого хлеба должен быть свойственный данному сорту, без постороннего привкуса и хруста от минеральной примеси [3, 7].

4. Определение запаха. Запах должен соответствовать данному сорту хлеба, без затхлого и других посторонних запахов.

Данные органолептических показателей представлены в таблице 1.

Бездрожжевой хлеб марок «Тибетский» и «Дачный» соответствуют качеству бездрожжевого хлеба согласно ГОСТ. Внешний вид и вкусовые характеристики находятся в пределах допустимой нормы.

Таблица 1 – Результаты исследования органолептических показателей бездрожжевого хлеба

| Параметр | Хлеб «Тибетский» | Хлеб «Дачный» | Показатели качества по ГОСТ |
|------------------|--|--|--|
| Внешний вид | Поверхность – гладкая, без подрывов и трещин. Окраска темно-коричневая. Форма правильная, соответствующая формовой. Толщина корки 3 мм. | Поверхность – слегка шероховатая, без подрывов и трещин. Окраска коричневая, Форма правильная, соответствующая формовой. Толщина корки не должна превышать 2,5 мм. | Поверхность – слегка шероховатая или гладкая, без подрывов и трещин. Окраска от светло-желтой до темно-коричневой. Форма правильная, соответствующая хлебной для формового. Толщина корки не должна превышать 4 мм. |
| Состояние мякиша | Мякиш не липкий и не влажный на ощупь. Без комочков и следов непромеса. Пористость хорошо развитая, тонкостенная, без признаков закала и без пустот. Эластичность принимает первоначальную форму. Не черствый, не крошковатый. | Мякиш не липкий и не влажный на ощупь. Без комочков и следов непромеса. Пористость хорошо развитая, тонкостенная, без признаков закала и без пустот. Эластичность принимает первоначальную форму. Не черствый, не крошковатый. | Пропеченность хорошая, мякиш не липкий и не влажный на ощупь. Промес без комочков и следов непромеса. Пористость хорошо развитая, тонкостенная, без признаков закала и без пустот. Эластичность принимает первоначальную форму. Не черствый, не крошковатый. |
| Вкус | Свойственный данному сорту хлеба, без постороннего привкуса и хруста | Свойственный данному сорту хлеба, без постороннего привкуса и хруста | Свойственный данному сорту хлеба, без постороннего привкуса и хруста от минеральной примеси. |
| Запах | Соответствует данному сорту хлеба, без посторонних запахов. | Соответствует данному сорту хлеба, без посторонних запахов. | Соответствует данному сорту хлеба, без затхлого или другого постороннего запаха. |

На втором этапе определена пористость хлеба. Пористость – это отношение объема, занимаемое порами мякиша, к общему объему мякиша. Определяют пористость хлебобулочных изделий только массой более 0,2 кг [4, 8]. Оборудование: пробник Журавлева, весы лабораторные. Для проведения исследований при помощи пробника Журавлева необходимо из середины изделия вырезать кусок шириной не менее 7 см, из него берут 3 пробы (для ржано-пшеничного), наиболее типичных для пористости, на расстоянии от корки не менее 1 см. Объем каждой пробы составляет 27 см³. Полученные пробы взвешивают.

Пористость определяют по следующей формуле (%):

$$x = \frac{V - (m/p)}{V} \times 100,$$

где V – общий объем проб хлеба, см³;

m – масса проб, г;

ρ – плотность беспористой массы мякиша ($\rho = 1,21$ для пшенично-ржаных).

Пористость рассчитывают с точностью до 1 %.

Данные исследований пористости хлеба приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования пористости хлеба

| Хлеб | Общий объем проб | Масса проб | Пористость, % | Норматив по ГОСТ |
|------------------|------------------|------------|---------------|------------------|
| Хлеб «Тибетский» | 81 | 40 | 59,2 | 45–60 % |
| Хлеб «Дачный» | 81 | 38,5 | 60,7 | 45–60 % |

Пористость «Тибетского» хлеба соответствует пористости ржано-пшеничного хлеба, которая находится в пределах 45–60 %. Показатели пористости «Дачного» хлеба соответствуют пористости пшеничного хлеба, которая находится в пределах 63–65 %.

На третьем этапе определена влажность хлеба.

По массовой доле определяют правильность технологического процесса, точность дозировки сырья, можно судить про энергетическую ценность продукта. Чем меньше влажность, тем больше его калорийность. Повышенная влажность ухудшает качество хлеба, он тяжелее, быстрее развивается плесень, плохо усваивается, легко деформируется [5, 10].

Исследование проводилось с помощью влагомера «Sartorius». Для определения необходимо из середины изделия срезать кусок массой 10 граммов, отходя от корочки на расстояние не менее 1 см. Поместить во влагомер до полного высушивания. Результаты изображаются на блоке отображения и управления. Результаты исследований хлеба «Тибетский» представлены на рисунке 1, хлеба «Дачный» – на рисунке 2.



Рисунок 1 – Исследование влажности хлеба «Дачный»



Рисунок 2 – Исследование влажности хлеба «Тибетский»

Согласно ГОСТ 21094-2022 «Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности» влажность пшеничного (белого) хлеба должна быть в пределах от 39 % до 48 %, для ржаного и смешанного продуктов от 44,5 % до 50 %.

Влажность исследуемого хлеба соответствует нормам и находится в пределах допустимых значений. Влажность хлеба «Дачный» равна 43,71 %, хлеба «Тибетский» – 49,66 %.

Выводы. Проведенные исследования показали, что бездрожжевой хлеб исследуемых торговых марок соответствует органолептическим и физико-химическим показателям. В результате исследований образцы «Тибетский», «Дачный» показали себя как хлеб хорошего качества.

Список литературы

1. Анисимова, К. В. Товароведение продовольственных товаров / К. В. Анисимова, И. В. Бадретдинова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – 85 с.
2. Воздействие СВЧ-излучения на получение экстрактов из растительного сырья / Т. С. Копысова, А. Б. Спиридонов, К. В. Анисимова, С. В. Владимиров // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2 (62). – С. 62–70.
3. ГОСТ 2077-1984 «Хлеб ржаной, ржано-пшеничный и пшенично-ржаной. Общие технические условия». Дата введ. 1986-01-01. – Москва, 1986. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/2448>.
4. ГОСТ 5669-1996 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости» Дата введ. 1997-08-01. – Москва, 1997. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/4217>.
5. ГОСТ 21094-2022 «Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности». Дата введ. 2023-07-01. – Москва, 2023. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/78939/>.
6. Инновационные приемы в индустрии питания / И. Ш. Шумилова, А. Б. Спиридонов, К. В. Анисимова [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйствен-

ному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск. – 2019. – С. 205–210.

7. Питание человека в настоящем и будущем / Н. Г. Главатских, А. Б. Спиридонов, О. Б. Поробова [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск. – 2019. – С. 160–168.

8. Применение СВЧ-энергии для извлечения экстрактивных веществ из растительного сырья на установках периодического действия / Т. С. Копысова, А. Б. Спиридонов, К. В. Анисимова [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2019. – № 4 (38). – С. 34.

9. Современные методы и средства безопасного хранения и производства в пищевой отрасли / А. Б. Спиридонов, И. Ш. Шумилова, К. В. Анисимова [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – С. 183–187.

10. Цифровые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности / А. Б. Спиридонов, Т. С. Копысова, К. В. Анисимова, А. Ф. Ипатова // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 174–178.

УДК 664.641.016

А. М. Агбаева, Д. С. Котов, М. З. Салимзянов
Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА МУКИ В ТОРГОВОЙ СЕТИ Г. ИЖЕВСКА

Представлены органолептические и физико-химические исследования пшеничной муки высшего сорта, реализуемой в торговой сети г. Ижевска.

Актуальность. Зерно является настоящим чудом природы, в нем заложен весь энергетический запас растения. В нем копятя все самые значимые вещества, которые жизненно необходимы человеку. А главное – все эти компоненты находятся в балансе, доставляя нашим клеткам силу и здоровье, оказывают общеукрепляющий и оздоравливающий эффект.

Мука – пищевой продукт переработки зёрен различных сельскохозяйственных культур, преимущественно злаковых. Мука является необходимой составляющей при изготовлении хлеба. Пшеничную хлебопекарную муку подразделяют на сорта: крупчатку, высший, первый, второй и обойную.

На сегодняшний день наибольшей известностью и спросом пользуется пшеничная мука. Второе место занимает ржаная, а за ней – ячменная, кукурузная, соевая и другие виды муки. Потребительские характеристики муки напрямую связаны с ее химическим составом и значением ее энергетической ценности. Низшие сорта муки по составу близки к цельному зерну, благодаря которому мука имеет большее содержание крахмала и меньше жира, клетчатки и витаминов.

Основными показателями эффективности мукомольного производства являются выход и качество готовой продукции, а также величина удельных эксплуатационных затрат [1].

Системными проблемами, характерными для всех отраслей промышленности, является некачественный материал (сырье) или средство труда, нарушение технологии или операций, неконкурентоспособность, неразвитая инфраструктура хранения, транспортировки, логистики товародвижения и недостаточное соблюдение экологических требований [5].

Материалы и методики. Исследование органолептических и физико-химических показателей пшеничной муки высшего сорта согласно ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия» и ГОСТ 27839-2013 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины» с целью выявления случаев некачественной продукции [2, 3].

В исследовании приняли участие четыре образца «Пшеничная мука высший сорт», представленные в магазинах г. Ижевска:

1. Мука пшеничная хлебопекарная высший сорт «Пекарница», Производитель: ООО «Сарапульский комбинат хлебопродуктов», РФ, Удмуртская Республика, г. Сарапул, ул. Индустриальная, д. 30, 427968.

2. Мука пшеничная хлебопекарная высший сорт «Птица Мельница», Производитель: АО «Пермский мукомольный завод», РФ, Пермский край, г. Пермь, ул. Сергея Данцина, д. 1, корп. А, 614068.

3. Мука пшеничная хлебопекарная высший сорт «Селяночка», Производитель: АО Комбинат хлебопродуктов «ЗЛАК», РФ, Курганская область, г. Курган, ул. Омская, д. 84, офис 21, 640007.

4. Мука пшеничная хлебопекарная высший сорт «МАКФА», Производитель: АО «МАКФА», РФ, Ставропольский край, г. Георгиевск, ул. Мельничная, дом 1, 357823.

В первую очередь мука исследуется на содержание в ней загрязнений и вредителей.

Данный показатель качества определяют первым в связи с тем, что если обнаружатся живые вредители, то мука к дальнейшей экспертизе не подвергается.

Для проведения анализа необходимо просеять образец через сито. Муку просеивают на белый лист бумаги и перебирают вручную при помощи шпателя. Визуально определяют наличие или отсутствие посторонних включений и вредителей.

Результаты исследования. В исследуемых образцах муки пшеничной торговых марок «Пекарица», «Птица Мельница», «Селяночка», «МАКФА» не обнаружены следы зараженности и загрязненности вредителями, мука пригодна к использованию [4].

На втором этапе исследованы органолептические показатели муки:

1. Определение запаха.

Запах муки должен быть слабым и свойственным виду зерновой культуры. Но мука легко впитывает посторонние запахи (затхлый, плесневелый, сорных растений полыни, и др.).

Для проведения анализа необходимо муку массой 20 г высыпать на чистую бумагу и согреть дыханием. Для усиления запаха навеску переносят в стакан и заливают горячей водой (60 °С). Воду сливают и определяют запах продукта.

2. Определение вкуса и хруста.

Качественная мука имеет пресный вкус, при выдерживании во рту – сладковатый. Наличие хруста при разжевывании возникает при загрязнении муки минеральными примесями.

Некачественная мука имеет посторонние вкусы (горький, кислый) и хруст.

Для проведения анализа необходимо разжевать 1 г муки, определить её вкус и хруст.

3. Определение цвета.

Цвет муки зависит от того, к какому виду и сорту относится исследуемый образец. Это зависит от окраса зерен, крупности помола, количества оболочек, прессования и влажности муки. Мука пшеничная высшего сорта должна иметь белый или белый с кремовым оттенком; 1-й сорт имеет белый цвет или белый с желтоватым оттенком; 2-й сорт – белый с желтоватым или сероватым оттенком; обойная – белый с желтоватым или сероватым оттенком с частицами оболочек зерна [3].

Для проведения анализа необходимо сравнить испытуемые образцы с образцом, установленным в качестве эталона. На стек-

ло высыпают 5 г исследуемой муки, рядом муку установленного образца, оба образца разравнивают (около 5 мм) так, чтобы исследуемая мука соприкасалась с мукой установленного образца. Цвет муки сухой пробы сравнивают между собой.

Данные органолептических исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования органолептических показателей пшеничной муки высшего сорта разных производителей

| Параметр | Мука «Пекарица» | Мука «Птица Мельница» | Мука «Селяночка» | Мука «МАКФА» | Показатели по ГОСТ 26574-2017 |
|--------------|---|---|---|---|---|
| Запах | Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов | Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов | Слабый запах пшеничной муки, имеется посторонний запах бензина | Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов | Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый |
| Вкус и хруст | Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов. Без хруста. | Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов. Без хруста. | Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов. Без хруста. | Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов. Без хруста. | Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов. При разжевывании не должно ощущаться хруста |
| Цвет | Белый с кремовым оттенком | Белый с желтоватым оттенком | Белый | Белый | Белый или белый с кремовым оттенком |

Мука пшеничная торговых марок «Пекарица», «МАКФА» соответствуют качественной муке высшего сорта, не имеют неприятного вкуса и запаха, имеют «белый» или «белый с кремовым оттенком» цвет. Пшеничная мука «Селяночка» соответствует показателям высшей муки нормативной документации, но имеет посторонний неприятный запах, не свойственный запаху муки. Цвет муки марки «Птица Мельница» соответствует цвету муки второго сорта.

На третьем этапе исследованы физико-химические показатели муки.

Определение количества сырой клейковины.

Одним из главных показателей муки является качество и выход сырой клейковины. Клейковина – это вязкая, эластичная масса, которая образуется в результате набухания в водной среде водонерастворимых белков глиадины и глютенина. Растяжимость и эластичность клейковины способствуют удержанию углекисло-

го газа при брожении теста, а при выпекании фиксируют форму и пористость изделия.

Для проведения анализа необходимо 25 г муки поместить в фарфоровую чашку или ступку, добавить 13 см³ воды (16–20 °С). С помощью шпателя замесить тесто. Тесто замешивают руками, скатывают в форму шара, оставляют на 20 мин. для набухания, прикрыв её стеклом для предотвращения заветривания. Затем отмывают клейковину под слабой струей воды (температура 16–20 °С). Промывать следует осторожно над ситом, пока вода не станет прозрачной для предотвращения потери кусочков клейковины [1].

Содержание клейковины (в %) (X) в муке определяют по формуле:

$$x = \frac{Mk}{M} \times 100 \%, \quad (1)$$

где Mk – масса сырой клейковины, г,

M – навеска муки ($M = 25$ г).

В пшеничной муке количество сырой клейковины должно быть не менее: высший сорт – 38 %, первый сорт – 30 %, второй сорт – 25 %, обойной – 20 %.

Определение качества муки по цвету сырой клейковины.

Цвет клейковины устанавливают сразу после отмывания, характеризуют словами «светлая», «серая» или «темная». Светло-желтый цвет имеет клейковина хорошего качества.

Определение эластичности клейковины.

Эластичностью (упругостью) называют свойство клейковины восстанавливаться после снятия давления с шарика до первоначальной формы.

Для определения эластичности клейковины необходимо 4 г клейковины (в форме шара), поместить в сосуд с холодной водой (15–20 °С) на 10 минут. Эластичность определяют путем сдавливания кусочка клейковины. Клейковина хорошего качества полностью восстанавливает свою форму, плохая – не восстанавливает или не полностью восстанавливает форму [8].

Определение растяжимости клейковины.

Растяжимостью клейковины называют её способность растягиваться в длину.

Для определения эластичности клейковины необходимо 4 г клейковины (в форме шара), поместить в сосуд с холодной водой

(15–20 °С) на 10 минут. Растяжимость определяют путём равномерного растягивания клейковины в длину в течение 10 с. над линейкой до разрыва.

По растяжимости клейковину подразделяют: короткая – до 10 см, средняя – 10–20 см., длинную – более 20 см.

Данные физико-химических показателей муки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты физико-химических показателей муки

| Параметр | Мука «Пекарица» | Мука «Птица Мельница» | Мука «Селяночка» | Мука «МАКФА» | Показатели по ГОСТ 26574-2017 |
|-----------------------------|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Количество сырой клейковины | 35,42 % | 28,12 % | 38,22 % | 39,25 % | Не менее 38 % |
| Цвет сырой клейковины | Серая | Темная | Светло-желтая | Светло-желтая | Светло-желтый |
| Эластичность клейковины | Не полностью восстанавливает свою форму | Не полностью восстанавливает свою форму | Полностью восстанавливает свою форму | Полностью восстанавливает свою форму | Полное восстановление своей формы |
| Растяжимость клейковины | 13 | 8 | 20 | 22 | Более 20 см. |

Мука пшеничная торговых марок «Селяночка» и «МАКФА» соответствует качественной муке высшего сорта, содержание клейковины находится в пределах нормы (более 38 %), цвет клейковины также соответствует норме и имеет светло-желтый цвет. Пшеничная мука «Пекарица» и «Птица Мельница» имеют низкие показатели качества клейковины и ее содержание не соответствует высшему сорту муки согласно ГОСТ. Мука «Пекарица» соответствует муке первого сорта, «Птица Мельница» соответствует муке второго сорта [6].

На четвертом этапе исследуется информационная, стоимостная и количественная фальсификация.

Информационная фальсификация – обман потребителя путем искажения информации о товаре. То есть присваивается неточное название товара, которое практически совпадает с натуральным продуктом. Некоторые изготовители умышленно искажают информацию на этикетке, в документах и маркировке.

В представленных образцах пшеничной муки вся необходимая информация имеется на упаковке. Количественная фальсификация – обман потребителя за счет значительных отклонений массы, превышающей предельно допустимые нормы отклонения.

В образцах масса содержащейся муки находится в предельно допустимой норме, отклонений от заявленной массы не выявлено.

Стоимостная фальсификация – реализация менее качественного продукта по цене высококачественного.

Стоимость исследуемой муки (цена за 1 кг):

- Мука «Пекарица» – 30 руб.
- Мука «Птица Мельница» – 50 руб.
- Мука «Селяночка» – 48,99 руб.
- Мука «МАКФА» – 61,99 руб.

Оптимальная цена у образца «Селяночка». Остальные образцы: «Пекарица» и «Птица Мельница» более низкого качества, имеют низкие показатели клейковины реализуемой муки. Мука «Селяночка» имеет более низкую стоимость по сравнению с мукой «Птица Мельница», но является качественной и соответствует заявленному сорту. Мука «МАКФА» имеет необоснованно высокую стоимость по сравнению с мукой «Селяночка».

Выводы. Проведенные исследования показали, что пшеничная мука исследуемых торговых марок не имеет посторонних примесей и не заражена вредителями, пригодна к использованию. Мука пшеничная «Селяночка» и «МАКФА» соответствуют муке высшего сорта, мука «Пекарица» соответствует муке первого сорта, «Птица Мельница» соответствует второму сорту.

Список литературы

1. Агбаева, А. М. Выпускная квалификационная работа «Проект кафе «Краски вкуса» на 50 мест в с. Алнаши Удмуртской Республики» / А. М. Агбаева. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – 127 с.
2. ГОСТ 26574-2017 Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия. Дата введ. 2017-07-01. – Москва, 2017. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/54612>.
3. ГОСТ 27839-2013 Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины. Дата введ. 2014-07-01. – Москва, 2013. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/65490>.
4. ГОСТ Р 52466-2005 Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира. Дата введ. 2007-01-01. – Москва, 2007. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/1465>.
5. Современные проблемы науки и производства в агроинженерной сфере: учебное пособие для магистрантов направления подготовки 35.04.06 – Агроинженерия (уровень магистратуры). – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – 59 с.
6. Янбекова, А. А. Исследование антимикробных свойств универсальной биоразлагаемой упаковки из костры льна и макулатуры / А. А. Янбекова // Аграр-

ная наука – 2022: материалы Всероссийской конференции молодых исследователей, Москва, 22–24 ноября 2022 г. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. – С. 707–710.

УДК 633.1-02

А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина, А. А. Воронина
Удмуртский ГАУ

СТЕКЛОВИДНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Приводятся результаты определения показателя стекловидности, его влияние на качество зерна.

Актуальность. Основными показателями качества зерна пшеницы являются стекловидность, содержание белка и клейковина. Стекловидность – главный признак качественного зерна, она воссоздает структуру внутренних тканей зерна [9]. Стекловидность зависит от таких факторов, как относительная влажность воздуха, водный режим, баланс азота в почве и от многих других факторов [5].

Соколовой А. В. и Мельник В. С. изучалось качество зерна яровой пшеницы в зависимости от обработки почвы и предшественников. Они пришли к выводу, что обработка почвы, которая применяется в различных технологических системах, оказывает более сильное влияние на стекловидность зерна пшеницы 45,9 %, в отличие от предшественника. А наименьшая стекловидность зерна выявлена при нулевой обработке почвы, которая соответствовала 3 классу ГОСТа [10].

Изучение стекловидности зерна сортов яровой пшеницы в исследованиях С. А. Коваленко и В. П. Кадушкина было выявлено, что данный показатель зависит как от сорта, так и от условий года. Была отмечена тенденция увеличения стекловидности по годам. Наиболее отзывчивыми на условия среды по стекловидности являлись сорта пшеницы Донская элегия, Д-2150, Мелодия Дона [6].

Исламова Ч. М., Дудина Е. Л. и Фатыхов И. Ш. выявили, что сроки посева повлияли на стекловидность зерна пшеницы. Так, при раннем сроке посева в 2019 г. стекловидность составляла 74 %, а в 2020 – 75 %. Задержка с посевом на сутки не влия-

ла на изменение показателя стекловидности. При более поздних сроках посева данный показатель в 2019 г. уменьшился на 10,1 %, а в 2020 – на 4,5 %. Таким образом, качество зерна в урожае по стекловидности соответствовало 1 классу [5].

Исследования ряда ученых сделали вывод о том, что есть различия между структурным строением стекловидного эндосперма и мучнистого. По форме крахмальные зерна в стекловидном эндосперме круглые, крупные по размерам и плотно связаны веществами белковой природы. В мучнистом эндосперме крахмальные зерна имеют мелкий размер и угловатую форму, связаны рыхло, имеющие большое количество воздушных прослоек. Из этого следует, что в пространстве между крахмальными зернами в стекловидном зерне находится много белковых веществ. Такое зерно имеет высокую углеводно-амилазную активность. Это связано с процессом разрушения крахмальных зерен при помолу. От стекловидности зерна зависят такие процессы, как режим и схема помола, качество крупинок, легкий процесс просеивания их через сито и степень увлажнения. Переработка стекловидного зерна обеспечивает высокий выход муки по сравнению с мучнистым. Мука из мучнистого зерна получается мягкой и мажущей, а из стекловидного – крупитчатой. Стекловидное зерно плотное по консистенции, содержит маленькие крахмальные зерна, а также имеет более высокую стоимость и обладает высокими мукомольными достоинствами [7, 9].

Мучнистые зерна отрицательно сказываются на варочных свойствах. Поэтому в промышленности требуется сырье, где количество мучнистых зерен будет минимальным [6].

Цель. Определить стекловидность зерна пшеницы.

Материалы и методика. Объектом исследования послужил сорт пшеницы Ирень. Определение стекловидности зерна согласно ГОСТ 10987-76 [3].

Результаты исследования. Зерна злаков обладают различной консистенцией эндосперма. Стекловидность можно определить по внешнему виду и степени эндосперма [1]. Стекловидные зерна имеют высокое содержание белка, а мучнистые зерна, с преобладающим в них крахмалом, имеют низкий процент белка. По сравнению со стекловидным мучнистое зерно менее продуктивно и из него образуется меньше муки. В процессе размола в муке стекловидные зерна формируют много крупок – промежуточных продуктов помола, это важно для получения муки высокого качества. Мучнистые зерна измельчаются в тонкий порошок. Мука

из таких зерен имеет белый цвет с синим оттенком [4, 10]. Зерно, имеющее стекловидный эндосперм, имеет высокую механическую прочность. Такое зерно способно противостоять воздействию механических усилий [2]. Стекловидное зерно гораздо длиннее, чем мучнистое, следовательно, его легко отделить при сортировании по длине. Это имеет важное значение: повышение качества семенного материала, подготовка более ценных партий зерна, увеличение количества зерна, которое идет на производство муки [10].

Общая стекловидность зерна пшеницы сорта Ирень, выращенная в 2023 г. в условиях Удмуртской Республики приведена в таблице 1. Сорт пшеницы Ирень характеризуется высокими хлебопекарными качествами и относится к ценным. По результатам исследований общая стекловидность составила 71 %, следовательно, пшеница относится к I классу качества по ГОСТ и соответствует характеристике данного сорта.

Таблица 1 – Стекловидность зерна разных сортов пшеницы

| Сорт | Стекловидные зерна, шт. | Мучнистые зерна, шт. | Частично стекловидные зерна, шт. | Общая стекловидность, % |
|-------|-------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Ирень | 46 | 4 | 50 | 71 |

Вывод. Таким образом, зерно пшеницы сорта Ирень по такому показателю, как стекловидность, соответствует первому классу качества согласно стандарту. Такое зерно может быть использовано на продовольственные цели для переработки в муку.

Список литературы

1. Бражкина, П. С. Влияние доз азотной подкормки на стекловидность зерна озимой пшеницы / П. С. Бражкина, М. А. Алешин, Л. А. Михайлова // E-Scio. – 2019. – № 10 (37). – С. 86–93.
2. Вафина, Э. Ф. Химический состав и технологические свойства зерна тритикале / Э. Ф. Вафина, Е. А. Осипова // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию профессора В. М. Холзакова и 75-летию доцента А. И. Венчикова. – Ижевск, 2022. – С. 143–147.
3. ГОСТ 10987-76. Зерно. Методы определения стекловидности (с изменениями N 1, 2). – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2001.
4. Зверев, С. В. Стекловидность как показатель качества зерна пшеницы / С. В. Зверев, И. А. Панкратьева, О. В. Политуха [и др.] // Хранение и переработка зерна. – 2017. – № 11 (219). – С. 33–34.

5. Исламова, Ч. М. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта Йолдыз при разных сроках посева / Ч. М. Исламова, Е. Л. Дудина, И. Ш. Фатыхов // Известия ОГАУ. – 2021. – № 3 (89). – С. 29–34.
6. Коваленко, С. А. Стекловидность зерна яровой твердой пшеницы в условиях севера Ростовской области / С. А. Коваленко, В. П. Кадушкина, О. В. Бирюкова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 99–104.
7. Малкандуев, Х. А. Понятие и требования к качеству зерна пшеницы / Х. А. Малкандуев, Р. И. Шамурзаев, А. Х. Малкандуева // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2022. – № 6 (110). – С. 203–216.
8. Мироненко, В. Д. Методы измерения стекловидности зерна и перспективы их развития / В. Д. Мироненко, Е. В. Авдеева, Н. Н. Барышева // Программно-техническое обеспечение автоматизированных систем: материалы Всероссийской молодежной науч.-практ. конф. / Под ред. А. Г. Якунина. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, 2022. – С. 3–6.
9. Патент № 2708159 С1 Российская Федерация, МПК В07С 5/342. Способ разделения зерна мукомольно-крупяных культур по показателю стекловидности: № 2018143686: заявл. 10.12.2018; опубл. 04.12.2019 / В. Б. Зайцев, С. В. Зверев; заявитель ФГБОУ ВО «МГУ имени М. В. Ломоносова» (МГУ).
10. Соколова, А. В. Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предшественников и обработки почвы в условиях Челябинской области / А. В. Соколова, В. С. Мельник, А. А. Агеев, Г. Ф. Манторова // АПК России. – 2021. – Т. 28, № 5. – С. 608–614.
11. Цапенко, Л. А. Показатели стекловидности зерна / Л. А. Цапенко, Е. С. Казанцева // Молодежь и наука. – 2019. – № 3. – С. 46.

УДК 663.479.1

Т. Н. Рябова, А. А. Мартынова

Удмуртский ГАУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХРЕНА В ПРОИЗВОДСТВЕ КВАСА

Представлены результаты оценки качества «Бодрый крошечный» с хреном. Установлено, что качество исследуемых образцов кваса с хреном соответствует требованиям ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия». Для улучшения вкусовых качеств и увеличения ассортимента кваса рекомендуется производить квас «Бодрый крошечный» с заменой 10 % воды на водную суспензию хрена. Для приготовления суспензии использовать 0,5 кг свежего корнеплода хрена на 1 л воды.

Актуальность. Мировой рынок безалкогольных и слабоалкогольных напитков характеризуется устойчивой тенденцией увеличения их производства и потребления. Множество научно-исследовательских работ в безалкогольной и слабоалкогольной промышленности направлены на создание напитков для массового потребления на натуральной основе, с использованием натуральных заменителей сахара, соков, настоев, эссенций, композиций из плодово-ягодного и другого растительного сырья, натуральных пищевых кислот и красителей [1, 3–7, 9, 10]. Наиболее часто употребляемые безалкогольные напитки – это сок, газированная вода, квас. Квас – слабоалкогольный напиток с объемной долей этилового спирта не более 1,2 %, изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения суслу. Одна из причин популярности кваса – его высокая жаждоутоляющая способность. Кроме того, квас имеет высокую пищевую ценность и служит источником ценных питательных веществ, способствует лучшему перевариванию пищи, снимает усталость. Относительно невысокая стоимость и натуральность состава делают квас наиболее востребованным сезонным напитком [8].

Цель исследований – совершенствование технологии производства кваса «Бодрый окрошечный» с добавлением хрена для дальнейшего улучшения качества, а также увеличения ассортимента безалкогольных напитков.

Методика и условия проведения исследований. Основная часть исследований по разработке новой рецептуры кваса была проведена в условиях в АО «Гамбринус» г. Ижевска. Опыты закладывали по следующей схеме: 1) квас «Бодрый окрошечный» (контроль); 2) квас «Бодрый окрошечный» с хреном (5 %); 3) квас «Бодрый окрошечный» с хреном (10 %); 4) квас «Бодрый окрошечный» с хреном (15 %); 5) квас «Бодрый окрошечный» с хреном (20 %).

В образцах кваса с хреном производили замену воды (на 5–20 %) на суспензию хрена и воды. Для приготовления суспензии использовали измельченный корнеплод хрена из расчета 0,5 кг корнеплода на 1 л воды. Выход суспензии составляет 90 %.

В лаборатории кафедры растениеводства, земледелия и селекции Удмуртского ГАУ была проведена оценка качества новых видов безалкогольных напитков на соответствие требованиям ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия» [2].

Результаты исследований. В ходе определения органолептических показателей качества выяснилось, что образцы кваса

с хреном представляли собой прозрачную пенящуюся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных продукту, без опалесценции (табл. 1).

При замене воды на 15–20 % суспензией из хрена цвет приобрел более светлую окраску в сравнении с контрольным вариантом и вариантами с заменой воды на 5 и 10 %. Кваса «Бодрый окрошечный» контрольного варианта имел освежающий вкус и аромат сброженного напитка, соответствующий вкусу и аромату используемого сырья. При введении в рецептуру суспензии из воды и хрена квас приобретает вкус и аромат применяемой добавки. После употребления кваса, в котором вода на 20 % была заменена на суспензию воды и хрена, в ротовой полости остается жжение.

Кислотность образцов по вариантам кваса составила 4,2–4,4 к.ед, что соответствует требованиям ГОСТ от 1,5 до 7,0 к.ед. Существенных различий между вариантами отмечено не было.

Массовая доля сухих веществ в контрольном варианте составила 5,0 %. С увеличением концентрации хрена в квасе отмечено увеличение содержания сухих веществ на 0,8–2,7 %. Относительно большее содержание сухих веществ – 7,4 % было определено в образце кваса с заменой 20 % воды на суспензию хрена. Все изучаемые образцы кваса по данному показателю соответствуют требованиям ГОСТ – не менее 3,5 %.

Анализ органолептических и физико-химических показателей готовых напитков показал, что образцы кваса с хреном соответствуют требованиям ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия».

После анализа показателей качества готовых напитков была проведена дегустационная оценка, в которой были выявлены наиболее понравившиеся образцы кваса. Дегустационную оценку проводили по 5-балльной шкале по следующим показателям: внешний вид, цвет, вкус, аромат. Оценку, равную и близкую оценке контрольного варианта, получил квас с заменой 10 % и 15 % рецептурного количества воды на водную суспензию хрена – 18,8–18,9 балла из 20 баллов возможных.

Образцы кваса «Бодрый окрошечный» с хреном уступали контрольному варианту по внешнему виду и цвету. Вкус кваса с заменой 20 % воды на суспензию хрена уступал всем образцам на 1 балл. Варианты с заменой воды на 10 и 15 % суспензией хрена в ходе дегустации получили на 0,3 балла больше, чем контрольный вариант по показателю аромат.

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели качества образцов кваса

| Показатель | Требования ГОСТ 31494-2012 | Квас «Бодрый окрошечный» (контроль) | Квас «Бодрый окрошечный» с хреном | | | |
|-------------------------------|--|---|---|---|---|---|
| | | | 5 % | 10 % | 15 % | 20 % |
| Внешний вид | Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных продукту. Допускается опалесценция обусловленная особенностями используемого сырья | Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных продукту. Без опалесценции. | Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных продукту. Без опалесценции. | | | |
| Цвет | Обусловленный цветом используемого сырья | Коричневый, обусловленный цветом используемого сырья | Коричневый, обусловленный цветом используемого сырья | | Светло-коричневый | |
| Вкус и аромат | Освежающий вкус и аромат сброженного напитка, соответствующий вкусу и аромату используемого сырья. Допускается дрожжевые привкус и аромат | Освежающий вкус и аромат сброженного напитка, соответствующий вкусу и аромату используемого сырья | Освежающий вкус сброженного напитка. Слегка присутствует аромат хрена | Присутствует легкий аромат и вкус хрена | Присутствует яркий выраженный аромат и вкус хрена | Сильный аромат и вкус хрена. После употребления остается жжение ротовой полости |
| Кислотность, к.ед. | От 1,5 до 7,0 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,2 | 4,4 |
| Массовая доля сухих веществ,% | Не менее 3,5 | 5,0 | 5,8 | 6,2 | 6,2 | 7,4 |

Таким образом, по результатам оценки качества кваса с суспензией хрена установлено, что исследуемые образцы соответствуют требованиям ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия». С целью улучшения вкусовых качеств и увеличения ассортимента кваса рекомендуется производить квас «Бодрый окрошечный» с заменой 10 % воды на водную суспензию хрена. Для приготовления суспензии использовать 0,5 кг свежего корнеплода хрена на 1 л воды.

Список литературы

1. Вафина, Э. Ф. Использование сиропов и изюма при производстве хлебного кваса / Э. Ф. Вафина, Л. М. Хайретдинов // Эффективность адаптивных технологий в сельском хозяйстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной

50-летию СХПК им. Мичурина Вавожского р-на УР. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 39–41.

2. ГОСТ 31494-2012. Квасы. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 6 с.

3. Мильчакова, А. В. Сравнительная оценка качества хлебного кваса с добавлением облепихового сока с требованиями / А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВПО РФ Валентины Михайловны Макаровой. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 4. – С. 244–248.

4. Мильчакова, А. В. Производство и оценка качества пива «Чешский сватек светлое» с добавлением малинового сиропа / А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 223–228.

5. Мильчакова, А. В. Производство пива «Чешский сватек» с добавлением черной смородины / А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, заслуженного деятеля науки УР, почётного работника высшей школы РФ, профессора Вячеслава Павловича Ковриго. – Ижевск: ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ, 2023. – С. 137–140.

6. Обоснование рецептуры функционального напитка на основе местного растительного сырья / Е. Ю. Титоренко, Л. А. Яковлева, Е. О. Ермолаева [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2017. – № 1 (15). – С. 41–48.

7. Позднякова, В. Ф. Производство холодного черного чая с натуральным заменителем сахара – стевией [*stevia rebaudiana* BERTONI (L.)] / В. Ф. Позднякова, М. А. Сенченко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 81–88.

8. Технология хлебного кваса. Характеристика и ассортимент квасов и напитков на хлебном сырье. – URL: <https://mppnik.ru/publ/1100-tehnologiya-hlebnogo-kvasa-harakteristika-i-assortiment-kvasov-i-napitkov-na-hlebnom-syre.html>.

9. Чугунова, О. В. Перспективы использования растительного сырья для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности / О. В. Чугунова, Е. В. Пастушкова // Индустрия питания. – 2019. – Т. 4. – № 1. – С. 23–33.

10. Шишова, Д. Д. Чай в технологии производства напитка безалкогольного / Д. Д. Шишова, Т. Н. Рябова // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, заслуженного деятеля науки УР, почётного работника высшей школы РФ, профессора Вячеслава Павловича Ковриго. – Ижевск: ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ, 2023. – С. 141–144.

ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 621.798.1-035.6

И. В. Бадретдинова¹, М. С. Самигуллин¹, Д. Р. Бадретдинова²

¹*Удмуртский ГАУ.*

²*МБОУ «СОШ № 16», г. Ижевск*

СЪЕДОБНАЯ УПАКОВКА ИЗ ЖМЫХА СЕМЯН ЛЬНА

Приводится анализ жмыха семян льна, изучение его химического состава, питательной и биологической ценности, представлена схема технологичного процесса приготовления съедобной упаковки, проанализированы образцы упаковки.

Актуальность. Удмуртия вошла в межрегиональный кластер производителей льна. Особое внимание в республике уделяется увеличению объемов производства льняного масла. Перед республикой стоит задача увеличить в ближайшие годы посевные площади до 20 тыс. га. При производстве льняного жмыха из семян льна у производителей возникает проблема по утилизации отходов в виде жмыха [1]. Определенное количество жмыха идет на производство легкоусвояемых протеиновых комбикормов. А основная масса просто утилизируется. Жмых семян льна является очень ценным диетическим продуктом, а для некоторых людей жмых будет полезнее самих семян. Ведь жмых – это частично обезжиренный продукт, своего рода концентрат белка и полезных веществ изначального сырья [1, 3].

В органических соединениях жмыха льна (рис. 1) содержится 30,8 % белка и 6,8 % масла, в шроте – 33,6 % белка и 2,5 % масла. При соединении с теплой водой жмых разбухает и образует слизь, состоящую из пектиновых веществ. Жмых льна – источник В1, В2, В6, ниацина, пантотеновой и фолиевой кислот, биотина, токоферолов (витамин Е), в 100 г льняного жмыха содержится половина суточной потребности в этих витаминах. Остаточные жиры, входящие в состав льняного жмыха, отличаются высоким качеством и имеют те же свойства, что и натуральное льняное масло. Уникальное свойство этого продукта, как известно, заключает-

ся в высоком содержании омега-3 и других ненасыщенных жирных кислот [2, 5].



Рисунок 1 – Жмых льна

Благодаря своему уникальному составу, питательной, биологической ценности выдвинем гипотезу о возможности создания съедобной упаковки из жмыха. Можно полноценно заменить пищевую упаковку из муки пшеницы на упаковку из жмыха семян льна. Съедобная упаковка из жмыха льна и муки из семян льна по пищевому составу является более полезной и питательной, чем из пшеничной муки [4, 7].

Цель данной работы заключается в разработке технологии производства и создании прототипа образа съедобной упаковки из жмыха семян льна.

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) изучить химический состав и ценность жмыха семян льна;
- 2) разработать технологию съедобной упаковки из жмыха семян льна;
- 3) создать прототип образа съедобной упаковки из жмыха семян льна.

Материалы и методика. Для подтверждения гипотезы о создании прототипа образов съедобной упаковки использовали бытовое и лабораторное оборудование. Для измельчения жмыха и смешивания теста использовали мини-измельчитель moulinex dje 342. Формование и прессование проводили при температуре 220 °С и удельном давлении 1,6 кг/см², на бытовой вафельнице hotter ht-959-200. Влажность образцов измеряли на анализаторе влажности.

Результаты и исследования. Изучив свойства и ценность льняного жмыха, пришли к следующей структуре технологической цепочки (рис. 2). Жмых измельчали до размеров древесной муки м-560 гост 16361-87 к нему добавили 3 % желатина, 10 % картофельного крахмала холодного растворения, глицерин 6 %, воды питьевой ГОСТ 32220-2013 – 10 %, далее замешивали тесто и формовали образцы при помощи термопрессования в течение 8 минут. Готовые образцы имели влажность 8 % [6].

На рисунке 3 представлены образцы съедобной упаковки.



Рисунок 2 – Технологическая схема производства образцов съедобной упаковки

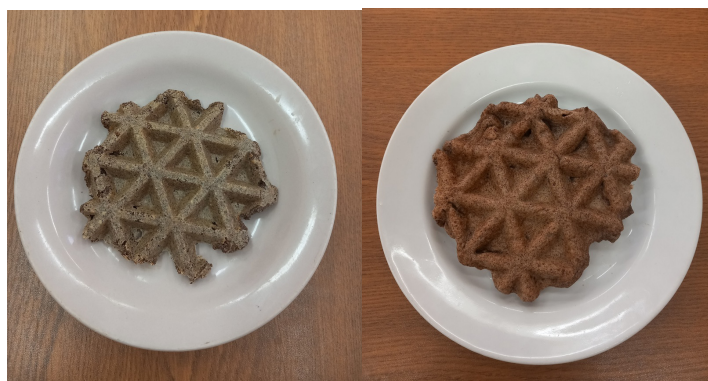


Рисунок 3 – Образцы съедобной упаковки

Форма с незначительными изломами по контуру, цвет серовато-коричневый. Поверхность шероховатая, с наклонным рельефом, допускается наличие небольших бороздок, вздутий. Изделия должны быть хрупкими, слегка ломающимися. Вкус и запах, свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха и привкуса.

Выводы. Результаты эксперимента подтверждают гипотезу о создании съедобной, с высокой биологической ценностью упа-

ковки для пищевых продуктов. Благодаря своему свойству съедобная упаковка из жмыха льна способна удовлетворить в суточной дозе по витаминам, минеральным веществам, ненасыщенным кислотам. Обладает приятным вкусом и запахом. Может стать отличным самостоятельным блюдом и даже гарниром с другими продуктами [1, 8].

Список литературы

1. Анисимова, К. В. Разработка технологии извлечения экстракта полисахаридов семян льна для использования в производстве мороженого / К. В. Анисимова, А. Б. Спиридонов, И. В. Бадретдинова // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Международ. науч.-практ. конф. В 2-х т. – Ижевск, 2022. – С. 3–6.
2. Антимикробная активность механохимически синтезированных композитов антибиотиков и наноструктурированного диоксида кремния / В. И. Евсеенко, А. В. Душкин, К. В. Гайдудль, И. А. Гольдина // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 8. – С. 21–23.
3. Бадретдинова, И. В. Производство биоразлагаемой экоупаковки для хранения и транспортировки пищевых продуктов из костры льна методом вакуумного литья / И. В. Бадретдинова, В. В. Касаткин // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2 (74). – 56–64.
4. Бадретдинова, И. В. Пути повышения эффективности льноперерабатывающей отрасли / И. В. Бадретдинова, В. В. Касаткин // Вестник Удмуртского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2. – С. 6–9.
5. Бадретдинова, И. В. Ресурсосберегающая технология производства блоков льняного арболита / А. А. Сергеев, И. В. Бадретдинова // Материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета. – 2020. – № 3. – С. 254–260.
6. Бадретдинова, И. В. Способ приготовления льняной тресты и установка для его осуществления / А. А. Сергеев, И. В. Бадретдинова // Материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета. – 2020. – № 3. – С. 260–264.
7. Кузин, М. И. Разработка водоотталкивающих покрытий для экоупаковки / М. И. Кузин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск, 2023. – С. 579–582.
8. Особенности процесса экстракции полисахаридов слизи из семян льна / И. Э. Миневич, Л. Л. Осипова, А. П. Нечипаренко [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2018. – № 2. – С. 3–4.

Д. А. Вахрамеев, Г. М. Хлебов, Р. А. Шкляев
Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОМПРЕССИИ В ЦИЛИНДРАХ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА

Условия эксплуатации автотракторных дизельных двигателей в сельскохозяйственном производстве достаточно специфичны ввиду особенностей российского климата. Особое внимание уделено процессу эксплуатации двигателя в условиях низких температур, связанных с обеспечением гарантированного процесса пуска.

Актуальность. Под воздействием температуры окружающей среды изменяется температурный режим работы двигателя в целом и отдельных его систем, изменяется характер распределения тепла, тепловой баланс и теплоотдача [1, 2–4, 7]. Для дизельных двигателей характерной особенностью является еще и затрудненный пуск в условиях низких температур.

Стоит отметить, что основная часть всей автотракторной сельскохозяйственной техники оснащена именно дизельными двигателями, поэтому процессу эксплуатации машинно-тракторного парка в зимний период года должно уделяться особое внимание, что на сегодняшний день встречается достаточно редко.

Цель исследования – определение компрессии в цилиндрах дизельного двигателя в процессе пуска при различных температурах окружающего воздуха.

Задачи исследований:

- оценить появление потерь компрессии в цилиндрах двигателя при низких температурах окружающего воздуха;
- провести экспериментальные исследования зависимости компрессии в цилиндрах двигателя от температуры окружающего воздуха.

Материалы и методика. Трудности пуска дизеля в условиях низких температур вызваны низкой температурой сжатого воздушного заряда в цилиндрах двигателя. Низкие значения температуры не обеспечивают воспламенения дизельного топлива, подаваемого в камеру сгорания. В свою очередь, низкая температура воздушного заряда обусловлена низким значением компрессии (фактиче-

ским максимальным давлением в цилиндрах двигателя), вызванным малой частотой вращения коленчатого вала при пуске и большими температурными зазорами цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) (рис. 1), через которые стравливается давление из сжимаемой зоны камеры сгорания в картер двигателя [5, 6]. Кроме того, впрыскиваемое в цилиндры холодное топливо существенно снижает конечную температуру топливо-воздушной смеси [8, 9].

Объем потерь воздушного заряда через тепловые зазоры ЦПГ:

$$V_{n1} = \mu \times \sqrt{2gH} \times 0,5 \times \left(\frac{\pi D_n}{4} - \frac{\pi D_{xc}}{4} \right), \quad (1)$$

где μ – коэффициент расхода;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

S – суммарная площадь тепловых зазоров, м²;

H – воздушный напор, м;

t – время процесса сжатия;

D_n – средний внутренний диаметр цилиндра, м;

D_{xc} – минимальный диаметр поршня, м.

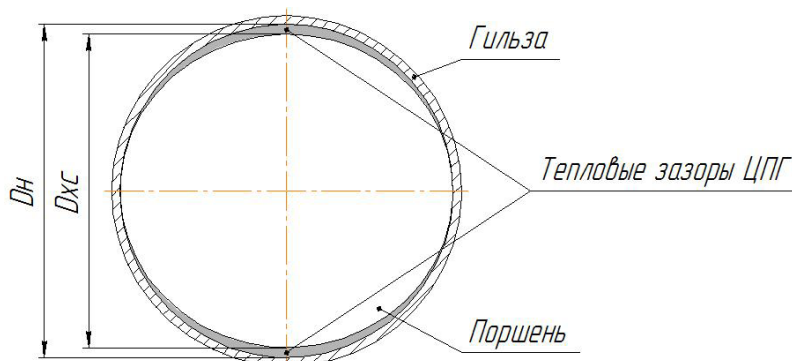


Рисунок 1 – Пояснительная схема обозначения тепловых зазоров цилиндро-поршневой группы

Количество теплоты, передаваемое деталям ЦПГ сжимаемым воздушным зарядом:

$$Q = S \times \Delta T \times \alpha \times t, \quad (2)$$

где S – площадь теплообмена, м²;

ΔT – разность температур воздушного заряда и поверхности теплообмена;

α – коэффициент теплопередачи;

t – время процесса теплопередачи, с.

Представленные зависимости (1) и (2) показывают прямо пропорциональную зависимость потерь от времени процесса. Таким образом, при понижении температуры окружающей среды увеличивается вязкость моторного масла и снижается электрическая мощность стартерной аккумуляторной батареи, что снижает пусковую частоту вращения коленчатого вала двигателя и линейную скорость движения поршня, что существенно увеличивает время процесса и соответствующие потери.

Результаты исследований. Проведена серия экспериментов по замеру компрессии при пуске в цилиндрах двигателя Д-243 в зависимости от его температуры и оборотов коленчатого вала. По результатам работы были полученные следующие результаты, сведенные в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований процесса пуска дизельного двигателя Д-243

| Темп-ра окружающ. среды, °С | Компрессия в цилиндрах двигателя | | | | Среднее значение компрессии | Частота вращения колен. вала |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| | 1 ци- линдр | 2 ци- линдр | 3 ци- линдр | 4 ци- линдр | | |
| Един. изм | атм. | атм. | атм. | атм. | атм. | об/мин |
| -30 | 9 | 9 | 11 | 10 | 10,75 | 70 |
| -25 | 10 | 10 | 12 | 13 | 12,25 | 90 |
| -20 | 12 | 15 | 16 | 16 | 15,75 | 120 |
| -15 | 14 | 16 | 17 | 17 | 17 | 150 |
| -10 | 15 | 17 | 18 | 17 | 17,75 | 177 |
| -5 | 17 | 18 | 20 | 19 | 19,5 | 222 |
| 0 | 18 | 19 | 21 | 19 | 20,25 | 230 |
| +5 | 18 | 20 | 22 | 20 | 21 | 238 |
| +35 | 22 | 23 | 24 | 23 | 24 | 289 |
| +45 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25,75 | 323 |
| +70 | 25 | 26 | 26 | 26 | 26,75 | 340 |
| +90 | 27 | 27 | 28 | 27 | 27,25 | 340 |

Анализ полученных данных показал, что гарантированный процесс пуска дизеля Д-243 возможен при температуре окружающей среды выше +5 °С. При данной температуре среднее значение компрессии в цилиндрах двигателя составило 2,1 МПа при частоте вращения коленчатого вала 238 об/мин.

Выводы и рекомендации. Таким образом экспериментально обосновано требование по необходимости установки средств предпусковой тепловой подготовки для дизельного двигателя. При этом тепловая мощность подобных устройств должна обеспечивать возможность подогрева холодного двигателя до температуры не ниже +5 °С за достаточно короткое время. Данные параметры должны быть указаны в техническом задании на установку того или иного устройства для подогрева двигателя в зависимости от климатической зоны эксплуатации автотракторной техники.

Список литературы

1. Волкова, А. И. Конструктивная безопасность сельскохозяйственной техники / А. И. Волкова, А. С. Кондратьев, Д. А. Вахрамеев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2022. – С. 2155–2159.
2. Обоснование выбора методов предпусковой тепловой подготовки для разных типов двигателей внутреннего сгорания / Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев [и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 161–166.
3. Обоснование параметров воздушного заряда при пуске дизеля в условиях низких температур / Д. А. Вахрамеев, И. А. Дерюшев, Е. А. Потапов [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2 (74). – С. 64–70.
4. Оптимизация методов и параметров предпусковой тепловой подготовки двигателя для запуска в зависимости от температуры окружающей среды / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, С. А. Синицкий [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 4 (64). – С. 53–58.
5. Особенности теплового расчета дизельного двигателя в процессе пуска / А. А. Мартюшев, А. А. Кавыев, Н. Д. Давыдов [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 159–165.
6. Предпусковой подогрев двигателя трактора как эффективный способ снижения токсичных компонентов в отработавших газах / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2018. – С. 172–175.
7. Пути повышения эффективности эксплуатации автотракторных дизелей в условиях низких температур / Е. А. Потапов, И. Ю. Тюрин, А. А. Мартюшев [и др.] // Аграрный научный журнал. – Саратов, 2023. – № 2. – С. 139–141.

8. Снижение токсичности отработавших газов дизельного двигателя в период пуска / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Н. Д. Давыдов [и др.] // Современные проблемы экологии: доклады XIX Международной научно-технической конференции. – Тула, 2017. – С. 3–6.

9. Тепловой аккумулятор для предпусковой подготовки двигателей и агрегатов трансмиссии / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Н. Д. Давыдов [и др.] // Сельский механизатор. – 2023. – № 5. – С. 12–14.

УДК [631.158:658.345]:631.3

Е. И. Веретенникова

ФГБОУ ВО «УдГУ»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАБОТНИКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Для обеспечения безопасности жизнедеятельности работников при выполнении механизированных работ в сельском хозяйстве и улучшения состояния охраны труда на сельскохозяйственных предприятиях требуется внедрение действенной системы снижения имеющихся профессиональных рисков. Управление профессиональными рисками предполагает выявление опасностей, оценки риска травмирования и заболевания работников, внедрение мер по снижению рисков и информирования об остаточном риске.

Актуальность. Состояние охраны труда на большинстве сельскохозяйственных предприятий России еще не позволяет внедрить концепцию «нулевого травматизма» на производстве. Высокие уровни профессиональных рисков в сельском хозяйстве оказываются в большом количестве, травмы различной степени тяжести ежегодно случаются в аграрном производстве [1, 2, 9]. Особенностью условий выполнения механизированных процессов в сельском хозяйстве является неустойчивость параметров производственной окружающей среды, что является следствием как природных процессов, так и, в частности, профессиональной деятельности механизатора [3, 7, 8, 13, 14]. Возможности приспособления работников и машин к изменениям производственной окружающей среды достаточно ограничены, поэтому обеспечение безопасности жизнедеятельности работников при выполне-

нии механизированных работ в сельском хозяйстве остается актуальной задачей.

Цель работы. Определение подходов к оценке величины профессиональных рисков, влияющих на обеспечение безопасности жизнедеятельности работников при выполнении механизированных работ в сельском хозяйстве.

Материалы и методика. Декларирование концепции «нулевого травматизма» в сельском хозяйстве без применения действующей системы снижения имеющихся профессиональных рисков не приведет в ближайшее время к уменьшению уровня производственного травматизма. Необходимо прежде всего научно обосновать методологию оценки профессиональных рисков на рабочих местах работников при выполнении механизированных работ в сельском хозяйстве.

В странах с развитыми правовыми системами, особенно в странах с прецедентными системами права (США, Великобритания) вмешательство государства в производственные процессы предприятий (включая вмешательство в вопросах безопасности) ограничено до минимума [15]. В нашей стране вмешательство третьих лиц (включая органы власти) в управление производственным процессом частной организации также ограничено (запрещено) законодательством. Тем не менее, в настоящее время государство пока еще активно влияет на деятельность предприятия в сфере безопасности. Например, в сфере охраны труда реализован принцип «государственного управления охраной труда». При том что «управление» предполагает непосредственное воздействие субъекта на объект управления в целях приведения его в состояние, требуемое субъектом. Из чего следует очевидный вывод, что «охрана труда» не может быть связана с самим производственным процессом и одним из его свойств – свойством безопасности [4, 11].

Таким образом, применение прямого метода идентификации опасностей в России связано с рядом объективных трудностей. Это несовершенство законодательства, регулирующего отношения в сфере производственной безопасности, охраны и безопасности труда, исключающее возможность достижения хозяйствующим субъектом уверенности в полном соблюдении всех государственных требований безопасности, господствующая концепция абсолютной безопасности (в охране труда), препятствующая явному признанию наличия на рабочем месте опасностей (вредных и опасных производственных факторов), недостаточный уровень квалифика-

ции управленческих кадров, способных идентифицировать опасности, оценивать риски и принимать самостоятельные решения в сфере безопасности на основе результатов оценки рисков, отсутствие экономического стимулирования управления рисками на предприятии в сфере безопасности ввиду низкой стоимости человеческой жизни, обусловленной обязательным социальным страхованием от несчастных случаев и профессиональных заболеваний [5, 6, 10, 12].

Результаты исследований. Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации, приоритетом на производстве должны быть жизнь и здоровье работников, а не результаты труда. Если же от выявленной опасности невозможно избавиться полностью, то необходимо снизить вероятность производственного риска до допустимого уровня путем выбора соответствующего оптимального решения. Достичь этой цели в системе управления профессиональными рисками в сельском хозяйстве можно, как правило, несколькими путями.

При косвенной оценке рисков в настоящее время используются, например, методы Элмери, Файна-Кинни. Сущность обоих методов заключается в отборе нормативных требований, несущих в себе требования безопасности, и нахождении соотношения количества выполненных требований и невыполненных. Методы позволяют ранжировать требования по уровню связанных с ними опасностей (рисков) и оценивать общий уровень риска более адекватно.

Тем не менее, названные методы имеют следующие общие недостатки:

- в случае невыявления нарушений требований безопасности риск в организации будет равен нулю, что противоречит концепции приемлемого риска и не позволяет проводить работу по дальнейшему (непрерывному) управлению рисками;
- относительный (дробный) характер индексов не позволяет сравнивать рабочие места с различным количеством требований безопасности;
- опасности (потенциальные источники вреда) не выявляются, их характеристики (включая возможные последствия) не описываются;
- методы не позволяют выявить опасность, её характеристики и возможные последствия.

Поэтому для обеспечения безопасности жизнедеятельности работников при выполнении механизированных работ в сельском

хозяйстве необходим свой метод, которым могут овладеть сами работники сельскохозяйственных предприятий и который представляет собой индекс риска, соответствующий состоянию производственного процесса, при котором не выполняется ни одно применяемое к процессу требование безопасности. При этом предполагается, что реализация опасности, для защиты от которой применена данная защитная мера, приведет к наихудшим предполагаемым последствиям. Это сумма ущербов, которые могут нанести все существующие в рамках производственного процесса при выполнении механизированных работ в сельском хозяйстве. При этом метод без существенного дополнительного обучения работников непосредственно пригоден для применения в любых организациях, так как основан на анализе известных положений нормативных документов и требует специальных навыков самостоятельного формулирования и именования новых опасностей. Объективность метода обеспечивается тем, что все выявленные опасности в сельскохозяйственном производстве предварительно классифицируются по уровню связанных с ними потенциальных ущербов, что исключает субъективную оценку одних и тех же опасностей различными работниками в различное время, на разных рабочих местах.

Список литературы

1. Экспертиза условий труда и аттестация персонала: учебное пособие для студентов, изучающих КРС (модуль) «Экспертиза условий труда и аттестация персонала», «Безопасность жизнедеятельности», «Охрана труда» / А. А. Мякишев. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – 132 с.
2. Мякишев, А. А. Совершенствование методов оценки профессиональных рисков на предприятиях агропромышленного комплекса / А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев [и др.] // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 33–37.
3. Сажин, В. А. Измерение уровня вибрации двигателя на малой сельскохозяйственной технике / В. А. Сажин, А. Г. Иванов, А. А. Мякишев // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: материалы Нац. науч.-практ. конф. с международным участием. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2022. – С. 345–348.
4. Мякишев, А. А. Повышение эффективности оценки уровней профессиональных рисков в сельскохозяйственном производстве / А. А. Мякишев, З. М. Хартдинова, Д. А. Мякишева // Инновационное развитие современного агропро-

мышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова. – Ижевск, 2022. – С. 55–59.

5. Хаертдинова, З. М. Правовые основы управления профессиональными рисками / З. М. Хаертдинова, А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова. – Ижевск, 2022. – С. 68–73.

6. Оценка условий труда: учебное пособие для студентов, изучающих курс «Безопасность жизнедеятельности», и слушателей курсов повышения квалификации / А. А. Мякишев. – Ижевск: УдГАУ. 2022. – 108 с.

7. Влияние износа рабочих органов на эффективность работы дробилки зерна / В. И. Ширококов [и др.] // Сельский механизатор. – 2022. – № 3. – С. 28–29.

8. Патент на изобретение № 2195103 С2 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Модуль сепарирующий для преобразования картофелекопателя в корнеклубный комбайн: № 2000131259/13; заявл. 13.12.2000; опубл. 27.12.2002 / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов, А. А. Неустроев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». – EDN URRRQK.

9. Мякишев, А. А. Производственный травматизм в агропромышленном комплексе Удмуртской Республики / А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев, М. В. Павлова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Международ. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 239–242.

10. Мякишев, А. А. Повышение безопасности труда водителей автомобилей / А. А. Мякишев, З. М. Хаертдинова // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией. – Ижевск, 2021. – С. 343–346.

11. Мякишев, А. А. Оценка условий труда на рабочих местах в сельскохозяйственных предприятиях / А. А. Мякишев, С. Н. Тюбина // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение: материалы Всерос. науч.-практ. конф.: в 3 томах. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2012. – С. 225–226.

12. Методы оценки профессиональных рисков на сельскохозяйственных предприятиях / А. А. Мякишев, М. А. Чибышев, А. И. Шудегов, И. И. Иванов // Безопасность жизнедеятельности, 2020. – № 6 (234). – С. 21–25.

13. Предварительные исследования вибродозатора сухих рассыпных кормов / В. И. Ширококов, О. С. Федоров, А. А. Мякишев, В. А. Петров // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 68–72.

14. Результаты предварительных исследований вибрационного отделителя примесей для дробилок зерна / В. И. Ширококов, В. А. Баженов, А. А. Мякишев, А. Г. Бастригов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. - № 3 (44). – С. 61–68.

15. Шамсутдинов, Р. Ф. Интегрированная концепция биопредметного функционализма системы управления материальными оборотными средствами на птицефабриках / Р. Ф. Шамсутдинов, Н. А. Алексеева, А. А. Мякишев // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 5-2 (44). – С. 181–185.

УДК 620.178.3

Р. И. Гаврилов, В. А. Николаев

Удмуртский ГАУ

ОБ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОЛИМЕРНО-ПЕСЧАНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Одним из видов композитных материалов является полимерно-песчаная смесь (ППС), к основным преимуществам которой можно отнести высокую коррозионную и химическую стойкость, возможность использования в условиях повышенной влажности, сезонных и суточных температурных перепадов. Однако внедрение таких изделий требует исследования и подтверждения их свойств при циклических нагрузках. Целью работы является испытание полимерно-песчаных образцов на усталость. Удельная усталостная прочность ППС более чем в 4,8 и в 2,3 раза ниже углеродистой конструкционной стали и серого чугуна соответственно, что необходимо учитывать при изготовлении теплиц с конструктивными элементами из ППС.

Актуальность. Для снижения материалоемкости производства в сельском хозяйстве необходимо внедрять дешевые, лёгкие, прочные и долговечные композитные материалы, например, полимерно-песчаные изделия, которые вытесняют с рынка устаревшие аналоги, производимые из металла. Так, сельскохозяйственное строительство использует изделия из композитов для возведения теплиц [1, 21–23]. Для этого используют полимерно-песчаную смесь (ППС). Этот материал идет на изготовление различных строительных плит и гидроизоляционных материалов (рис. 1).

Однако внедрение таких изделий, в том числе на предприятиях АПК, требует исследования и подтверждения их свойств соответствующим нормативным требованиям. Поэтому при проек-

тировании теплиц необходимо обосновать конструкционные параметры изделий при различных видах сопротивления, расчет которых зависит от механических характеристик ППС [4–12, 15].

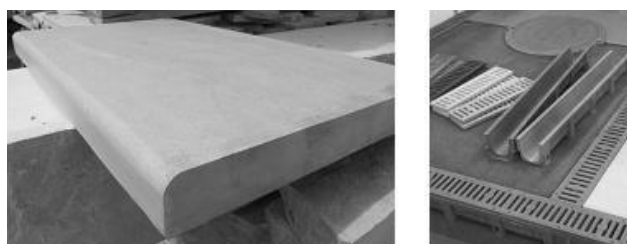


Рисунок 1 – Конструкционные элементы из полимерно-песчаной смеси: строительные плиты (слева); элементы водоотведения (справа)

Целью работы является испытание полимерно-песчаных образцов на усталость.

Материалы и методы. Полимерно-песчаные изделия – это одно из многочисленных направлений композиционных материалов на основе пластиков. В их составе содержится 22–27 % полимерных материалов, 60–75 % песка и до 3 % добавок (пигменты, пластификаторы, стабилизаторы). Методы механических испытаний регламентированы государственными стандартами, и лабораторные исследования ППС проведены в соответствии с ними [2–3, 13, 14, 16–20, 24, 26–31].

Результаты исследования. Для определения усталостной долговечности испытывалась серия образцов (рис. 2 а) рабочей длиной $l = 102,0 \dots 105,0$ мм и диаметром $d = 17,7 \dots 17,8$ мм в количестве 10 штук до полного их разрушения (рис. 2 б) на машине УКИ-10 М (рис. 3).

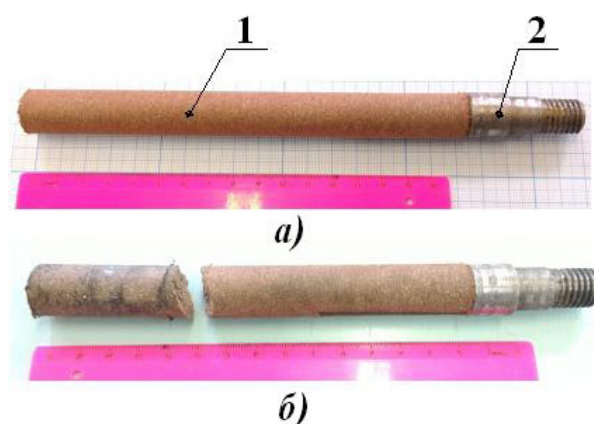


Рисунок 2 – Образец для исследования на усталость: а) до разрушения; 1 – исследуемый материал; 2 – головка под подшипник с серьгой для гирь; б) после разрушения

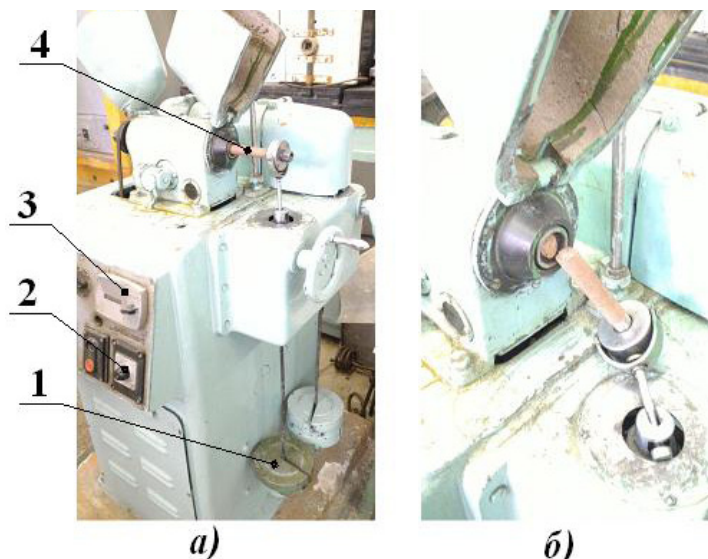


Рисунок 3 – Усталостные испытания на машине УКИ-10 М:
 а) общий вид установки; 1 – гиря; 2 – тумблер для выбора скоростного режима;
 3 – счетчик числа оборотов (циклов); 4 – нагруженный образец;
 б) разрушенный образец

По результатам испытаний строилась диаграмма максимальных напряжений σ в зависимости от числа циклов до разрушения N (кривая усталости), изображенная на рисунке 4.

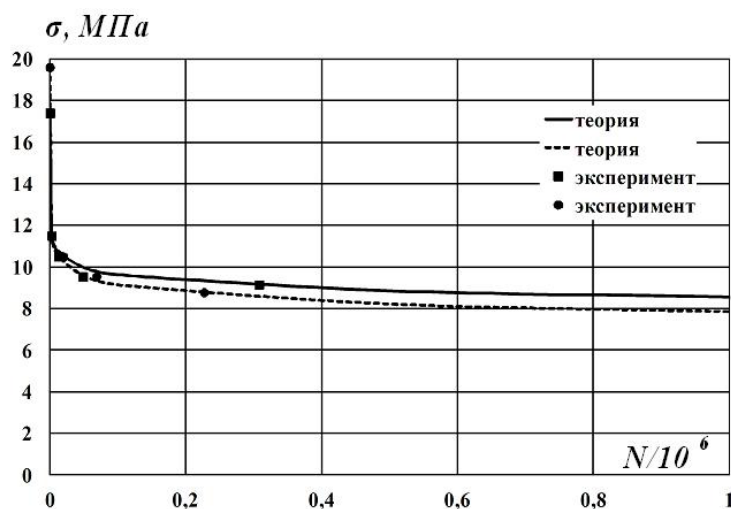


Рисунок 4 – Диаграмма усталости

Напряжения для консольно-нагруженного образца определялись по формуле [25]

$$\sigma = \frac{32P_i l}{\pi d^3}, \quad (1)$$

где P_i – вес гирь.

При построении диаграммы усталости для $N = 1$ принято значение условного предела текучести $\sigma_{0,2} = 17,4 \dots 19,6$ МПа.

Для исследования кривой усталости использовалось известное ее теоретическое представление в виде уравнения:

$$\sigma^m N = C, \quad (2)$$

где m, C – постоянные.

Численное исследование уравнения (2) в контрольных точках экспериментальных значений (на рисунке 4 отмечены маркерами), позволило рассчитать значения постоянных: $m = 15,1 \dots 19,43$; $C = 3,26 \cdot 10^{19} \dots 1,27 \cdot 10^{24}$ Па^m.

Тогда по уравнению (2) можно рассчитать предел выносливости при симметричном цикле σ_{-1} , задавшись базовым числом N_{σ} . В сравнении со стальными образцами, для которых принято $N_{\sigma} = 10^7$ циклов [25], получаем $\sigma_{-1} = 5,78 \dots 6,74$ МПа. Таким образом, можно записать эмпирическое соотношение между пределом выносливости и условным пределом прочности в виде

$$\sigma_{-1} = (0,19 \dots 0,26) \sigma_{\sigma}. \quad (3)$$

Для стали принято следующее соотношение: $\sigma_{-1} = (0,4 \dots 0,5) \sigma_{\sigma}$ [25].

Заключение. Таким образом, удельная усталостная прочность σ_{-1}/ρ ППС более, чем в 4,8 и в 2,3 раза ниже углеродистой конструкционной стали и серого чугуна соответственно, что необходимо учитывать при изготовлении теплиц с конструктивными элементами из ППС (здесь ρ – плотность материала).

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. 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2139–2144.
3. Гуменников, Д. В. Исследование прочности при изгибе образцов из пластика PLA для 3D-печати деталей механизмов / Д. В. Гуменников // Научные труды

студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 675–679.

4. Дородов, П. В. Исследование напряжений на линии сопряжения ступенчатой пластины / П. В. Дородов // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 2 (25). – С. 36.

5. Дородов, П. В. Исследование напряженного состояния в пластине, ослабленной концентратором напряжений / П. В. Дородов, И. Г. Поспелова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 67–70.

6. Дородов, П. В. О запасе прочности и оценке надежности узлов металлоконструкций / П. В. Дородов, А. В. Кулагин // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 2 (20). – С. 420–423.

7. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в переходном сечении ступенчатой балки при изгибе / П. В. Дородов, В. А. Петров, И. Т. Хакимов // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т., Ижевск, 28 февраля – 05 марта 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 8–15.

8. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П. В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора А. И. Любимова. В 2-х т., Ижевск, 20 июля 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. II. – С. 61–66.

9. Дородов, П. В. Оптимальное проектирование разгрузочных отверстий вблизи вершины растущей трещины в плоских деталях / П. В. Дородов // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова, Ижевск, 14–15 декабря 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 229–238.

10. Дородов, П. В. Приведение краевой задачи для плоского упругого тела к одному особому интегральному уравнению / П. В. Дородов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 80. – С. 1–10.

11. 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 г. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231–237.

12. Дородов, П. В. Расчет оптимального радиуса прутка элеватора картофелеуборочной машины / П. В. Дородов, И. Т. Хакимов // Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: ма-

териалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почётного работника высшей школы Российской Федерации, профессора Александра Степановича Башкова, Ижевск, 15–18 ноября 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 334–342.

13. Иванов, Г. Н. Исследование изгибной прочности пластика PET-G при изготовлении деталей способом трехмерной печати / Г. Н. Иванов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 689–693.

14. 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2197–2200.

15. Интерферометр для определения нормальных напряжений в плоских прозрачных моделях / В. П. Беркутов, Н. В. Гусева, П. В. Дородов, М. М. Киселев // Датчики и системы. – 2009. – № 2. – С. 26–29.

16. К вопросу адгезионной прочности керамических покрытий со стальной поверхностью / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, П. В. Дородов [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4 (72). – С. 58–64.

17. Карнаухов, И. С. Исследование ползучести и релаксации пластика PLA для изготовления деталей способом трехмерной печати / И. С. Карнаухов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 698–704.

18. Касьянов, А. Н. Об ударной прочности пластика PET-G для 3D-печати деталей при физическом моделировании / А. Н. Касьянов, М. К. Крестьянинов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1269–1274.

19. Кислицин, В. В. Определение вязкоупругих характеристик пластика PET-G для 3D-принтера / В. В. Кислицин, Д. А. Шмыков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1274–1281.

20. 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.

21. Повышение эффективности грохотных картофелесортирующих машин путем совершенствования привода с модификацией алгоритма движения решет / А. Г. Иванов, М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 13–19.

22. Применение инфракрасного нагрева при обеззараживании почвы в защищенном грунте и механизм распространения тепла / П. В. Дородов, И. Г. Поспе-

лова, И. В. Возмищев, И. В. Титов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69. – № 2 (47). – С. 59–64.

23. 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.

24. Степанов, К. И. Исследование ударной вязкости пластика PLA для трехмерной печати моделей деталей / К. И. Степанов, Д. А. Алексеев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1353–1359.

25. Техническая механика. Инженерная подготовка в техносферной безопасности. Упрощенный курс «Кинематика» для студентов технических специальностей УдГУ: учеб.-метод. пособ. – Ижевск: Удмуртский государственный университет, 2023. – 67 с.

26. Тронин, Д. М. Испытание на сжатие образцов из пластика PET-G для трехмерной печати деталей механизмов / Д. М. Тронин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2288–2292.

27. Хакимов, Д. Р. Испытание на растяжение образцов из пластика PLA для 3D-печати конструктивных элементов / Д. Р. Хакимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2304–2307.

28. Ширококов, В. В. Исследование жесткости пластика PLA для трехмерной печати деталей при физическом моделировании / В. В. Ширококов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1373–1379.

29. Ширококов, В. В. О ползучести и релаксации пластика PET-G для 3D-печати деталей при моделировании конструктивных элементов / В. В. Ширококов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 794–800.

30. 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 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042039.

31. 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 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042037.

И. А. Дерюшев, М. А. Савельева, Д. А. Бобров, С. А. Антонова
Удмуртский ГАУ

ТОРФЯНОЙ ПИТАТЕЛЬНЫЙ СУБСТРАТ (ТПС) ПРИ ПОСЕВЕ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Рассмотрен вопрос применения торфяного питательного субстрата при посеве овощных культур, а также создание современной универсальной посевной машины с высевальным аппаратом и дозатором субстрата в посадочное место. Представлено описание торфяного питательного субстрата и его влияние на овощные культуры.

Увеличение урожайности овощных культур является основной целью при решении большинства задач, связанных с усовершенствованием технологических процессов и рабочих органов сельскохозяйственных машин. Каждое семя при посеве должно получить оптимальные условия для его произрастания. Анализ состояния вопроса посева овощных культур показал, что высев семян может быть осуществлен с помощью посевных машин различных типов. Однако почти все они имеют существенные недостатки, обусловленные конструкцией посевного агрегата, поэтому в результате их применения практически невозможно достичь качества высева, в полной мере соответствующего агротехническим требованиям, в первую очередь по показателям равномерности размещения семян в посевном рядке, или отличаются высокой стоимостью, из-за чего возникают трудности с применением их в условиях современного сельского хозяйства Российской Федерации [8]. В настоящее время актуальным является разработка комбинированной посевной машины, благодаря которой будет возможным создание оптимальных условий для произрастания семян при посеве. В настоящее время широкое распространение получает метод выращивания с применением субстратов.

Природный торф – это естественные отложения, образующиеся путем разложения отпавших частей мхов, трав, деревьев и кустарников в условиях высокой влажности и без доступа кислорода.

Около 12 000 лет до н.э. ледяные шапки последнего великого ледникового периода отступили на север, оставив после себя бесплодную песчаную почву. Первая растительность, которая раз-

вивалась, росла и умирала, образовала первые тонкие слои торфа, которые до сих пор можно найти в так называемом «темном» слое. Затем последовал длительный период формирования, прерываемый короткими ледниковыми периодами около 6000 и 3000 лет до н.э., во время которых сформировался слой «черного» торфа. Далее начался новый и последующий период формирования, приведший к созданию слоя «легкого» торфа. Промежуточный слой между светлым торфом и темным торфом называется «серым» торфом. Слой торфа, находящийся на поверхности, называют «верхним».

В России с 1929 по 1941 гг. торф начали широко использовать в народном хозяйстве, поэтому его свойства, особенности и условия образования активно изучались. В результате исследований было обнаружено, что внешний вид торфов с разных месторождений не только различен, но и их физические свойства, элементный и химический состав существенно отличаются в зависимости от условий, где они образовались, и от растений, из которых состоит масса. Торф накапливается в результате болотообразовательного процесса, в связи с чем история и особенности формирования болота определяют его качественные характеристики [3].

Каким же бывает торф? По составу и условиям образования различают верховой, переходный и низменный торф (рис. 1). Верховой торф – легкий, волокнистый, пористый, обладает большой воздухо- и влагоемкостью, медленно разлагается, образовался в основном из сфагновых мхов, визг, хвойных деревьев в условиях большого атмосферного увлажнения и бедного минерального питания. Благодаря кислой реакции рН не содержит возбудителей болезней. Низменный торф – мелковолокнистый, мелкокомковатый, имеет быстро разрушающуюся структуру и склонен к быстрому уплотнению. Образовался преимущественно из травянистой растительности, зеленых мхов, деревьев лиственных пород в условиях хорошего минерального питания. Влагоемкость значительно ниже, а зольность выше, чем у верхового торфа. Кислотность также ниже, она в значительной степени определяется химическим составом золы. Определяющим при этом является содержание кальция. Торф используется как добавка к верховому торфу для обогащения минеральными элементами, а также как основной компонент дешевых торфяных почв. Переходный торф занимает промежуточное положение между верховым и низменным как по условиям образования, так и по свойствам.



Рисунок 1 – Виды торфа

Для того, чтобы полностью контролировать выращивание растений и впоследствии собрать хороший урожай, нужно, чтобы растения активно росли и получали питание, для этого необходимо применять дополнительные удобрения, другими словами, субстраты. Через корневую систему растения получают полезные вещества, которые находятся в почве. Самыми важными компонентами для растений являются: фосфор, калий, азот, марганец, железо и другие полезные вещества. Верховой торф группы является идеальной основой для субстратов. Торф обладает высокими антисептическими свойствами, свободен от семян сорняков [1].

Субстрат – это сложная биологическая система, другими словами, это искусственный грунт, основной составляющей которого является торф. Торф является продуктом неполного разложения болотной растительности в условиях высокой влажности и ограниченного доступа воздуха. Субстрат – это не только торф, а сочетание органических и минеральных материалов, которые дополняют друг друга и в комплексе создают идеальные условия для развития растения. В самые различные составы специальных субстратов включают грубые добавки, такие, как кокосовое волокно, торфяное волокно, молотая хвойная кора, резаный сфагнум, древесный уголь, перлит, вермикулит, цеолит. Используя различные составы, можно обеспечить самые разнообразные требования растений.

Страны Западной Европы потребляют ежегодно 16 миллионов кубических метров субстратов. Из них 85 % – это субстраты

на основе торфа. Небольшая Англия потребляет в год 5 миллионов кубических метров торфяных субстратов.

Проведенные исследования последних лет показали положительное действие имеющихся в торфяном субстрате гумусных веществ, которые, образуя органические комплексы, повышают растворимость минеральных солей. Кроме того, корни растений, покрытые слоем гумусных веществ, лучше усваивают неорганические питательные вещества. Благодаря присутствию гумусных веществ, почвенный раствор приобретает буферность, т.е. большей устойчивости против смещения реакции рН. В гумусе содержатся растворимые вещества типа антибиотиков, ростовых веществ, витаминов, которые усваиваются растением и способствуют ее лучшему развитию. Поэтому даже к субстратам для гидропоники добавляют торф. Установлено, что верховой торф по агрофизическим и агрохимическим характеристикам больше всего подходит для использования его в качестве питательного субстрата [6].

Торфяные субстраты являются экологически чистым продуктом.

Торфяные питательные субстраты (ТПС) готовят из верхового торфа низкой степени разложения, добытого фрезерным способом. Для нейтрализации торфа применяют известняковую муку. Обогащение торфа питательными веществами производится путем внесения комплексного удобрения.

Качество субстратов определяется комплексом агротехнических параметров. При выборе субстрата необходимо обращать внимание на следующие параметры: кислотность, проводимость, содержание макроэлементов, структура, влагоемкость (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание основных питательных веществ и характеристики ТПС

| | |
|---|---------------|
| Азот (N), мг/100 г сух. в-ва | 140–180 |
| Фосфор (P ₂ O ₅), мг 100 г сух. в-ва | 120–160 |
| Калий (K ₂ O), мг 100 г сух. в-ва | 180–210 |
| Кальций (CaO), мг100 г сух. в-ва | 3500–4000 |
| Кислотность РН | 5,5–6 |
| Органическое вещество % | Не менее 85 % |
| Влажность % | 45–60 |

Торфяной питательный субстрат используется при выращивании рассады овощных, цветочных культур, черенковании, горшечных растений, на салатных линиях, для улучшения грунтов

в теплицах, в открытом грунте для улучшения структуры почвы при посадках деревьев и кустарников, для приготовления компостов, для мульчирования почвы, для укрытия корней многолетних посадок от вымерзания. Правильный подбор питательного субстрата является важнейшим фактором, обеспечивающим высокое качество продукции овощных культур [2].

Торфяной питательный субстрат имеет уникальные физические, химические и биологические характеристики, которые особенно благоприятны для роста и развития как надземной части, так и корневой системы растений.

При сравнении с другими видами грунтов можно выделить ряд преимуществ торфяного питательного субстрата:

- Экологически безопасный.
- Благоприятно влияет на кислотность почвы.
- Полностью природный продукт, свободный от примесей и добавок.
- Выделения углекислого газа в процессе разложения, что необходимо для роста растений.
- Экономический эффект.

Торфяной питательный субстрат (ТПС) – это нейтрализованный торф, в который добавлен минеральный комплекс, благодаря чему он положительно воздействует на протекание метаболических процессов в растениях, благоприятствует развитию корневой системы, служит защитой от ряда болезней, вызываемых бактериями и грибами. Еще один весьма важный фактор в пользу торфа – экономический. Из всех материалов, на которых выращиваются растения, торф имеет самую низкую цену. Торфяной питательный субстрат применяют как удобрение, в качестве мульчи, используют при посадке и для получения торфяного компоста.

В связи с этим планируется разработка и создание современной универсальной посевной машины с дозатором субстрата, которая обеспечит более экономичный и равномерный посев овощных культур, соответствующий агротехническим требованиям и одновременным применением торфяного питательного субстрата в посадочное место [5, 6, 7]. Питательный субстрат обеспечивает сбалансированное питание растений в течение периода вегетации, является важнейшим фактором интенсификации овощеводства. При использовании готового торфяного питательного субстрата в посадочное место, которое имеет низкий насыпной вес, повышается всхожесть семян, всходы овощных культур растут бы-

стро и не болеют, что целесообразно использовать на стадии проращивания семян и позволяет обеспечить получение высококачественных всходов.

Список литературы

1. Бойко, В. С. Опыт применения торфяного субстрата и удобрений на торфяной основе при выращивании овощей в закрытом грунте / В. С. Бойко, А. И. Пономарева, Н. Г. Васильева // Известия Томского ордена Трудового Красного Знамени Политехнического института им. С. М. Кирова, 1969. – Т. 178.

2. Брунько, Н. А. Оценка использования почвогрунтов для выращивания рассады томатов / Н. А. Брунько, И. С. Агрыч, А. С. Звягина // Овощеводство – от теории к практике: материалы III региональной научн-практической конференции молодых ученых. – Краснодар, 2020. – С. 21–24.

3. Гревцев, Н. В. Занимательно о торфе / Н. В. Гревцев, А. Н. Сёмин, И. Н. Гревцева. – Москва: Фонд «Кадровый резерв», 2020. – 192 с.

4. Использование комбинированных агрегатов для посева овощей / И. А. Дерюшев, Д. А. Галицын, М. А. Савельева, О. П. Васильева // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 54–58.

5. Дерюшев, И. А. Перспективные способы посева овощных культур в открытом грунте / И. А. Дерюшев, Д. А. Галицын, В. В. Костев // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, Ижевск, 17–19 ноября 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 8–11.

6. Томсон, А. Э. Торф и продукты его переработки / А. Э. Томсон, Г. В. Наумова // Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск: Беларус. навука, 2009. – 328 с.

7. Торфяные изделия «Пельгорское-М» для интенсивных технологий защищенного грунта // Гавриш. – 2006. – № 1. – С. 44–45.

8. Анализ вибрационных высевальных аппаратов / А. С. Бардола, М. К. Сердалин, А. Ю. Головин, Е. В. Демчук // Инновационные технологии в АПК как фактор развития науки в современных условиях: материалы Международной научно-исследовательской конференции, посвященной 70-летию создания факультета ТС в АПК (Мех ФАК), Омск, 26 ноября 2020 г. – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 2020. – С. 37–41. – EDN IDRWDQ.

9. Что такое хороший цветочный грунт / Записки садовника: сайт. – URL: http://filsadovnik.ru/page/grunt_dlya_cvetov (дата обращения 18.09.2023).

П. В. Дородов

Удмуртский ГАУ

О ПРОЧНОСТИ КОМПОЗИТОВ ИЗ ПОЛИМЕРНО-ПЕСЧАНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ТЕПЛИЦ

Известно, что применение полимерных композиционных материалов в строительстве и машиностроении дает значительный экономический эффект, например, позволяет сэкономить от 5 % до 30 % веса проектируемого изделия. Одним из видов композитных материалов является полимерно-песчаная смесь (ППС), к основным преимуществам которой можно отнести высокую коррозионную и химическую стойкость; возможность использования в условиях повышенной влажности, сезонных и суточных температурных перепадов; возможность поставки в виде отдельно собранных, легко транспортируемых, заменяемых и наращиваемых модульных конструкций; снижение расходов на изготовление изделий, их монтаж и эксплуатацию. Однако внедрение таких изделий при возведении теплиц требует исследования и подтверждения их свойств соответствующим нормативным требованиям. Целью работы является исследование физико-механических свойств полимерно-песчаных образцов. В работе представлены результаты исследования прочности ППС. Так, удельная прочность ППС при сжатии в 2,4...5,5 раза и в 3,8...12,3 раза ниже по сравнению со сталью и серым чугуном соответственно.

Актуальность. Сегодня для снижения материалоемкости производства постепенно внедряются дешевые, лёгкие, прочные и долговечные композитные материалы, например, полимерно-песчаные изделия, которые вытесняют с рынка устаревшие аналоги, производимые из бетона и металла. Сельскохозяйственное строительство использует изделия из композитов для возведения теплиц [1, 15, 16]. Для этого используют полимерно-песчаную смесь (ППС). В результате не только в несколько раз сокращается расход древесины, цемента и стали, но и значительно возрастает долговечность построек. Этот материал идет на изготовление различных строительных предметов, гидроизоляционных материалов и санитарно-технического оборудования (рис. 1). Таким образом, ППС претендует на видную роль в строительстве и обещает серьезно потеснить традиционные материалы – дерево, камень, сталь и бетон. И это не удивительно – при сравнительно невысокой стоимости полимерно-песчаные элементы не боятся климатических перепадов температуры и влажности, имеют высокую коррозионную и химическую стойкость. Они изготавливаются из дешевого сырья: измельченных полимерных бытовых отходов и речного песка. Ожидаемый срок службы

каждой такой детали составляет не менее 10 лет при эксплуатации в самых сложных условиях.

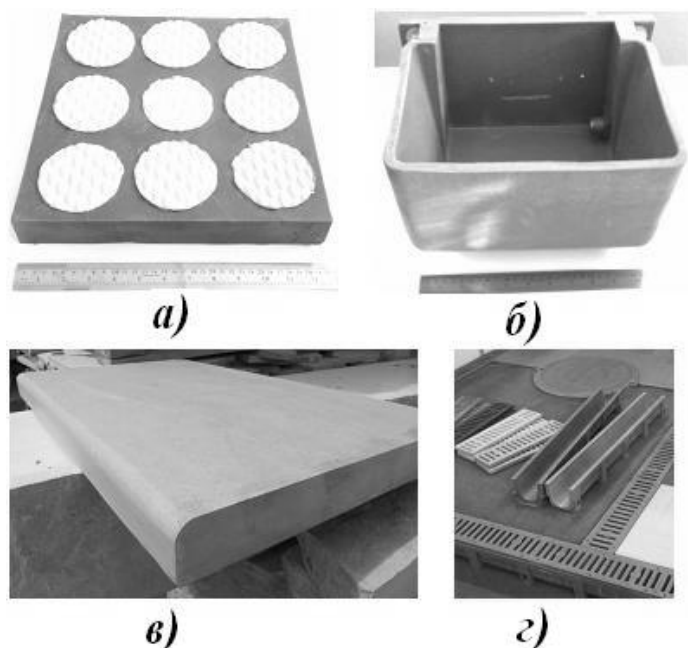


Рисунок 1 – Конструкционные элементы из полимерно-песчаной смеси: а) плитка для полов; б) раковина; в) строительные плиты; г) элементы водоотведения

Однако внедрение таких изделий, в том числе на предприятиях АПК, требует исследования и подтверждения их свойств соответствующим нормативным требованиям, поэтому при проектировании теплиц необходимо обосновать конструкционные параметры изделий при различных видах сопротивления, расчет которых зависит от механических характеристик ППС [4–6, 13, 14, 23, 24].

Материалы и методы. Полимерно-песчаные изделия – это одно из многочисленных направлений композиционных материалов на основе пластиков. В их составе содержится 22–27 % полимерных материалов, 60–75 % песка и до 3 % добавок (пигменты, пластификаторы, стабилизаторы). Методы механических испытаний регламентированы государственными стандартами, и лабораторные исследования ППС проведены в соответствии с ними [2, 3, 7–12, 17, 19–24]. Образцы ППС были изготовлены из напольной плитки для теплиц.

Результаты исследования. Испытания на прочность при сжатии проводились на модернизированной разрывной машине МР-0,5–1 [2, 3, 7, 19], снабженной нагрузочным устройством, представляющим собой опорные плиты с направляющими (рис. 2).

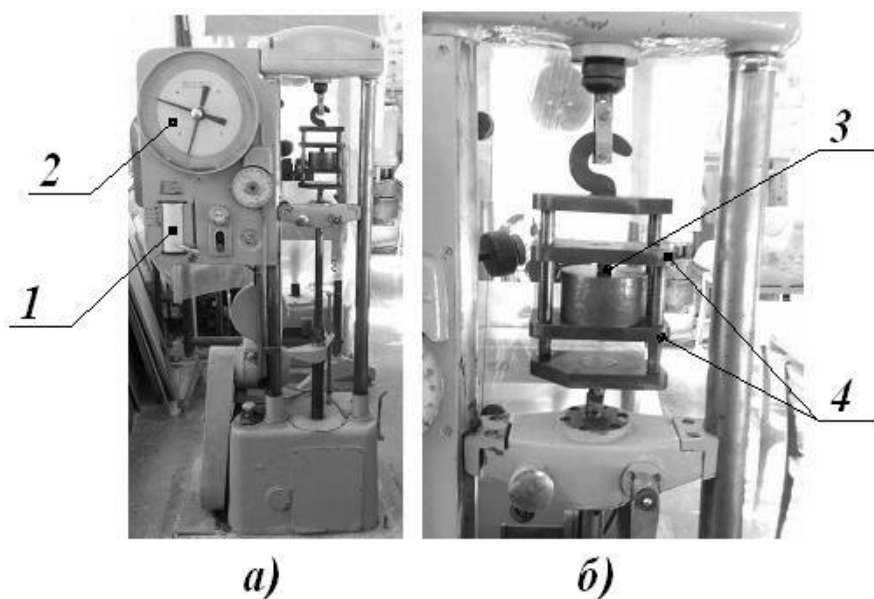


Рисунок 2 – Испытательная машина МР-0,5-1:
 а) общий вид; 1 – диаграммный аппарат; 2 – динамометр; б) нагрузочное устройство; 3 – исследуемый образец; 4 – опорные плиты

Испытанию подвергалась серия цилиндрических образцов высотой $h = 17,0...17,2$ мм и диаметром $d_0 = 11,5...11,7$ мм (рис. 3).

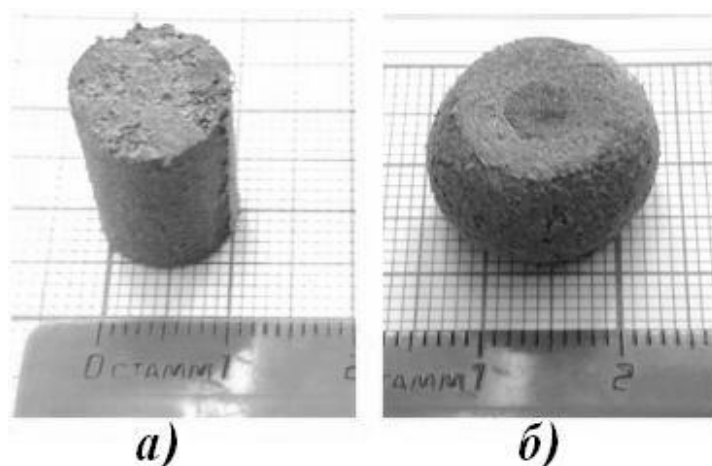


Рисунок 3 – Образцы на сжатие:
 а) до испытания; б) после испытания

На диаграммном аппарате были построены диаграммы сжатия (зависимости нагрузка – укорочение образца). Одна из полученных диаграмм представлена на рисунке 4.

По ординате точки A в масштабе диаграммы определялась нагрузка P_{II} , соответствующая пределу пропорциональности. Для исследуемой серии образцов $P_{II} = 1733,3...1900$ Н.

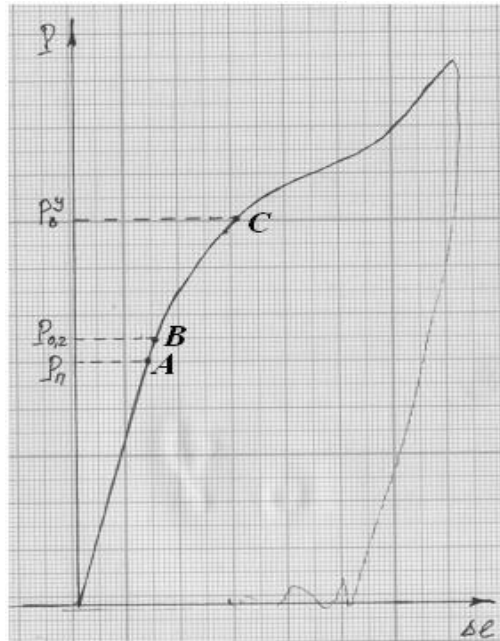


Рисунок 4 – Диаграмма сжатия полимерно-песчаного образца

По формуле [18]

$$\sigma_j = \frac{4P_j}{\pi d_0^2}, \quad (1)$$

были рассчитаны пределы пропорциональности $\sigma_{\text{п}} = 16,1 \dots 18,3$ МПа. Здесь σ_j – предельное напряжение, P_j – нагрузка, соответствующая пределам пропорциональности, текучести и прочности, d_0 – диаметр образцов.

Форма образца после испытания (рис. 3 б) указывает на то, что материал является упруго-пластичным, однако на диаграммах сжатия отсутствует площадка текучести, поэтому определялся условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ при величине остаточной деформации $0,0002h$. Ордината точки В в масштабе диаграммы представляет собой нагрузку $P_{0,2}$, которая соответствует условному пределу текучести. Исследования показали, что $P_{0,2} = 1866,6 \dots 2033,4$ Н, а условный предел текучести, также рассчитанный по формуле (1), $\sigma_{0,2} = 17,4 \dots 19,6$ МПа.

В связи с тем, что материал является высокопластичным, разрушение образцов не происходило, они лишь сплющивались, поэтому определялся условный предел прочности $\sigma_{\text{в}}^y$ при деформации образца, равной $h/3$. Такой деформации на диаграмме сжатия (см. рис. 4) соответствует точка С, по ординате которой в масштабе можно найти условную разрушающую нагрузку $P_{\text{в}}^y$. Для ис-

следуемых образцов $P_{в}^y = 2766,5...3033,4$ Н, а соответствующий предел прочности имеет значения $\sigma_{в}^y = 25,7...29,2$ МПа.

Выводы. Удельная прочность при плотности ППС $\rho = 1594$ кг/м³ составила $\sigma_{в}^y/\rho = 16...18$ кПа·м³/кг. Так, для углеродистой конструкционной стали она находится в пределах $\sigma_{в}^y/\rho = 43...88$ кПа·м³/кг, для серого чугуна при сжатии – $\sigma_{в}^y/\rho = 70...197$ кПа·м³/кг, т.е. удельная прочность ППС в 2,4...5,5 раза и в 3,8...12,3 раза ниже по сравнению со сталью и серым чугуном соответственно. Данные механические характеристики необходимо учитывать при проектировании теплиц с конструктивными элементами из ППС.

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. 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2139–2144.
3. Гуменников, Д. В. Исследование прочности при изгибе образцов из пластика PLA для 3D-печати деталей механизмов / Д. В. Гуменников // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 675–679.
4. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в переходном сечении ступенчатой балки при изгибе / П. В. Дородов, В. А. Петров, И. Т. Хакимов // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т., Ижевск, 28 февраля – 05 марта 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 8–15.
5. Дородов, П. В. Оптимальное проектирование разгрузочных отверстий вблизи вершины растущей трещины в плоских деталях / П. В. Дородов // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Л. М. Максимова, Ижевск, 14–15 декабря 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 229–238.
6. Дородов, П. В. Расчет оптимального радиуса прутка элеватора картофелеуборочной машины / П. В. Дородов, И. Т. Хакимов // Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почётно-

го работника высшей школы РФ, профессора Александра Степановича Башкова, Ижевск, 15–18 ноября 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 334–342.

7. Иванов, Г. Н. Исследование изгибной прочности пластика PET-G при изготовлении деталей способом трехмерной печати / Г. Н. Иванов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск : УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 689–693.

8. 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2197–2200.

9. К вопросу адгезионной прочности керамических покрытий со стальной поверхностью / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, П. В. Дородов [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4 (72). – С. 58–64.

10. Карнаухов, И. С. Исследование ползучести и релаксации пластика PLA для изготовления деталей способом трехмерной печати / И. С. Карнаухов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 698–704.

11. Касьянов, А. Н. Об ударной прочности пластика PET-G для 3D-печати деталей при физическом моделировании / А. Н. Касьянов, М. К. Крестьянинов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1269–1274.

12. Кислицин, В. В. Определение вязкоупругих характеристик пластика PET-G для 3D-принтера / В. В. Кислицин, Д. А. Шмыков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1274–1281.

13. 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.

14. Повышение эффективности грохотных картофелесортирующих машин путем совершенствования привода с модификацией алгоритма движения решет / А. Г. Иванов, М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 13–19.

15. 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.

16. 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.

17. Степанов, К. И. Исследование ударной вязкости пластика PLA для трехмерной печати моделей деталей / К. И. Степанов, Д. А. Алексеев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1353–1359.

18. Техническая механика. Инженерная подготовка в техносферной безопасности. Упрощенный курс «Кинематика» для студентов технических специальностей УдГУ: учебно-методическое пособие. – Ижевск: Удмуртский государственный университет, 2023. – 67 с.

19. Тронин, Д. М. Испытание на сжатие образцов из пластика PET-G для трехмерной печати деталей механизмов / Д. М. Тронин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2288–2292.

20. Хакимов, Д. Р. Испытание на растяжение образцов из пластика PLA для 3D-печати конструкционных элементов / Д. Р. Хакимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2304–2307.

21. Широбоков, В. В. Исследование жесткости пластика PLA для трехмерной печати деталей при физическом моделировании / В. В. Широбоков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1373–1379.

22. Широбоков, В. В. О ползучести и релаксации пластика PET-G для 3D-печати деталей при моделировании конструктивных элементов / В. В. Широбоков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 794–800.

23. 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 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042039.

24. 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 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042037.

Я. А. Жидков, И. В. Бадретдинова

Удмуртский ГАУ

ЭКОЛОГИЧНАЯ БИОРАЗЛАГАЕМАЯ УПАКОВКА С АНТИМИКРОБНЫМ ЭФФЕКТОМ

Рассмотрены проблемы альтернативных пластику видов упаковки. Изучена потребность в экологичной биоразлагаемой упаковке, способной продлить срок хранения продукта. Выявлены уникальные природные компоненты, обладающие антимикробными свойствами, подобран оптимальный состав антимикробного воздухо- и водонепроницаемого покрытия. Создан и испытан лабораторный образец экологичного антимикробного материала для упаковки пищевых продуктов.

Актуальность. В настоящее время большой проблемой является отсутствие альтернативы пластиковой упаковке для продуктов питания. В зависимости от вида пластика время его разложения в почве доходит до 700 лет, а переработка является дорогостоящей ввиду отсутствия специальных перерабатывающих заводов, что приводит в конечном счете к росту свалок, мусорных полигонов. Несмотря на это, пластик до сих пор является самым распространенным материалом для изготовления пищевой упаковки ввиду своей дешевизны, удобства использования, возможности придания ему любой формы, гидрофобности и воздухо- и водонепроницаемости. Сам по себе пластик не обладает свойствами, продлевающими сроки хранения продуктов, и не содержит в своем составе компонентов, предотвращающих развитие вредных микроорганизмов. Длительную сохранность продуктов в пластиковой упаковке, как правило, обеспечивают консерванты или антибиотики, наносимые на внутренние поверхности либо на сам продукт, что, в конечном счете, сказывается на здоровье потребителя [1, 2, 5, 6].

Целью данной работы является создание лабораторного образца экологичного упаковочного материала, обладающего антибактериальными свойствами.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) провести анализ природных компонентов, обладающих антимикробным эффектом;
- 2) разработать состав упаковочного материала;
- 3) провести испытания образца.

Предполагаем, что разрабатываемый экологичный антимикробный упаковочный материал может иметь несомненные преимущества перед пластиком. Один из таких вариантов будет рассмотрен. Материал должен представлять собой натуральную основу, на которую наносится пропитка, состоящая из природных компонентов.

В качестве антимикробного, водонепроницаемого покрытия используем пчелиный воск, живицу (смолу) хвойных деревьев и рисовое масло. При определенных пропорциях компонентов пропитки, готовый упаковочный материал должен быть гибким, принимая форму продукта, не пропускать влагу и воздух, не растворяться в воде, не оставлять следов пропитки на продуктах, обладать антибактериальным эффектом, разлагаться в почве, а также быть абсолютно безопасным для человека [3, 7].

Материалы и методы. При создании лабораторного образца упаковочного материала и исследовании его свойств использовались методы автоматического контроля – ареометрический (поплавковый) ГОСТ 18481-81, лабораторные весы ГОСМЕТР серии ВЛТЭ-150, анализатор влажности Sartorius MA 35, микроскоп Микромед МС-1. Органолептическим методом определялось состояние поверхности и внешний вид образцов упаковки. На растяжение и смятие образцы испытывались в лабораторных условиях на установке УММ-50.

Основой экологичного биоразлагаемого антимикробного упаковочного материала является льняная салфетка [5, 10]. Льняные волокна обладают антибактериальным эффектом благодаря содержанию в них линтанидов.

Основой пропитки упаковочного материала является восковая пропитка. Пчелиный воск (рис. 1) имеет в своем составе большое количество природных антибиотических и консервирующих веществ, которые придают ему особые бактерицидные свойства, однако в чистом виде воск является довольно хрупким и малоэластичным материалом. Ткань, пропитанная воском, трескается от воздействия низких температур и механических нагрузок [7].

Для получения правильной эластичной консистенции в пропитку добавим пластификатор в виде живицы хвойных деревьев (сосны и ели), которая содержит терпеновые углеводороды, α -пинен, альдегиды, кетоны, эфирные масла, смоляные кислоты, жиры и воски, спирты, углеводороды, смоляные кислоты, абиетиновую кислоту. Благодаря абиетиновой кислоте живица обладает антибактериальными свойствами. На рисунке 2 представлен вто-

рой компонент составляющей пропитки – живица. Живица соби-
ралась вручную со стволов хвойных деревьев, очистка от органи-
ческих примесей не проводилась.

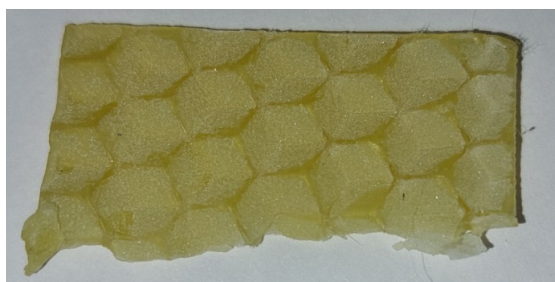
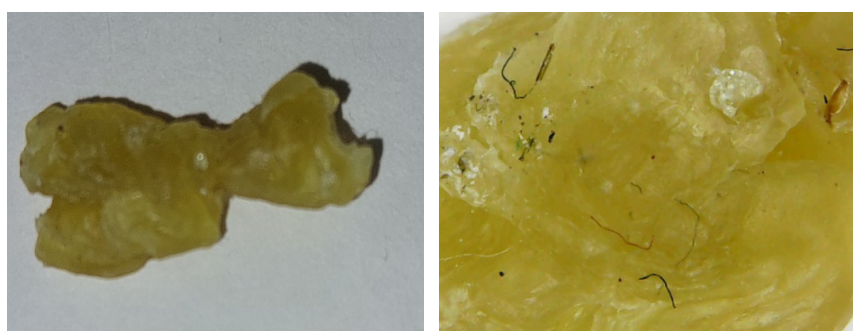


Рисунок 1 – Пчелиный воск



а

б

Рисунок 2 – Живица сосновая:

а – в натуральную величину, б – увеличено под микроскопом

Для уменьшения воздухо- и водопроницаемости, а также для усиления антибактериального эффекта в пропитку необходимо добавить растительное масло. Масло рисовых отрубей (рис. 3) не подвергается окислению, не имеет запаха и содержит в своем составе гамма-оризанол, уникальный антиоксидант, содержащийся только в рисовом масле, обладающем высокой эффективностью и способностью к фильтрации УФ-лучей. Также оно имеет наиболее оптимальный состав жирных кислот 1:1:1(ПНЖК, МНЖК, НЖК).



Рисунок 3 – Растительное масло рисовых отрубей

Состав и соотношение компонентов подбирались, исходя из требуемых свойств упаковки. Для растворения и доведения до однородной консистенции использовалась заранее разогретая до 45 градусов керамическая емкость, в которой впоследствии смешивались и доводились до температуры 90 °С компоненты пропитки. В готовую жидкую пропитку погружают льняную салфетку, которая пропитывается составом и после охлаждения до комнатной температуры может быть использована как упаковочный материал. Получившийся материал (рис. 4) обладает высокой пластичностью, держит форму, не пропускает влагу и не растрескивается при воздействии температуры и механических воздействий.



Рисунок 4 – Лабораторный образец экологичного биоразлагаемого антимикробного упаковочного материала

Оптимальный состав пропитки составил следующее соотношение компонентов: пчелиный воск – 70 %, смолы ели и сосны – 20 %, масла рисовых отрубей – 10 %.

Результаты исследований. В результате исследований был установлен оптимальный состав и концентрация компонентов пропитки, которая удовлетворяет всем требованиям для хранения продуктов питания: имеет эластичную структуру, не пропускает воду. Для оценки антибактериальных свойств получившегося образца упаковочного материала был проведен эксперимент, в котором срав-

нивается внешний вид слайсов картофеля, две недели хранившихся в образце упаковочного материала на основе восково-смоляной пропитки (рис. 5), с картофельными слайсами, хранившимися в полиэтиленовом пакете при комнатной температуре (рис. 6).



Рисунок 5 – Картофельные слайсы, хранившиеся в упаковке на основе восково-смоляной пропитки

На фото, представленных на рисунке 5, сделанных с помощью микроскопа, можно наблюдать картофельные слайсы, находившиеся в упаковке на основе восково-смоляной смеси. На поверхности присутствует белый налет – кристаллизовавшийся крахмал, признаки порчи не наблюдаются, края подсохшие, чистые.



Рисунок 6 – Картофельные слайсы, хранившиеся в полиэтиленовой упаковке

Картофельные очистки, хранившиеся в полиэтиленовом пакете, сильно отличаются по внешнему виду, на поверхности имеются черные точки – очаги плесени, что свидетельствует о процессах биологической порчи продукта.

По итогам проведенного эксперимента были выявлены значительные отличия между видами упаковочного материала, в котором хранились на протяжении двух недель однотипные картофельные слайсы.

Выводы. В результате проделанной работы были найдены уникальные природные компоненты, обладающие антимикробными свойствами, способные замедлить процесс порчи продукта. Подобран состав с оптимальным соотношением компонентов:

пчелиный воск – 70 %, смолы ели и сосны – 20 %, масла рисовых отрубей – 10 %. Разработан экологичный биоразлагаемый лабораторный образец упаковочного материала с антимикробным эффектом, состоящий из натуральных компонентов, способный замедлять естественную порчу продукта, не пропускающий влагу и обладающий способностью сохранять любую преданную ему форму. Доказана эффективность нового вида материала на основе восково-смоляной смеси. В очередной раз авторы разработки получили подтверждение жизнеспособности продукта, созданного на основе природных технологий. Только с природоподобными технологиями человечество сможет войти в шестой, а затем и в седьмой технологический уклад [3, 9].

Список литературы

1. Гидроколлоиды семян льна: характеристика и перспективы использования в пищевых технологиях / К. В. Анисимова, Т. С. Копысова, О. А. Осколкова [и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков ФГБОУ ВО Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 249–252.
2. Анисимова, К. В. Разработка технологии извлечения экстракта полисахаридов семян льна для использования в производстве мороженого / К. В. Анисимова, А. Б. Спиридонов, И. В. Бадретдинова // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в 2-х томах. – Ижевск, 2022. – С. 3–6.
3. Атаманчуков, Г. Д. Живица и применение продуктов ее переработки / Г. Д. Атаманчуков. – Москва: Лесная промышленность, 1968. – 30 с.
4. Биологические способы деструкции целлюлозного комплекса льняного волокна / И. В. Бадретдинова, Е. А. Воронцова, В. В. Касаткин, А. Б. Спиридонов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1 (65). – С. 33–38.
5. Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК / И. В. Бадретдинова, С. П. Игнатъев, К. В. Анисимова, А. А. Сергеев // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 257. – 263 с.
6. Живетин, В. В. Лен и его комплексное использование / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург, О. М. Ольшанская. – Москва: Информ-Знание, 2002. – 400 с.
7. Кузин, М. И. Разработка водоотталкивающих покрытий для экоупаковки / Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск, 2023. – С. 579–582.

8. Патент 2678427С1 Российская Федерация, МПК А23L 3/00 (2006.01) С08L 91/00 (2006.01). Заявл. 07.11.2017, опубл. 28.01.2019/ Фридман Я. А., Шабанова Н. Б., Савинков В. А. Заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «5 Стихий»; 14 с.

9. Шарафутдинов, Р. А. Экологически чистая теплоизоляция с использованием отходов льняного производства / Р. А. Шарафутдинов, И. В. Чайников, Д. А. Мякишева // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 1479–1483.

10. Kasatkina, N. Yu, Substantiation of technological parameters for the production of flax pulp by alkaline cooking in the microwave field / Kasatkina N.Yu., Badretdinova I.V., Litvinyuk A.A., Kasatkin V.V. // 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. 012111.

УДК 628.385

С. П. Игнатъев

Удмуртский ГАУ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИНГА ОРГАНИКИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Описана схема рециклинга органических отходов сельскохозяйственного производства. Предложено техническое решение, повышающее стабильность функционирования биогазовой установки, являющейся важным звеном в описанной схеме. Установка сифонного трубопровода между секциями мезофильного и термофильного брожения предотвращает заиливание биореактора и повышает эффективность переработки вторичных сырьевых ресурсов.

Актуальность. Внедрение биогазовых комплексов для переработки органической массы, а именно растительных остатков, травы, птичьего помета, свиного и коровьего навоза [1], является одной из приоритетных задач для сельского хозяйства, однако серьезный тормоз их использования – относительно низкая энергетическая эффективность. Биогазовые комплексы, задействованные в рециклинге органической массы сельскохозяйственного производства, позволяют решить экологические, энергетические проблемы, а также получить органические удобрения [2]. В про-

цессе анаэробной переработки органические отходы, измельченные и разбавленные до влажности 85...96 % [3, 4], имеют тенденцию к гравитационному разделению на фракции. Верхняя – корка, образованная из крупных частиц, увлекаемых поднимающимися пузырьками газа, через некоторое время может стать достаточно твердой и будет мешать выделению биогаза. В средней части скапливается жидкая фракция, а в нижней – грязеобразная фракция [3].

Устранение проблемы, связанной с низкой энергетической эффективностью, может быть достигнуто применением биогазовой многосекционной установки, состоящей из концентрично расположенных секций. В центральной секции установки поддерживается наиболее высокая температура субстрата, в результате обеспечивается термофильное сбраживание органики. Наружная и промежуточная секции снижают тепловые потери, так как в них поддерживается более низкая температура. Места соединений секций реактора размещаются ниже уровня субстрата в установке, вследствие этого перетекание органической массы происходит по принципу сообщающихся сосудов. Но движению субстрата в нижней части установки препятствует накапливающийся осадок. Изменение конструкции биореактора с внедрением активной системы перемещения сбраживаемой массы способствует предотвращению заиливания периферийной зоны реактора и повышает эффективность работы оборудования [6]. Для внедрения предлагаемой конструкции биореактора необходимо усовершенствовать технологическую схему рециклинга органики в сельскохозяйственном производстве.

Материалы и методика. При проведении исследований применяем теоретический метод, основанный на анализе исследований технического уровня по анаэробной переработке органических отходов, являющейся неотъемлемой частью технологии рециклинга в сельском хозяйстве.

Результаты исследований. В качестве исходного сырья для анаэробного сбраживания используется птичий помет, свиной и коровий навоз (влажность 64...92 % [7]), энергетические растения, такие, как кукуруза, зерновые, подсолнечник, различные травы, свекла и силос, поступающие в реактор биогазовой установки. Анаэробное сбраживание протекает более эффективно при влажности субстрата 85...96 %. В связи с этим требуется увлажнение отходов животноводства и птицеводства. Повышение влажно-

сти субстрата обеспечивается жидким компонентом, получаемым в результате обезвоживателя осадка, выгружаемого из биогазовой установки. После обезвоживания осадка и внесения наполнителя влажностью до 30 % смесь поступает в компостер или вермикомпостер. Ускорению процесса компостирования обеспечивается аэриция обрабатываемой смеси [8]. Для повышения эффективности рециклинга сельскохозяйственных отходов следует включить следующие технологические операции: гранулирование, сжигание биогаза, атмосферная подкормка растений закрытого грунта, сушка и измельчение избытка биомассы. Схема рециклинга отходов животноводства представлена на рисунке 1 [2].

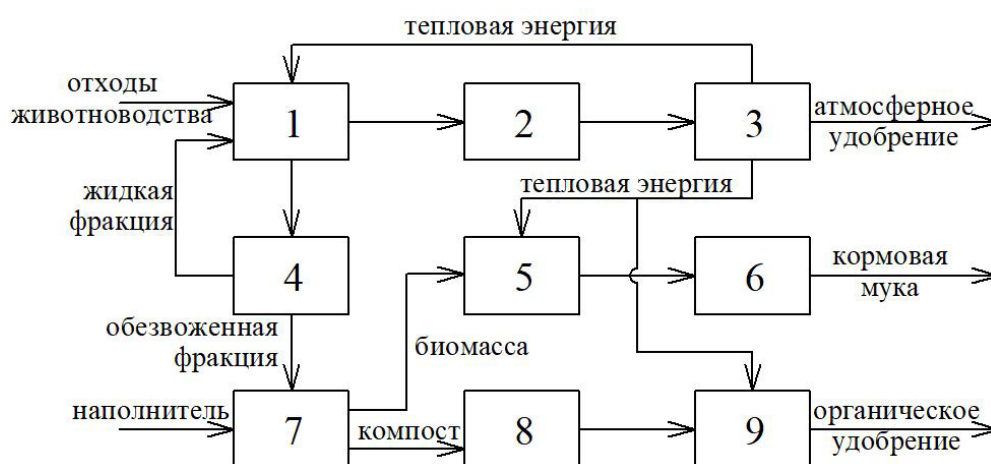


Рисунок 1 – Схема рециклинга отходов сельскохозяйственного производства:
 1 – биореактор; 2 – газгольдер; 3 – котел; 4 – обезвоживатель;
 5 – сушилка биомассы; 6 – измельчитель; 7 – компостер/вермикомпостер;
 8 – гранулятор; 9 – сушилка

Органическую массу на выходе из технологической линии наиболее рационально формировать в виде гранул. В таком виде обеспечивается высокий процент усвоения и пролонгированное действие полезных веществ. После внесения в почву внутрь гранулы проникает вода и постепенно высвобождает вещества в грунт. Биогаз, получаемый при метановом сбраживании органических отходов, является источником тепловой энергии для нужд сельского хозяйства. Углекислый газ, образующийся при сжигании метана, предполагается использовать для воздушного питания растений закрытого грунта, что позволит уменьшить выброс парниковых газов.

Для исключения заиливания периферийных секций биореактора предлагается техническое решение, реализуемое за счет применения активной системы перемещения сбраживаемой массы.

Сущность предлагаемой установки поясняется, рисунком 2. Биогазовая установка содержит узел подготовки сырья 1, в состав которого входит транспортер для подачи отходов животноводства и ёмкость для измельчения, увлажнения и нормализации кислотности исходного сырья. Подготовленное к анаэробному сбраживанию сырье насосной установкой подается в биореактор 2, оснащенный устройствами подогревания и перемешивания перерабатываемого субстрата. Биогаз, получаемый в реакторе, проходит через систему подготовки газа к теплогенерации 3, где производится его очистка от взвешенных частиц и сероводорода под повышенным давлением, распределяется в биореактор 2 и блок теплогенерации 4. Дигестат, образующийся в результате анаэробного сбраживания биоразлагаемого сырья, откачивается из биореактора насосной установкой. Осадок, скапливающийся в нижней части реактора, направляется в обезвоживатель 5, в результате происходит осветление дигестата путем отделения твердой фракции.

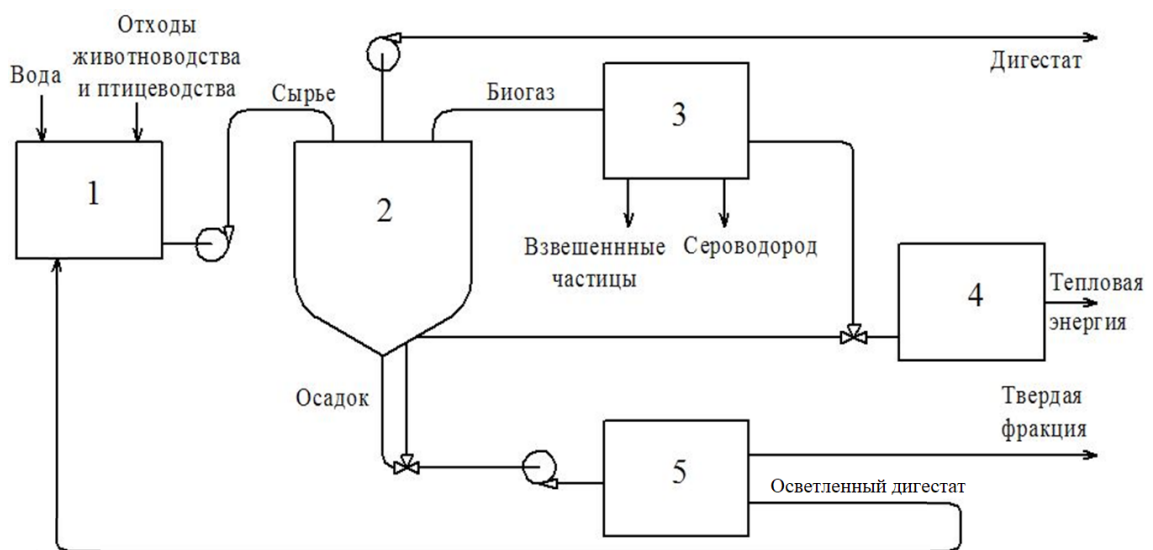


Рисунок 2 – Усовершенствованная схема реактора анаэробного брожения:
 1 – узел подготовки сырья; 2 – биореактор с активной системой перемещения сбраживаемой массы; 3 – система подготовки газа к теплогенерации;
 4 – блок теплогенерации; 5 – обезвоживатель

Биореактор с активной системой перемещения сбраживаемой массы представлен на рисунке 3 [6]. Он состоит из секций психрофильного 1, мезофильного 3 и термофильного 4 брожения; трубопровода для откачивания дигестата 5; сифонных трубопроводов 6; патрубков для подачи исходного сырья 2, отвода биогаза 7, подачи биогаза 10 и отвода осадка 11; перемешивающих устройств 9. Цилиндрическая стенка, разделяющая секции психо-

фильного 1 и мезофильного 3 брожения, в верхней части имеет отверстия 8 для перемещения биогаза между секциями.

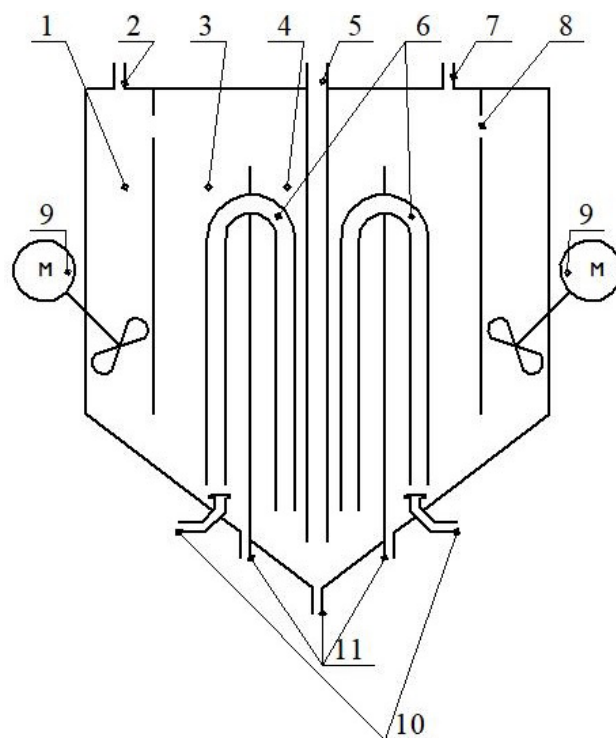


Рисунок 3 – Биореактор с активной системой перемещения сбраживаемой массы:

- 1 – секция психрофильного брожения; 2 – патрубок для подачи исходного сырья;
- 3 – секция мезофильного брожения; 4 – секция термофильного брожения;
- 5 – трубопровод для откачивания дигестата; 6 – сифонные трубопроводы;
- 7 – патрубок для отвода биогаза; 8 – отверстия для перемещения биогаза между секциями; 9 – перемешивающие устройства; 10 – патрубок для подачи биогаза;
- 11 – патрубок для отвода осадка

Подготовленная для сбраживания масса поступает в секцию психрофильного сбраживания, затем биомасса по принципу сообщающихся сосудов перемещается в секцию мезофильного сбраживания, заполнение секции термофильного брожения осуществляется с использованием сифонного трубопровода. При сбраживании биомассы тепловая энергия распределяется в реакторе от секции термофильного сбраживания с диапазоном температур 40...55 °С, в секцию мезофильного сбраживания с диапазоном температур 25...40 °С, а затем в секцию психрофильного сбраживания с диапазоном температур 8...25 °С. Перемешивание в секции психрофильного сбраживания осуществляется при помощи мешалок частотой 1 раз в сутки час с продолжительностью 10 мин., и частотой вращения мешалок 24...33 мин⁻¹, а в секции мезофильного сбраживания перемешивание осуществляется с частотой 1 раз в 2 часа, методом

барботирование биогазом. Откачивание дигестата из биореактора осуществляется по центральному трубопроводу, при снижении уровня субстрата в секции термофильного сбраживания в верхней части сифонного трубопровода снижается давление, в результате происходит перемещение субстрата из зоны мезофильного сбраживания в зону термофильного сбраживания. Для предотвращения забивания сифонного трубопровода осадком проводят его взмучивание путем предварительного барботирования. При взмучивании крупные частицы плохо откачиваются сифонным трубопроводом и оседают на дно реактора и периодически удаляются из патрубка для отвода осадка.

Заключение. Проведенный анализ выявил ресурсы, повышающие стабильность функционирования биогазовой установки, являющейся важным звеном в рециклинге органических отходов. Размещение в биореакторе с активной системой перемещения сбраживаемой массы способствует предотвращению заиливания периферийной зоны реактора, что повышает эффективность работы оборудования. Предложенное решение обладает преимуществами простоты, надежности, универсальности, экономичности и легкости обслуживания. Обоснование конструктивных параметров сифона, перекачивающего органическую массу между секциями, требует качественного изучения свойств смеси транспортируемых веществ.

Список литературы

1. Захарченко, А. Н. Источники получения биогаза / А. Н. Захарченко, А. А. Захарченко, С. В. Сатьянов // Сельский механизатор. – 2011. – № 2. – С. 30–31.
2. Recycling of animal waste / V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina, S. P. Ignatyev, A. A. Litvinyuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Yekaterinburg, 15–16 октября 2021 г. – Yekaterinburg, 2022. – P. 012112. – DOI 10.1088/1755-1315/949/1/012112.
3. Оседание частиц дисперсной фазы навоза после анаэробной переработки в биогазовых установках / Ф. Пулатова, О. Салимов, М. Султонов [и др.] // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2020. – № 10-1 (66). – С. 104–108.
4. Добышев, А. С. Сырье и его подготовка для биогазовых установок / А. С. Добышев, А. А. Острейко, С. П. Кокиц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 2. – С. 126–131.
5. Биогазовая установка с активной системой перемещения сбраживаемой массы / С. П. Игнатьев, Н. Ю. Касаткина, А. А. Литвинюк [и др.] // Политематиче-

ский сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 180. – С. 61–71.

6. Патент на полезную модель № 220962 U1 Российская Федерация, МПК С12М 1/107. Биореактор с активной системой перемещения сбрасываемой массы: № 2023106741: заявл. 22.03.2023 : опубл. 11.10.2023 / С. П. Игнатъев, В. В. Касаткин, Я. Л. Зорина; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет».

7. НТП 17-99. Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. – в ред. Изменения N 1, утв. Минсельхозпродом РФ 12.05.2000; Введ. 01.10.99.

8. Аэратор навозных буртов / А. Г. Иванов, П. В. Дородов, Р. Р. Шакиров [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 24–25.

УДК 620.178.7

М. М. Киселев, А. В. Костин

Удмуртский ГАУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ КОМПОЗИТОВ ИЗ ПОЛИМЕРНО-ПЕСЧАНОЙ СМЕСИ

Одним из видов композитных материалов является полимерно-песчаная смесь (ППС), к основным преимуществам которой можно отнести: высокую коррозионную и химическую стойкость; возможность использования в условиях повышенной влажности, сезонных и суточных температурных перепадов; возможность поставки в виде отдельно собранных, легко транспортируемых, заменяемых и наращиваемых модульных конструкций; снижение расходов на изготовление изделий, их монтаж и эксплуатацию. Однако внедрение таких изделий требует исследования и подтверждения их свойств соответствующим нормативным требованиям. Целью работы является исследование физико-механических свойств полимерно-песчаных образцов при ударе. В работе представлены результаты ударной пробы ППС. Прочность при ударной нагрузке образцов из ППС в 3,5...13,7 раз выше серого чугуна и соизмерима с некоторыми марками углеродистой конструкционной стали. Величина ударной вязкости составила $a = (242,3...548,3) \cdot 10^3$ Дж/м². Данные механические свойства необходимо учитывать при проектировании теплиц с конструктивными элементами из ППС.

Актуальность. При строительстве сельскохозяйственных сооружений все чаще используют изделия из композитов, например, для возведения теплиц. Для этого применяют полимерно-песчаную смесь (ППС). Изделия из ППС – современные иннова-

ционные строительные материалы, обладающие целым комплексом достоинств: срок службы превышает 50 лет; высокая прочность; в отличие от бетонных аналогов не образуют пыли; высокая износостойкость (в 6–10 раз выше аналогов); стойкость к агрессивным средам (кислоты, щелочи, масла, нефтепродукты); влагостойкость, практически не впитывает воду; устойчивость к действию коррозии, плесени, грибков; атмосферостойкость, возможность применения в условиях Крайнего Севера при температурах до минус 55 °С; легкость монтажа; экологичность (не выделяет вредных веществ, возможность 100 %-ной переработки) [1, 4–13, 16, 22–24]. В качестве недостатков необходимо отметить более высокую стоимость по сравнению с аналогами из бетона и более высокий коэффициент термического расширения. Также неизвестной является стойкость ППС к ударным нагрузкам, поэтому **целью работы** является исследование физико-механических свойств полимерно-песчаных образцов при ударе.

Материалы и методы. Полимерно-песчаные изделия – это одно из многочисленных направлений композиционных материалов на основе пластиков. В их составе содержится 22–27 % полимерных материалов, 60–75 % песка и до 3 % добавок (пигменты, пластификаторы, стабилизаторы). Методы механических испытаний регламентированы государственными стандартами и лабораторные исследования ППС проведены в соответствии с ними [2, 3, 14, 15, 17–21, 25–31]. Образцы ППС были изготовлены из напольной плитки для теплиц (рис. 1).



Рисунок 1 – Плитка для полов теплиц из полимерно-песчаной смеси

Образцы цилиндрической формы изготавливались из заготовок на токарном станке (рис. 2).



Рисунок 2 – Изготовление образцов из ППС:
1 – шпиндель станка; 2 – заготовка

Результаты исследования. Испытания на удар проводились на маятниковом копре КМ-30 при температуре 21–23 °С над партией однотипных образцов в количестве 6 штук, длиной $l = 84,4...100,2$ мм, диаметром $d = 14,46...17,76$ мм (рис. 3).

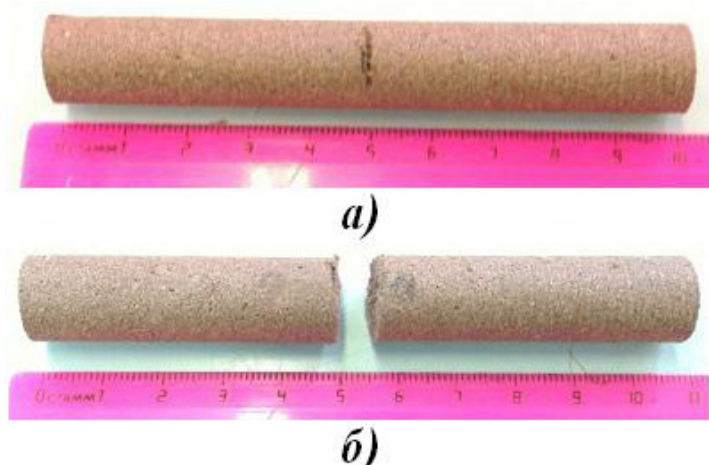


Рисунок 3 – Исследуемый образец на ударную пробу:
а) до удара; б) после удара

Величина ударной вязкости составила $a = (242,3...548,3) \cdot 10^3$ Дж/м² = 24,2...54,8 Дж/см². Таким образом, прочность при ударной нагрузке образцов из ППС в 3,5...13,7 раз выше серого чугуна ($a = 4...7$ Дж/см²) и соизмерима с некоторыми марками углеродистой конструкционной стали ($a = 38...88$ Дж/см²).

Заключение и предложения. Прочность при ударной нагрузке образцов из ППС в 3,5...13,7 раз выше серого чугуна и соизмерима с некоторыми марками углеродистой конструкционной стали. Величина ударной вязкости составила $a = (242,3...548,3) \cdot 10^3$ Дж/м². Данные механические свойства необходимо учитывать при проектировании теплиц с конструктивными элементами из ППС.

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. 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2139–2144.
3. Гуменников, Д. В. Исследование прочности при изгибе образцов из пластика PLA для 3D-печати деталей механизмов / Д. В. Гуменников // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 675–679.
4. Дородов, П. В. Исследование напряжений на линии сопряжения ступенчатой пластины / П. В. Дородов // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 2 (25). – С. 36.
5. Дородов, П. В. Исследование напряженного состояния в пластине, ослабленной концентратором напряжений / П. В. Дородов, И. Г. Поспелова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 67–70.
6. Дородов, П. В. О запасе прочности и оценке надежности узлов металлоконструкций / П. В. Дородов, А. В. Кулагин // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 2 (20). – С. 420–423.
7. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в переходном сечении ступенчатой балки при изгибе / П. В. Дородов, В. А. Петров, И. Т. Хакимов // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т., Ижевск, 28 февраля – 05 марта 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 8–15.
8. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П. В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора А. И. Любимова. В 2-х томах, Ижевск, 20 июля 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. II. – С. 61–66.
9. Дородов, П. В. Определение несущей способности полурамы на базе трактора ЛТИ / П. В. Дородов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, Майский, 24 января 2018 г. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет им. В. Я. Горина, 2018. – С. 65–69.

10. Дородов, П. В. Оптимальное проектирование разгрузочных отверстий вблизи вершины растущей трещины в плоских деталях / П. В. Дородов // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Л. М. Максимова, Ижевск, 14–15 декабря 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 229–238.
11. Дородов, П. В. Приведение краевой задачи для плоского упругого тела к одному особому интегральному уравнению / П. В. Дородов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 80. – С. 1–10.
12. 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 г. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231–237.
13. Дородов, П. В. Расчет оптимального радиуса прутка элеватора картофелеуборочной машины / П. В. Дородов, И. Т. Хакимов // Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почётного работника высшей школы РФ, профессора Александра Степановича Башкова, Ижевск, 15–18 ноября 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 334–342.
14. Иванов, Г. Н. Исследование изгибной прочности пластика PET-G при изготовлении деталей способом трехмерной печати / Г. Н. Иванов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 689–693.
15. 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2197–2200.
16. Интерферометр для определения нормальных напряжений в плоских прозрачных моделях / В. П. Беркутов, Н. В. Гусева, П. В. Дородов, М. М. Киселев // Датчики и системы. – 2009. – № 2. – С. 26–29.
17. К вопросу адгезионной прочности керамических покрытий со стальной поверхностью / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, П. В. Дородов [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4 (72). – С. 58–64.
18. Карнаухов, И. С. Исследование ползучести и релаксации пластика PLA для изготовления деталей способом трехмерной печати / И. С. Карнаухов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 698–704.

19. Касьянов, А. Н. Об ударной прочности пластика PET-G для 3D-печати деталей при физическом моделировании / А. Н. Касьянов, М. К. Крестьянинов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1269–1274.
20. Кислицин, В. В. Определение вязкоупругих характеристик пластика PET-G для 3D-принтера / В. В. Кислицин, Д. А. Шмыков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1274–1281.
21. 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.
22. Повышение эффективности грохотных картофелесортирующих машин путем совершенствования привода с модификацией алгоритма движения решет / А. Г. Иванов, М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 13–19.
23. 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.
24. 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.
25. Степанов, К. И. Исследование ударной вязкости пластика PLA для трехмерной печати моделей деталей / К. И. Степанов, Д. А. Алексеев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1353–1359.
26. 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2288–2292.
27. Хакимов, Д. Р. Испытание на растяжение образцов из пластика PLA для 3D-печати конструктивных элементов / Д. Р. Хакимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2304–2307.
28. Широбоков, В. В. Исследование жесткости пластика PLA для трехмерной печати деталей при физическом моделировании / В. В. Широбоков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1373–1379.
29. Широбоков, В. В. О ползучести и релаксации пластика PET-G для 3D-печати деталей при моделировании конструктивных элементов / В. В. Ши-

робоков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск : УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 794–800.

30. 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 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042039.

31. 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 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042037.

УДК 631.356.4

**А. В. Костин, М. А. Шитеев,
А. М. Иванов, Д. А. Коротаев**
Удмуртский ГАУ

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРОХОТНОЙ КАРТОФЕЛЕКОПАЛКИ ККМ-1

Приведена методика исследований работоспособности конструкции грохотной картофелекопалки ККМ-1 в условиях действующих нагрузок.

Актуальность. Учитывая современные реалии, в настоящий момент более 60 % картофеля в Удмуртской Республике производится крестьянско-фермерскими и личными подсобными хозяйствами [1–5]. Применение высокотехнологической техники в них весьма мало в связи с высокой стоимостью, и в основном используется достаточно простая и в то же время бюджетная (доступная) техника [6–9]. Одной из таких машин является картофелекопатель ККМ-1 и его аналоги. Но не всегда в подобных машинах заложен большой запас прочности и, соответственно, ресурс их работы в связи с этим может быть незначительным [10].

Цель исследования – оценить запас прочности конструкции.

Задачи исследований – проверить на прочность нижние и боковые прутки грохота.

Материалы и методика. Для проведения исследований использовались теоретические методы из теоретической механики и сопротивления материалов [11–12].

Результаты исследований. Картофелекопатель ККМ-1 относится к вибрационным картофелекопателям, в основном агрегируется с мотоблоком «Нева» и является грохотного типа с более усовершенствованной конструкцией (рис. 1).



Рисунок 1 – Картофелекопатель грохотного типа

Модуль состоит из активного лемеха и просеивного грохота-решетки. Лемех подрезает пласт земли, который поступает на решетку механизма. Далее на грохоте пласт крошится и просеивается между прутками за счет вибраций. Комки почвы, которые не прошли через решетку, корнеплоды и ботва выбрасываются на поверхность по следу машины.

Грохотные копалки рассчитаны на уборку картофеля при ширине междурядий 60–70 см.

Расчет нижних прутков грохота. Пруток грохота картофельной сортировки жестко приварен одним опорным концом к раме грохота. Расчетная схема для определения реакции в жесткой заделке представлена на рисунке 2.

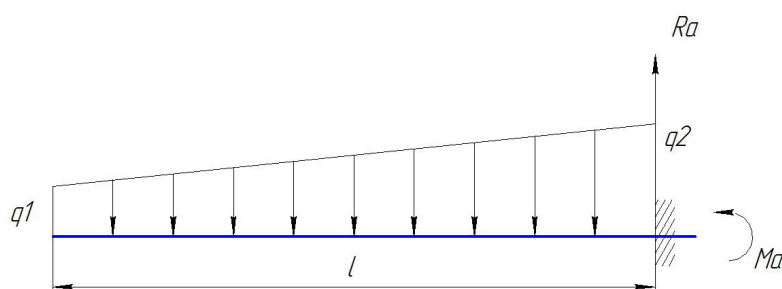


Рисунок 2 – Действие сил на пруток

Из условия равновесия найдем неизвестные реакции:

$$\begin{aligned} \sum x &= 0, \\ \sum y &= 0; R_a - q_1 \times l - ((q_2 - q_1)/2) \times l, \\ \sum M_a &= 0; M_a - q_1 \times l \times (l/2) - ((q_2 - q_1)/2)l \times (1/3) \times l. \end{aligned}$$

Как показали результаты расчетов, реакция в заделке $R_a = 162,5 \text{ Н}$, а момент $M_a = 33,3 \text{ Н*м}$.

Пруток работает на изгиб, условия прочности при изгибе примет следующий вид:

$$\sigma = M_u / W_x \leq [\sigma], \quad (1)$$

где M_u – изгибающий момент, приходящийся на один пруток, Н*м ;

$[\sigma]$ – допускаемые напряжения на изгиб, МПа ;

$W_x = (\pi \times d^3) / 32$.

Как показали результаты вычислений, напряжения составляют $\sigma = 33,9 \text{ МПа}$. Данное расчетное напряжение меньше предельной допустимой величины, однако, в этом случае не учитывалось действие вибрационных нагрузок, при которых коэффициент запаса прочность существенно увеличивают, а, следовательно, и запас прочности в этом случае будет небольшим.

Расчет боковых прутков грохота. Боковой пруток грохота жестко приварен одним концом к раме грохота, со второго конца так же жестко приварен к опоре тяги. Расчетная схема для определения реакции в жесткой заделке представлена на рисунке 3.

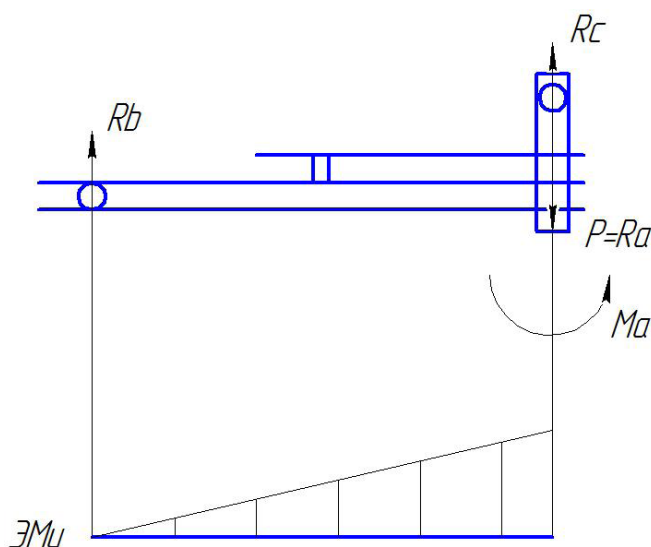


Рисунок 3 – Расчетная схема боковых прутков грохота

Запишем условия равновесия и найдем неизвестные реакции:

$$\begin{aligned} \Sigma M_a = 0 \quad M_a - R_b \times l_1 &= 0, \\ \Sigma y = 0 \quad R_b - P + R_c &= 0. \end{aligned}$$

M_a будет численно равен половине M_u .

Результаты расчетов: $R_b = 88,8$ Н, $R_c = 73,7$ Н.

Условия прочности на изгиб прутков примет следующий вид:

$$\sigma = (M_u/J_z)(a + d/2), \quad (2)$$

где M_u – изгибающий момент, приходящийся на одну сторону опоры грохота, Н*м;

J_z – момент инерции площади поперечного сечения относительно центральной оси, мм⁴

$$J_z = 2(J_n + a^2 \times F_n),$$

где $J_n = (\pi \times d^4)/64$ – момент инерции круглого поперечного сечения, мм⁴;

$F_n = \pi d^2/4$ – площадь поперечного сечения, мм²;

d – диаметр прутка, мм.

$$F_n = (3,14 \times 10^2)/4 = 78,5 \text{ мм}^2.$$

$$J_n = ((3,14 \times 10^4)/64 = 490,6 \text{ мм}^4.$$

$$J_z = 2(490,6 + 20^2 \times 78,5) = 63\,781,2 \text{ мм}^4.$$

Подставив полученные значения в уравнение условия прочности (2), получим $\sigma = 6,53$ МПа.

Полученное значение не превышает предельно допустимой величины 110 МПа, следовательно, пластические деформации при работе конструкции происходить не будут.

Выводы. Как показали результаты вычислений, прочность элементов конструкции грохота обеспечивается с достаточным коэффициентом запаса прочности, что будет гарантировать отсутствие пластических деформаций. Однако «жесткой» заделкой являются сварные швы, которым приходится воспринимать переменные нагрузки, а это говорит о том, что их качество должно быть соответствующим. При данных расчетах не учитывалась «монтажная» задача, которая также будет оказывать существенное влияние на прочность конструкции, а также на дополнительные вибрации, которые передаются с копалки на мотоблок, а оттуда на оператора, что может вызывать определенный дискомфорт у оператора.

Список литературы

1. Возделывание картофеля на кормовые цели / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, Д. А. Марков [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии

животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора А. И. Любимова. В 2-х т. – Ижевск, 2020. – С. 71–76.

2. Комплекс оборудования для возделывания картофеля в хозяйствах малых форм собственности / А. Г. Иванов, К. И. Шубин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 78–86.

3. Механизация процесса уборки картофеля / А. В. Костин, Д. М. Петров, Ю. Д. Боднарчук, В. С. Мерзляков // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 98–105.

4. Механизированный комплекс для послеуборочной обработки и хранения картофеля / Р. И. Останин, А. В. Костин, Л. Я. Лебедев [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (66). – С. 56–64.

5. Обзор устройств для очистки вороха картофеля от примесей / И. И. Хузяметов, В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов, А. В. Костин [и др.] // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. – Ижевск, 2022. – С. 228–233.

6. Боднарчук, Ю. Д. Влияние инженерно-исследовательской деятельности на техническое развитие в АПК / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 26–29.

7. Боднарчук, Ю. Д. Применение современных робототехнических систем в технологическом процессе послеуборочной обработки картофеля / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 3–7.

8. Цифровые технологии в животноводстве и растениеводстве / Р. Р. Шакиров, А. В. Костин, А. Г. Иванов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора А. И. Любимова. В 2-х т. – Ижевск, 2020. – С. 147–149.

9. Функционально-структурный анализ линии сортировки картофеля / А. В. Костин, Л. Я. Лебедев, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов [и др.] // Сельский механизатор. – 2023. – № 8. – С. 13–15.

10. Расчет кинематических параметров грохотного картофелекопателя ККМ-1 / Д. М. Петров, А. В. Костин, А. Г. Иванов, Р. Р. Гадлгареева [и др.] // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. – Ижевск, 2022. – С. 214–218.

11. Концентрация напряжений в стыках конструктивных элементов сельхозмашин / П. В. Дородов, А. Г. Иванов, А. В. Костин [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 38–40.

12. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов, [и др.]; под общ. ред. А. Г. Иванова. – Ижевск, 2021. – 260 с.

УДК 636.2.083+636.2.084

М. Р. Кудрин, К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев
Удмуртский ГАУ

НОВЫЕ УСЛОВИЯ СОДЕРЖАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ КОРМЛЕНИЯ КОРОВ В ХОЗЯЙСТВЕ

Изучены технологические операции при содержании и кормлении коров на ферме с применением автоматизированных доильных оборудований. Подробно изучены технология содержания коров, способ содержания, размеры стойла, покрытие пола, навозоудаление, вентиляция помещения; технология кормления коров, техника раздачи корма, состав кормосмеси, поение, навозоудаление, вентиляция.

Актуальность. Переход на беспривязную схему содержания позволяет более эффективно контролировать кормление коров и обеспечивать оптимальные условия для более высокой продуктивности. Использование миксеров для приготовления и раздачи кормосмеси позволяет точно контролировать состав и количество корма, что оптимизирует рацион коров.

Современные высокоэффективные автоматизированные установки позволяют быстро и эффективно проводить доение коров без участия человека. Это позволяет оптимизировать процесс доения и обеспечить более высокую продуктивность коров.

Важно отметить, что кормление коров в разные периоды содержания имеет свои особенности. В сухостойный период второго периода и после отёла требуется особое внимание и соблюдение режима подготовки коров к рождению здорового потомства и восстановления после отёла. Целью этих мероприятий является

достижение плановой продуктивности коров на протяжении всего периода лактации и увеличения срока использования животных. Это позволяет повысить эффективность работы сельхозпредприятия и увеличить доходы [1–12].

Цель исследования. Изучить технологические процессы при переводе коров на беспривязно-боксовую технологию содержания и кормления монокормом с кормового стола.

Задачи: изучить технологию содержания коров; изучить технологию кормления коров; изучить состав кормосмеси и технику раздачи корма, распорядок дня; изучить систему навозоудаления, вентиляции, поения.

Материал и методы исследования. Для исследований был выбран животноводческий объект – коровник европейского типа на 140 голов с беспривязно-боксовой технологией содержания, с автоматизированным доением на роботе-дояре.

Результаты исследований. В 2022 г. хозяйстве был введён в эксплуатацию коровник для содержания 140 коров при беспривязно-боксовой технологии содержания с доением на двух «роботах-доярах» серии «Мерлин». Каждая секция коровника может вместить 64–65 коров, что соответствует нормам технологического проектирования для обеспечения комфортных условий содержания животных и их эффективной продуктивности. Внутри помещений предусмотрены фиксаторы для животных, которые используются при проведении зооветеринарных мероприятий, например, осеменения или лечения. Это позволяет безопасно и эффективно проводить необходимые процедуры для животных. В помещении также установлены щетки, которые автоматически начинают движение при прикосновении животных к ним. Это помогает животным ухаживать за своей шерстью и массировать своё тело.

Пол в зоне ожидания покрыт резиновыми ковриками, это позволяет найти коровам комфортное место для отдыха. В самой секции пол выполнен из бетона. Пол имеет уклон в сторону навозного канала, который составляет 2,0 %. Полимерное покрытие имеет оригинальный способ крепления, который облегчает подталкивание кормовой смеси с помощью лопат, метлы, трактора или с помощью робота-подталкивателя. Физические свойства полимерного материала затрудняют размножение патогенной микрофлоры на его поверхности и санитарно-гигиеническое обслуживание. Полимерное покрытие также предохраняет кормовую смесь от вытягивания влаги и полезных веществ в бетонный пол.

Раздача кормов осуществляется с помощью кормораздатчика марки АКМ-9. Для обеспечения равномерного и полного поедания корма животными доярки используют лопаты, чтобы подталкивать его 3–4 раза в день.

Кормление коров организовано следующим образом:

1. Сухостойные коровы за месяц до отёла получают следующий рацион: комбикорм: 4,32 кг; сено: 3,5 кг; силос из многолетних трав: 10,76 кг.

2. Сухостойные коровы за 20 дней до отёла получают следующий рацион: комбикорм: 4,32 кг; сено: 3,5 кг; силос из многолетних трав: 10,76 кг.

3. Коровы на раздое и высокоудойные (робот-дойяр) получают следующий рацион: высокопитательный комбикорм: 9,00 кг; плёночный сенаж из многолетних трав: 14,48 кг; сенаж многолетних трав из ямы: 4,06 кг.

Длина резки кормовой смеси составляет от 0,5 до 5,0 см, а многолетние травы (сорго-суданка) режутся от 3,0 до 5,0 см. Минеральная подкормка включена в состав концентрированных кормов для коров.

Поение. Коровы пьют воду из групповых поилок, которые расположены на высоте 60 см от пола. Это сделано для обеспечения комфорта животных, особенно в жаркое время года.

Осеменение проводят ректоцервикальным методом. Для повышения эффективности осеменения на ферме применяют синхронизацию половой охоты у коров и ремонтных телок. Это позволяет планировать осеменение и повысить вероятность успешного наступления беременности. Каждый год производится дезинфекция и побелка помещений, в которых содержатся коровы. Это необходимо для поддержания чистоты и гигиены, а также для предотвращения распространения инфекционных заболеваний.

Освещение с помощью световых коньков осуществляется вдоль потолка помещения и обеспечивает распределение света. Боковые окна позволяют проникнуть в помещение дополнительному естественному свету. Специальные окна с торцов здания создают больше естественного света в помещении. Искусственное освещение с помощью светодиодных ламп используется особенно в пасмурное и зимнее время, когда естественного света недостаточно. Приточно-вытяжная вентиляция с температурным датчиком обеспечивает поступление свежего воздуха в помещение и удаление отработанного воздуха. Вентиляционные шахты обе-

спечивают эффективное функционирование системы вентиляции. Вентиляционная система также способствует предотвращению накопления воздушных загрязнений и обеспечивает комфортные условия для пребывания людей в помещении.

Заключение. Принятая новая технология содержания и кормления коров позволит хозяйству добиться высоких производственных показателей и решить частично кадровые вопросы в животноводстве.

Список литературы

1. Технологические операции при обслуживании коров с доением на доильной установке робот-дояр / М. Р. Кудрин, А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев [и др.] // Приоритетные и перспективные направления Российской науки в условиях геополитической нестабильности: материалы XXII Всерос. науч.-практ. конф., Рязань, 25 сентября 2023 г. – Рязань: Издательство «Концепция», 2023. – С. 226–231.
2. Молочная продуктивность коров по второй лактации и качественный состав молока по четвертям вымени / М. Р. Кудрин, А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 60–2. – С. 59–69.
3. Кудрин, М. Р. «Мерлин» для ваших коров / М. Р. Кудрин, В. А. Петров // Агропром Удмуртии. – 2023. – № 8. – С. 40–41.
4. Каиров, В. Р. Влияние живой массы и возраста ремонтных тёлочек на их последующую молочную продуктивность / В. Р. Каиров, М. Р. Кудрин, Д. А. Теев // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 60–3. – С. 60–67.
5. Кудрин, М. Р. Новые условия содержания. Каковы они? / М. Р. Кудрин // Агропром Удмуртии. – 2022. – № 11 (215). – С. 48–49.
6. Кудрин, М. Р. Современные доильные установки и технологические особенности при производстве молока на фермах: монография / М. Р. Кудрин. – Ижевск: Цифра, 2021. – 88 с.
7. Кудрин, М. Р. Технологические процессы при содержании и последовательность операций при доении коров на доильной установке «Европараллель» / М. Р. Кудрин, В. В. Иванов, К. П. Назарова // Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора Геннадия Николаевича Бурдова и 60-летию доктора ветеринарных наук, профессора Юрия Гавриловича Крысенко, Ижевск, 23 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 175–189.
8. Кудрин, М. Р. Технологические процессы при содержании и последовательность операций при доении коров на доильной установке «Ёлочка» / М. Р. Ку-

дрин, Д. Н. Медведев // Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора Г. Н. Бурдова и 60-летию доктора ветеринарных наук, профессора Ю. Г. Крысенко, Ижевск, 23 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 190–203.

9. Кудрин, М. Р. Производство молока в помещениях различного типа при разных технологиях содержания и доения коров / М. Р. Кудрин, Н. Г. Крупин // Актуальные вопросы зооветеринарной науки: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию доктора ветеринарных наук, профессора, почетного работника ВПО РФ, ветерана труда Новых Н. Н. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 147–153.

10. Новая эра в роботизированном доении: как успеть за временем. – URL: <https://predsedatel-apk.ru/zhivotnovodstvo-2/delaval-robot-doyar-vms-v300/> (дата обращения: 09.08.2023).

11. Покрытие кормового стола "Луг Здоровья®": безопасно, качественно, экономично // Аграрная наука. – 2021. – № 3. – С. 62–63.

12. Mechanization of milk production in the rotary milking parlor with loose cubicle technology for cow keeping / M. R. Kudrin, A. L. Shklyayev, K. L. Shklyayev [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific and Practical Conference, Tyumen, 19–20 июля 2021 г. – Tyumen: EDP Sciences, 2021. – P. 06011.

УДК 631.362.3: 635.21

**А. А. Ломаев, К. Л. Воронцов,
А. Г. Иванов, Л. Я. Лебедев, Ф. Р. Арсланов**
Удмуртский ГАУ

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВОРОХООЧИСТИТЕЛЯ

Описана конструкция и принцип работы ворохоочистителя дискового типа, представлена методика расчета и оценки теоретической производительности машины по входу и выходу продукта. Приведен пример расчета параметров машины и дана оценка результатов с точки зрения реальной производительности. Описаны допущения и неточности расчета, которые могут быть дополнены эмпирическими данными.

Актуальность. Современная технология возделывания картофеля предусматривает комбайновую уборку на полях, последующую доработку на картофелесортировальных пунктах и заклад-

ку на хранение. Однако на всех этапах уборки и последующей доработки картофель идет засоренный [2–6].

Уборка и послеуборочная доработка картофеля предполагает его комплексную подготовку к закладке на хранение или на реализацию. При этом обязательным условием является выделение почвенных примесей, растительных остатков, инородных включений и некондиционных клубней [7, 8, 10–12]. Для этого применяются всевозможные конструкции и разного принципа действия ворохоочистители, переборочные столы [9, 13, 14, 15, 17].

Цель: оценить производительность ворохоочистителя дискового типа.

Задачи: рассмотреть конструкцию ворохоочистителя дискового типа, провести расчет производительности ворохоочистителя.

Материалы и методика. Применялись расчетные методы теоретической механики и деталей машин.

Результаты исследований. Рассмотрим конструкцию на рисунке 1, предложенную авторским коллективом кафедры «Теоретическая механика и сопротивление материалов» Удмуртского ГАУ [6, 9, 14].

Устройство собрано из трех валов с дисками. Расстояние между дисками на валу подбирается из учета, чтобы клубни картофеля не проваливались в зазор. Диаметр дисков увеличивается в сторону движения вороха ($d_1 < d_2 < d_3$). Все валы приводятся от одной приводной звездочки 4 посредством цепной передачи, то есть они вращаются с одной угловой скоростью, но окружная скорость дисков увеличивается в сторону движения вороха.

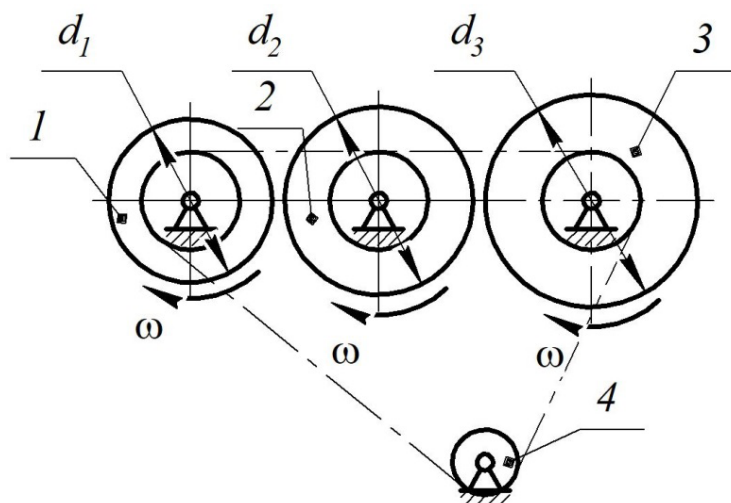


Рисунок 1 – Схема дискового ворохоочистителя:
1, 2, 3 – дисковые валы; 4 – приводная звездочка

Ворох картофеля вместе с почвой поступает на первый вал с дисками. Он огибает его и ворох начинает разделяться. За счет взаимодействия со следующим дисковым валом происходит расщепление компонентов смеси по длине ворохоочистителя. Почва эффективно отделяется от основного вороха, крошится и просыпается вниз. Аналогичный процесс происходит на следующем дисковом валу.

Проведем оценку производительности данной машины [1, 13, 16]. Для расчета сделаем допущение, что ворох содержит клубни картофеля и почвенные примеси, и он поступает на рабочий орган в виде однородного слоя высотой h , рисунок 2.

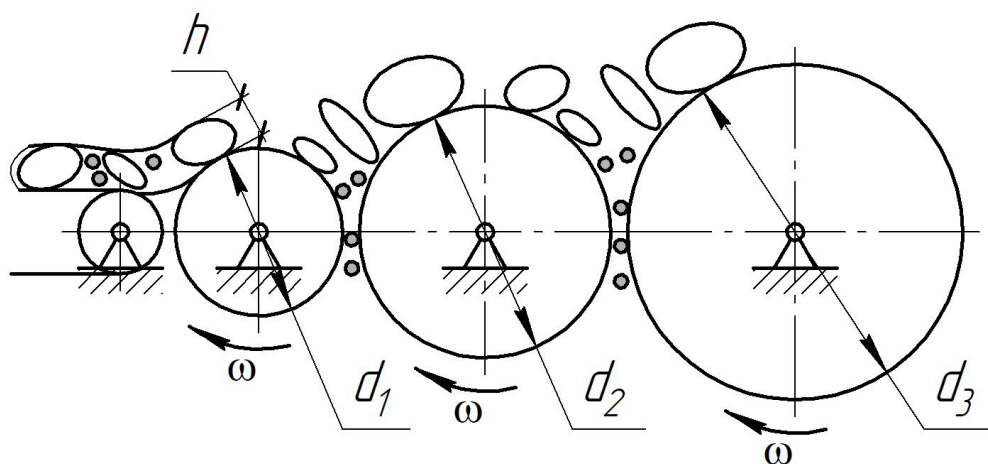


Рисунок 2 – Схема дискового ворохоочистителя

Содержание почвенных примесей оценивается величиной γ (%) со средней плотностью ρ_1 (кг/м³). Тогда клубней картофеля в процентах $1 - \gamma$ с насыпной плотностью ρ_2 (кг/м³). Насыпная плотность вороха составит

$$\rho = \gamma\rho_1 + (1 - \gamma)\rho_2. \quad (1)$$

Так как на первый дисковый барабан поступает ворох с наибольшим содержанием почвы, то можно считать, что клубням картофеля, из-за связности вороха, не удаётся свободно вращаться, и они закатываются по торцам дисков без проскальзывания. Тогда суммарная производительность определяется

$$Q = \rho B h v, \quad (2)$$

где B – ширина рабочей поверхности ворохоочистителя, м;

h – высота слоя вороха при входе на ворохоочиститель, м;
 v – скорость вороха при огибании первого дискового барабана, м/с.

Если принять движение вороха без проскальзывания, то скорость вороха равна окружной скорости дискового барабана, рисунок 2:

$$v = \omega d_1/2, \quad (3)$$

где ω – угловая скорость дисковых барабанов, рад/с;

d_1 – диаметр дисков первого дискового барабана, м.

С учетом формулы (2) получаем производительность по вороху картофеля

$$Q = \rho B h \omega d_1/2. \quad (4)$$

Как видно, производительность зависит линейно от ширины рабочего органа B , высоты слоя h , угловой скорости ω и диаметра дисков d_1 . Рассматривается только первый дисковый барабан, так как все валы вращаются с одинаковыми угловыми скоростями, и первый вал имеет наименьшие диски. Следовательно, он имеет лимитирующую скорость v , которая и ограничивает пропускную способность.

Также следует учесть, что на выходе с ворохоочистителя произойдет очистка вороха от части почвенных примесей. Машина как раз для этого и применяется в картофелесортировальных пунктах. Степень очистки вороха можно оценить полнотой выделения почвенных примесей λ . Тогда с учетом формулы (1) получим теоретическую производительность, массовую производительность ворохоочистителя на выходе из машины

$$Q = (\lambda \gamma \rho_1 + (1 - \gamma) \rho_2) B h \omega d_1/2. \quad (5)$$

Проведем оценку производительности машины при следующих начальных параметрах: на ворохоочиститель с шириной рабочей поверхности $B = 0,8$ м поступает ворох картофеля с подачей $Q_1 = 15$ т/ч = 4,17 кг/с. В ворохе содержится 70 % картофеля с насыпной плотностью $\rho_2 = 650 \dots 750$ кг/м³ [4–6, 15]. Примем $\rho_2 = 700$ кг/м³. Тогда содержание почвы $\gamma = 30$ % при средней плотности $\rho_1 = 1100 \dots 1500$ кг/м³ [4–6, 15, 17]. Примем $\rho_1 = 1300$ кг/м³.

Угловую скорость дисковых барабанов назначим $\omega = 8$ рад/с при диаметре дисков $d_1 = 0,2$ м.

Скорость вороха составит. Исходя из формулы (3):

$$v = 8 \times 0,2/2 = 0,8 \text{ м/с.}$$

Средняя плотность вороха по формуле (1) равна

$$\rho = 0,3 \times 1300 + (1 - 0,3) \times 700 = 880 \text{ кг/м}^3.$$

Таким образом, высота первоначального слоя, поступающего на ворохоочиститель, выразится из формулы (2)

$$h = \frac{Q}{\rho B v} = \frac{4,17}{880 \times 0,8 \times 0,8} = 0,075 \text{ м.}$$

При полноте выделения почвенных примесей [] в пределах $\lambda = 0,8 \dots 0,85$ получаем итоговую производительность по формуле (5):

$$Q = (0,850,3 \times 1300 + (1 - 0,3) \times 700) \times \\ \times 0,8 \times 0,075 \times 8 \times 0,2/2 = 3,89 \text{ кг/с.}$$

Такая производительность соответствует $Q = 14,0$ т/ч.

Выводы. Данные результаты позволяют провести оценку теоретически возможной производительности ворохоочистителя дискового типа согласно предложенной методике. Однако данная методика не учитывает присущее данным машинам проскальзывание компонентов вороха на дисках и отсутствие абсолютной сплошности вороха как единой деформируемой среды. Отметим, что проскальзывание компонентов приводит к снижению производительности по сравнению с теоретической. Однако это способствует большему времени нахождения вороха на рабочей поверхности, поэтому увеличивается степень очистки.

Список литературы

1. Боднарчук, Ю. Д. Особенности функционирования рабочих органов дискового сортирующего устройства / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 7–10.

2. Возделывание картофеля на кормовые цели / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, проф. А. И. Любимова. – Ижевск, 2020. – С. 71–76.
3. Инновационные технические решения для технологий машинной уборки картофеля в тяжелых эксплуатационных условиях / В. А. Павлов, И. А. Успенский, С. Н. Борычев [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 21–22 марта 2013 г. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 222–224.
4. Лебедев, Л. Я. Отделитель почвенных примесей для обработки картофеля / Л. Я. Лебедев, Ф. Р. Арсланов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 197–202.
5. Механизация процесса уборки картофеля / А. В. Костин, Д. М. Петров, Ю. Д. Боднарчук, В. С. Мерзляков // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 98–105.
6. Механизированный комплекс для послеуборочной обработки и хранения картофеля / Р. И. Останин, А. В. Костин, Л. Я. Лебедев, [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (66). – С. 56–64.
7. Механизированный комплекс для послеуборочной обработки и хранения картофеля / Р. И. Останин, А. В. Костин, Л. Я. Лебедев [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (66). – С. 56–64. – DOI 10.48012/1817-5457_2021_2_56.
8. Митрохина, Е. В. Современная картофелеуборочная техника / Е. В. Митрохина, И. А. Успенский // Материалы Всерос. нац. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию проф. А. М. Лопатина. – ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2020. – С. 159–163.
9. Новый роторно-пальчатый картофелекопатель / М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 5. – С. 12–13.
10. Обзор устройств для очистки вороха картофеля от примесей / И. И. Хузяметов, В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов [и др.] // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х томах, Ижевск, 15–18 февраля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – Т. I. – С. 228–233.
11. Оборудование для подготовки картофеля к кормопроизводству / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, проф. А. И. Любимова. – Ижевск, 2020. – С. 96–103.

12. Повышение надежности и эффективности функционирования картофелеуборочной техники в тяжелых условиях работы посредством модернизации сепарирующих рабочих органов / В. А. Павлов, А. В. Паршков, Г. К. Рембалович, И. А. Успенский // Наука и образование XXI века: материалы VII-й Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань, 2013. – С. 176–181.

13. Повышение эксплуатационно-технологических показателей транспортной и специальной техники на уборке картофеля / Г. К. Рембалович, Н. В. Бышов, В. А. Павлов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 04 (088). С. 509–518. – IDA [article ID]: 0881304034. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/34.pdf>.

14. Повышение эффективности работы для очистки вороха в картофелеуборочных машинах / Р. В. Безносюк, Д. В. Евтехов, С. Н. Борычев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 4 (48). – С. 77–82.

15. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]. Под общ. редакцией А. Г. Иванова. – Ижевск, 2021. – 260 с.

16. Проектно-экспериментальный роторно-пальчатый картофелекопатель / М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин, Р. Р. Шакиров, М. Н. Калимуллин // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международ. науч. конф., посвящ. 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии. – Ижевск, 2021. – С. 159–163.

17. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин / И. А. Успенский, И. А. Юхин, А. В. Мачнев, А. А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 2 (284). – С. 27–31.

18. Salimzyanov, M. Improvement of technology and machines for growing potatoes in agriculture / M. Salimzyanov, V. Pervushin, R. Shakirov, M. Kalimullin // Engineering for Rural Development. 9. Сер. "19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings", 2020. – С. 1423–1430.

А. А. Ломаев, К. Л. Воронцов

Удмуртский ГАУ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОРОХООЧИСТИТЕЛЕЙ В КАРТОФЕЛЕСОРТИРОВАЛЬНЫХ ПУНКТАХ

Приведены основные сведения об устройствах для выделения почвенных примесей из вороха картофеля, указаны их достоинства и недостатки. На основе теории решения изобретательских задач указан один из возможных путей развития ворохоочистителей.

Актуальность. Картофель является ценной пищевой и технической культурой и традиционным продуктом на столах россиян. Его производство – важнейшая задача агропромышленного комплекса РФ. Однако при всем современном развитии техники и технологии его возделывания происходят значительные потери урожая во время хранения. Сохранность картофеля может быть обеспечена только правильной подготовкой и закладкой на хранение [3, 5, 8, 9]. Весь комплекс необходимых мероприятий для закладки на хранение при промышленном способе возделывания и комбайновой уборке картофеля (или картофелекопателями) возможно реализовать только на картофелесортировальных пунктах [1...4, 6]. Одним из путей совершенствования технологических линий сортировки является развитие ворохоочистительных устройств. Удаление из вороха картофеля почвенных примесей позволяет повысить скважность вороха в хранилище, облегчает его вентиляцию. Таким образом, обозначенная тема является актуальной.

Цель. Обзор устройств для выделения почвенных примесей из вороха картофеля в картофелесортировальных пунктах (КСП) и поиск путей их развития.

Задачи:

- 1) провести обзор устройств для выделения почвенных примесей из вороха картофеля на КСП, сделать оценку их достоинств и недостатков;
- 2) из анализа устройств и принципов их работы выявить перспективные направления их развития.

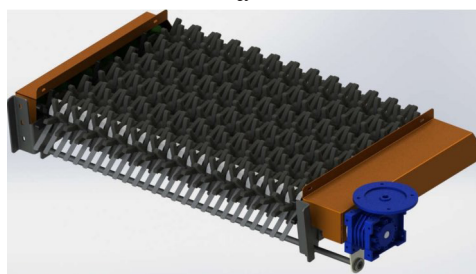
Материалы и методы. В ходе решения задач будут использоваться критический анализ и методы теории решения изобретательских задач.

Результаты исследований. В нашей стране и за рубежом картофель возделывается в промышленных масштабах, так как он является ценным пищевым продуктом, а также источником крахмала и техническим сырьем различных химических производств. Российская федерация занимает третье место в мире по валовому сбору картофеля после Китая и Индии [7, 10, 12, 13]. Основным способом хранения картофеля является его закладка в овощехранилища. При этом используются стационарные или передвижные картофелесортировальные пункты. Для нашей страны это КСП 15 разных модификаций, КСП 25 и СКСП 50, где цифры указывают номинальную производительность (т/ч), а также пункты приемо-сортировочные, например, ППС 20-60 (аналог Grimme RH 20-60).

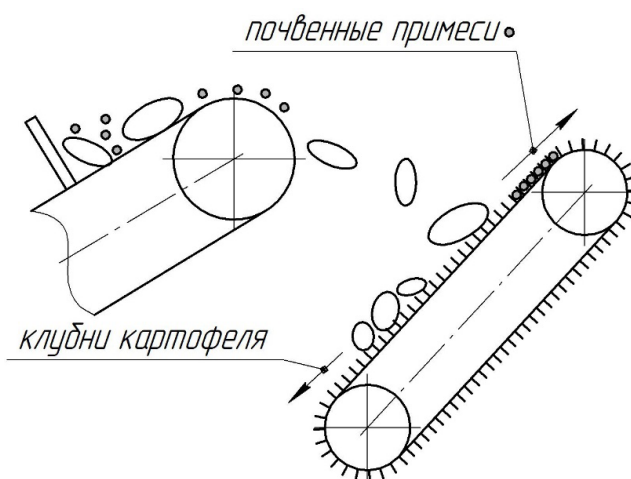
В таких машинах для очистки вороха от почвенных примесей используют роликовые устройства, рисунок 1, а.



а



в



б

Рисунок 1 – Ворохоочистительные устройства:

а – роликово-дисковое устройство для очистки вороха на КСП-15Б;

б – пальчиковая горка картофелеуборочных комбайнов;

в – роторно-пальчиковый ворохоочиститель

В этих устройствах на валиках с дисками происходит активное перемещение массы вороха с почвенными комочками. Расстояние между дисками выбрано таким образом, чтобы клубни картофеля не могли просыпаться вниз. А почвенная мелкокомковатая масса, наоборот, активно просеивается между дисками. Но почвенная масса не может вся просеяться сквозь роликово-дисковую поверхность. В ворохе остаются крупные комки почвы и часть по-

чвы, налипшая на клубни. Эта часть почвы идет дальше по технологической линии и загрязняет фасонные рабочие органы роликовой картофелесортировки.

В картофелеуборочных комбайнах активно применяют пальчиковые горки (рис. 1, б). В данных рабочих органах применяется сплошной ленточный наклонный конвейер (транспортер), в котором используется пальчатое полотно с малым шагом расположения резиновых пальцев. Ворох картофеля с почвенными примесями падает с подающего (питающего) элеватора и попадает на наклонное полотно горки. Так как наклон ленты транспортера на горке более угла естественного откоса вороха, то клубни начинают скатываться вниз. Почвенные примеси попадают между пальцев транспортной ленты, подхватываются ею и уносятся вверх на удаление. Таким образом происходит естественное разделение потоков и отделение почвы. Однако крупные комки, сопоставимые с размерами клубней, и налипшая на клубни почва также не может выделиться и снова идет дальше по технологической линии уборочного комбайна. Совершенствование рабочих процессов выносной сепарации занимались ученые ФГБОУ ВО «Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева». Например, профессором Д. Н. Бышовым предложена пальчиковая горка со встряхивающим механизмом в виде двуплечевого рычага, контактирующего с кулачком, расположенным на приводном валу [10]. То есть совершенствование предлагается проводить в сторону интенсификации процессов за счет придания рабочему органу поперечных колебаний.

Из работ [2, 7, 8] известно устройство для отделения почвенных примесей за счет ударного взаимодействия компонентов вороха с резиновыми лопастями (пальцами), вращающимися вместе с роторами, (рис. 1, в). Клубни подбрасываются, активно очищаются и переходят на калибрование. Почвенные примеси, в том числе отбитая с клубней почва, просыпается вниз. Однако ударное воздействие на компоненты вороха могут привести к их травмированию даже от резиновых элементов.

В работе [3, 4, 11] описан картофелесортировальный пункт, разработанный и внедренный учеными ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ. В этом пункте предлагается использовать ворохоочиститель на базе дисков переменной диаметра (рис. 2).

Увеличение диаметров дисков в совокупности с одинаковой их скоростью приводит к тому, что окружная скорость дисков растет, увеличивается и скорость вороха. Происходит его разрыв, ком-

поненты вороха рассредоточиваются, почвенные примеси просыпаются между дисками. Однако и данный ворохоочиститель имеет те же недостатки, которые описаны ранее.

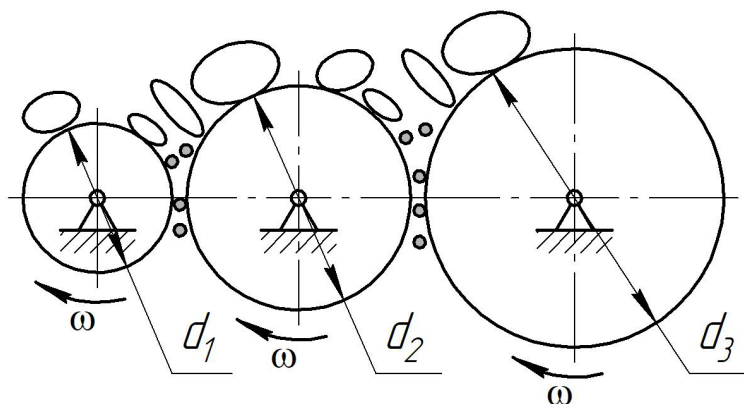


Рисунок 2 – Дисковый ворохоочиститель

Выводы. В свете сказанного можно отметить, что ни один рабочий орган ворохоочистителя не может в полной мере выделить почвенные примеси. Однако дисковые и транспортерные рабочие органы меньше травмируют клубни. На основе теории решения изобретательских задач следует совместить разные принципы действия рабочих органов в одном устройстве. Для этого следует в технологической линии картофелесортировального пункта применить пальчиковую горку и дисковый ворохоочиститель, установленные друг за другом последовательно. Такое совмещение устройств позволит повысить степень выделения примесей из вороха, но не приведет к существенному увеличению повреждаемости. В дальнейших исследованиях необходимо научно обосновать параметры такого комбинированного устройства и подтвердить экспериментами результаты теоретических изысканий.

Список литературы

1. Инновационные технические решения для технологий машинной уборки картофеля в тяжелых эксплуатационных условиях / В. А. Павлов, И. А. Успенский, С. Н. Борычев [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 21–22 марта 2013 г. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 222–224.
2. Лебедев, Л. Я. Отделитель почвенных примесей для обработки картофеля / Л. Я. Лебедев, Ф. Р. Арсланов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 197–202.

3. Механизация процесса уборки картофеля / А. В. Костин, Д. М. Петров, Ю. Д. Боднарчук, В. С. Мерзляков // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 98–105.

4. Механизированный комплекс для послеуборочной обработки и хранения картофеля / Р. И. Останин, А. В. Костин, Л. Я. Лебедев [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (66). – С. 56–64. – DOI 10.48012/1817-5457_2021_2_56.

5. Механизированный комплекс для послеуборочной обработки и хранения картофеля / Р. И. Останин, А. В. Костин, Л. Я. Лебедев [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (66). – С. 56–64.

6. Митрохина, Е. В. Современная картофелеуборочная техника / Е. В. Митрохина, И. А. Успенский // Материалы Всерос. нац. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию проф. А. М. Лопатина. – ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2020. – С. 159–163.

7. Новый роторно-пальчатый картофелекопатель / М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 5. – С. 12–13.

8. Обзор устройств для очистки вороха картофеля от примесей / И. И. Хузяметов, В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов [и др.] // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х томах, Ижевск, 15–18 февраля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – Т. I. – С. 228–233.

9. Повышение надежности и эффективности функционирования картофелеуборочной техники в тяжелых условиях работы посредством модернизации сепарирующих рабочих органов / В. А. Павлов, А. В. Паршков, Г. К. Рембалович, И. А. Успенский // Наука и образование XXI века: материалы VII-й Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань, 2013. – С. 176–181.

10. Повышение эффективности работы для очистки вороха в картофелеуборочных машинах / Р. В. Безносюк, Д. В. Евтехов, С. Н. Борычев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 4 (48). – С. 77–82.

11. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]. Под общ. редакцией А. Г. Иванова. – Ижевск, 2021. – 260 с.

12. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин / И. А. Успенский, И. А. Юхин, А. В. Мачнев, А. А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 2 (284). – С. 27–31.

13. Salimzyanov, M. Improvement of technology and machines for growing potatoes in agriculture / M. Salimzyanov, V. Pervushin, R. Shakirov, M. Kalimullin

УДК 631.356.46

**Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев,
М. А. Башурова, С. Э. Галунков**
Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДКАПЫВАЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ОДНОРЯДНОГО КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Исследуется подкапывающий лемех малогабаритного картофелеуборочного комбайна КСК-1.

Актуальность. Картофелеводство является одной из наиболее крупных отраслей сельского хозяйства. Картофель используется для продовольственных, кормовых и промышленных целей. Несмотря на широкое распространение картофеля, выращиванием его могут заниматься не все фермерские хозяйства, это связано с большими затратами. Наиболее трудоемким этапом является уборка и послеуборочная обработка клубней. Из всех трудозатрат производства картофеля на уборку клубней расходуется 60...70 % [1–6]. Для уборки корнеплода на средних фермерских участках и выше используют картофелеуборочные комбайны. Особенность почвенно-климатических условий Удмуртской Республики усложняет уборку картофеля. Переувлажненная почва затрудняет работу подкапывающих органов картофелеуборочных машин. При повышенной влажности такая почва приобретает свойства пластичности и липкости. Под механическим воздействием пластичные комки почвы не разрушаются, а лишь изменяют свою форму. В районах же с пониженной влажностью образуются почвенные комки и глыбы, которые невозможно разрушить без существенных повреждений клубней [9–11, 14]. В большинстве регионов России вегетативный период растений небольшой, поэтому, растягивая агротехнические сроки посадки из-за дефицита техники, хозяйство фактически сокращает срок роста картофеля [2–4, 12]. Пытаясь сократить эти потери, фермеры часто откладывают уборку,

что позволяет дорастить картофель до запланированных показателей урожайности. Но при этом резко возрастает риск оставить урожай в поле, особенно если комбайнов не хватает. Предприятия, слабо обеспеченные посадочной и уборочной техникой, ограничены в своих возможностях. Полноценно оснащенные хозяйства при любой погоде выполняют нужные операции точно в срок. Малогабаритный картофелеуборочный комбайн востребован фермерскими хозяйствами для уборки на небольших посевных площадях [3–5]. Созданный командой СКИБ (Студенческое конструкторско-исследовательское бюро) Удмуртского ГАУ картофелеуборочный комбайн КСК-1 рассчитан на уборку небольших фермерских участков. Следует обратить внимание на способ ведения выкапывающего устройства по глубине. Для этого существуют разные типы подкапывающих устройств: активные; пассивные; комбинированные. В малогабаритном картофелеуборочном комбайне КСК-1 подкапывающим устройством является лемех [1–8].

Целью являлось исследование подкапывающего лемеха картофелеуборочного комбайна КСК-1.

Задачи:

1. Провести сравнительный анализ выкапывающих устройств картофелеуборочной техники.
2. Выявить их преимущества и недостатки.
3. Разработать методику исследования подкапывающего рабочего органа однорядного картофелеуборочного комбайна.
4. Установить зависимость производительности картофелеуборочного комбайна от угла наклона подкапывающего устройства.

Материалы и методы. Выкапывающие устройства предназначены для подкапывания и рыхления клубненосного слоя, а также для подачи массы на последующие рабочие органы. Они должны обеспечить захват всех клубней (потери не более 2 %), с минимальной подачей примесей, не травмировать клубни и интенсивно рыхлить пласт. Чтобы справиться с уборкой картофеля, следует обратить внимание на следующие факторы: рабочая скорость; угол наклона подкапывающего устройства; глубина погружения подкапывающего устройства, применение рациональной формы подкапывающего органа картофелекопателя [1–6, 13, 15, 17]. Для исследования был взят созданный командой СКИБ (Студенческое конструкторско-исследовательское бюро) Удмуртского ГАУ картофелеуборочный комбайн КСК-1 (рис. 1) и подкапывающий лемех (рис. 2) этого комбайна.



Рисунок 1 – Лабораторное испытание картофелеуборочного комбайна КСК-1



Рисунок 2 – Подкапывающий лемех картофелеуборочного комбайна КСК-1

Используя метод критического анализа, определили тип подкапывающего органа картофелеуборочного комбайна КСК-1. В конструктивную схему малогабаритного комбайна КСК-1 входит лемешно-дисковый вскапывающий орган комбинированного типа (рис. 2). Глубина выкапывания регулируется опорным катком, копирующим форму гребня. Для проведения опыта будет установлена постоянная глубина выкапывания 20 см [3–5]. Ширина захвата равна расстоянию между вращающимися дисками. Они предотвращают разваливание пласта по сторонам, перерезают корни растительности и ветки ботвы, отделяют клубненостный пласт от остального массива почвы [1–6, 13–15]. Диски расположены друг от друга в 64 см. Скорость движения малогабаритного картофелеуборочного комбайна постоянная. Комбайн приводится в действие при помощи приводной станции. Рабочая скорость картофелеуборочного комбайна равна 2,5 км/ч [1–6]. Для проведения исследования в почвенный канал шириной 1 метр были помещены

макеты клубней картофеля различных форм и размеров на глубину в диапазоне 10–16 см (рис. 3). Лабораторные испытания проводились многократно, с целью получения точных результатов. Результаты были внесены в таблицу 1.

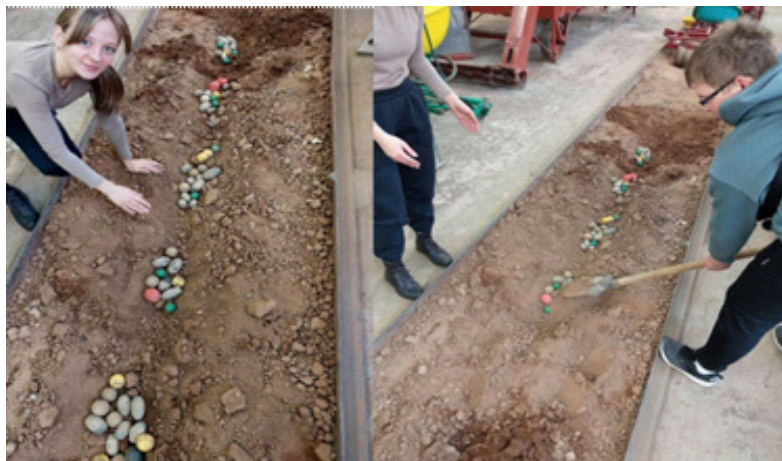


Рисунок 3 – Подготовка почвенного канала к лабораторным исследованиям

Результаты исследований. До попадания на органы сепарации клубненосный ворох попадает с лемеха на транспортер. Для предотвращения сгуживания в зоне перехода лемех должен придерживаться определённого диапазона угла наклона [1–6]. Для избежания столкновения клубней картофеля о край транспортера лемех с низкого положения ставится вровень. Для предотвращения торможения в зоне перехода с лемеха на транспортер следует сменить положение лемеха с высокого на уровень транспортера. Чтобы процесс начала сепарации прошел беспрепятственно, следует установить угол наклона не более 24° [1–5]. Для чистоты опыта интервал варьирования угла наклона равен 1° . Результаты (табл. 1) можно разделить на три группы: оптимальные параметры; допустимые параметры; критические параметры.

Таблица 1 – Результаты производственных испытаний подкапывающего лемеха картофелеуборочного комбайна

| Рабочая скорость КСК-1, км/ч | Ширина захвата лемеха, м | Угол наклона, ° | Глубина подкапывания, см | Оценка параметров |
|------------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| 2,5 | 0,64 | <15 | 20 | Критические параметры |
| 2,5 | 0,64 | 15–17 | 20 | Допустимые параметры |
| 2,5 | 0,64 | 18–19 | 20 | Оптимальные параметры |
| 2,5 | 0,64 | 20–24 | 20 | Допустимые параметры |
| 2,5 | 0,64 | >24 | 20 | Критические параметры |

При анализе полученных результатов, представленных в таблице 1, был построен график зависимости (рис. 4).

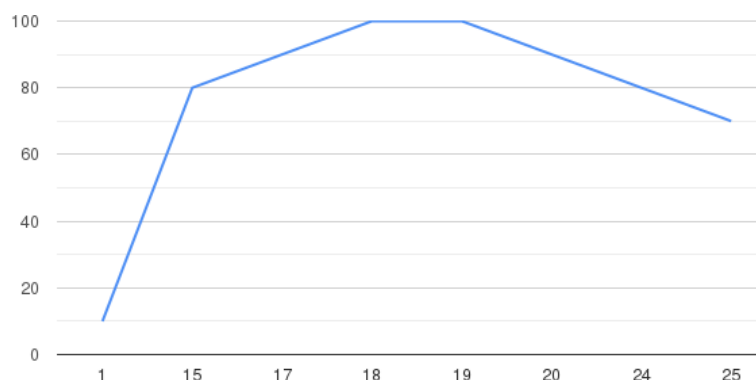


Рисунок 4 – Зависимость производительности от угла наклона

Вывод. Проведенный анализ различных подкапывающих устройств позволяет сделать вывод, что наиболее перспективным является использование комбинированных подкапывающих рабочих органов. Выбор оптимального угла наклона повышает качество сепарации, повышая производительность машины во время уборки корнеплода. Оптимальный угол наклона подкапывающего лемеха картофелеуборочного комбайна КСК-1 находится в диапазоне 18–19°.

Список литературы

1. Васильева, О. П. Комбайн с отделителем клубней в восходящем потоке вороха / О. П. Васильева, Л. Л. Максимов // Динамика механических систем: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 г. – Казань, 2018. – С. 282–286.
2. Максимов, Л. Л. Разработка однорядного малогабаритного морковуборочного комбайна / Л. Л. Максимов, О. П. Васильева, Я. Л. Зорина // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 106–111.
3. Максимов, Л. М. Полезные реализованные изобретения по устройствам для уборки корнеклубнеплодов: технические решения, расчет, конструкция / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов. – Ижевск: КнигоГрад, 2009. – 134 с. – ISBN 978-5-9631-0055-4.
4. Патент № 2195103 С2 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Модуль сепарирующий для преобразования картофелекопателя в корнеклубнеуборочный

комбайн : № 2000131259/13 : заявл. 13.12.2000 : опубл. 27.12.2002 / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов [и др.].

5. Патент № 2332828 С1 Российская Федерация, МПК А01D 17/22. Картофелеуборочный комбайн, отделяющий клубни в восходящем потоке вороха : № 2006144343/11 : заявл. 12.12.2006 : опубл. 10.09.2008 / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов.

6. Патент № 2746694 С1 Российская Федерация, МПК А01D 17/00, А01D 25/04. Копатель-собираетель моркови : № 2019138628 : заявл. 28.11.2019 : опубл. 19.04.2021 / Л. Л. Максимов, И. А. Дерюшев, О. П. Васильева [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия».

7. Патент № 2752098 С1 Российская Федерация, МПК А01D 17/10. Картофелеуборочный миникомбайн с саморазгружающимся тележным бункером : № 2020109443 : заявл. 03.03.2020 : опубл. 22.07.2021 / Л. Л. Максимов, Л. М. Максимов, Я. Л. Максимова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия».

8. Патент на полезную модель № 219588 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/20. Сошник для внутрипочвенного разбросного посева : № 2023106832 : заявл. 22.03.2023 : опубл. 26.07.2023 / И. А. Дерюшев, Ю. Г. Корепанов, А. Г. Иванов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет».

9. Практико-ориентированная форма развития / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 4–5.

10. 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. – ISBN 978-5-6042207-6-4.

11. Сеялка для полосового посева овощных культур / И. А. Дерюшев, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов [и др.] // Сельский механизатор. – 2023. – № 6. – С. 8–9. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-6-8-9.

12. Теоретические исследования работы сифонного трубопровода / С. П. Игнатъев, Л. Л. Максимов, А. Л. Шкляев, Ф. Р. Арсланов // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т., Ижевск, 28 февраля – 05 марта 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 15–20.

13. Устройство для сортировки плодоовощного сырья / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Л. Л. Максимов, Е. А. Михеева // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 184–190.

14. Храмешин, А. В. Качество полуфабрикатов из картофеля можно улучшить / А. В. Храмешин, Ф. Р. Арсланов, А. Н. Васильев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 11. – С. 41–44.

15. Храмешин, А. В. Разработка проекта реализации технологии производства картофельных полуфабрикатов / А. В. Храмешин, М. С. Волхонов, А. Н. Васильев // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 1 (28). – С. 154–158.

16. Храмешин, Р. А. Повышение эффективности защиты картофеля от вредителей и болезней в Удмуртской Республике / Р. А. Храмешин, Ф. Р. Арсланов, А. В. Храмешин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2016. – № 18. – С. 50–53.

17. Шкляев, К. Л. Использование распределителей семян с различной кризической пластины / К. Л. Шкляев, Г. Б. Соловьева, Л. Л. Максимов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 306–310.

УДК 631.356.46

**Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев,
М. В. Мерзляков, М. В. Басалгин**
Удмуртский ГАУ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАТЯГИВАЮЩЕ-ОТВОДЯЩЕГО УСТРОЙСТВА ВОРОХОПОДЪЕМНОГО ТРАНСПОРТЕРА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Описывается совершенствование натягивающе-отводящего устройства ворохоподъемного транспортёра картофелеуборочного комбайна. Приводится 3D-модель улучшенного устройства, а также приводятся расчеты по нему.

Актуальность. Одно из ведущих мест по площадям среди пропашных культур России отведено картофелю. Картофель занимает большую часть рациона человека, используется на корм скоту, является технологическим сырьём [1–7, 13]. Рост урожайности и качества картофеля при минимальном расходе времени и средств возможны при применении передовых технологий и комплексной механизации процессов возделывания, уборки и реализации картофеля, при выполнении требований к его выращиванию.

В настоящее время большинство хозяйств отдают предпочтение импортной сельскохозяйственной технике, а также комплектующим и запчастям к ним. Это связано с тем, что на нашем рынке мало техники отечественного производства. Поэтому на данном этапе развития сельскохозяйственной отрасли в нашей стране важна разработка отечественной техники и модернизации уже существующих конструкций для увеличения её производительности [10–19].

Цель работы. Совершенствование натягивающе-отводящего устройства ворохоподъемного транспортера картофелеуборочного комбайна.

Задачи:

1. Исследовать устройство и технологический процесс двухрядного картофелекопателя.
2. Выявить основные недостатки сепарирующего устройства.
3. Усовершенствовать натяжное устройство ворохоподъемного транспортера.

Материалы и методы исследования. В малогабаритном двухрядном картофелеуборочном комбайне, разработанном в Удмуртском ГАУ, процесс сепарации происходит в восходящем потоке вороха между двух элеваторов, расположенных под определенным углом. Однако полнота сепарации картофельного вороха и нужная производительность достигаются лишь при соблюдении агротехнических требований (рис. 1).

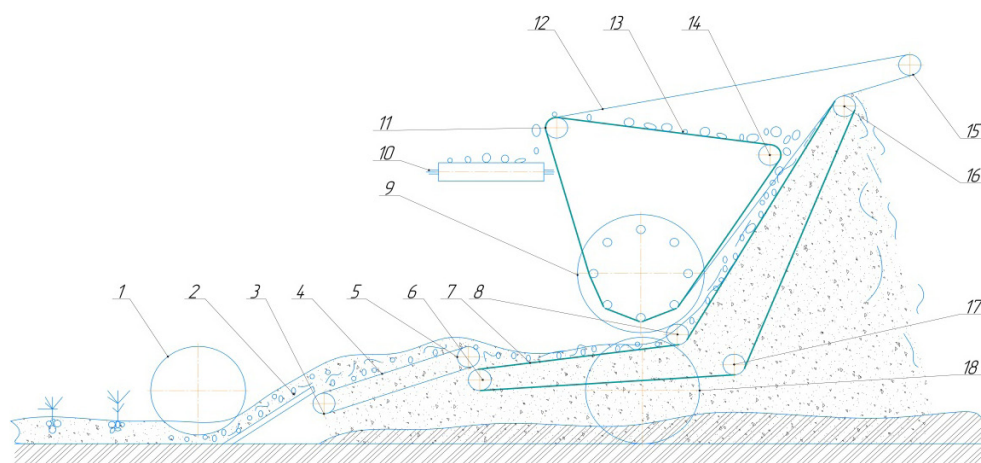


Рисунок 1 – Технологическая схема работы комбайна:

- 1 – опорное колесо; 2 – лемех; 3 – поддерживающая звезда;
 4 – первый сепарирующий транспортер; 5, 11, 14, 16 – приводной вал;
 6, 17 – поддерживающие ролики; 7 – ворохоподъемный транспортер;
 8 – натягивающе-оттягивающее устройство; 9 – барабан;
 10 – выгрузной транспортер; 12 – ботвоотделяющие ремни;
 13 – сепарирующий транспортер; 15 – ботвоотделяющий вал; 18 – колесо

На двухрядном малогабаритном комбайне были установлены оптимальные параметры угла наклона ворохоподъемного элеватора и положения клубнеприемного элеватора. Однако при изменении условий (урожайность, влажность почвы, размер клубней, ботва, наличие крупных комков) требуется изменение параметров. Мы пришли к выводу, что для изменения параметров необходимо усовершенствовать натягивающе-отводящее устройство (рис. 2).



Рисунок 2 – Натягивающе-отводящее устройство

При работе в различных условиях необходимо изменять расстояние между элеваторами для беспрепятственного прохождения клубненесущей массы далее по транспортеру в зону основной сепарации. Устройство позволяет изменять расстояние между ворохоподъемным и клубнеприемным транспортерами в зоне подъема, а также производить дополнительную натяжку элеватора [8, 9–19]. Конструкция представляет собой устройство, состоящее из трёх стальных роликов и натяжного устройства. Устройство состоит из большого числа деталей, что усложняет его конструкцию и процесс производства.

Для изменения расстояния между элеваторами и для беспрепятственного прохождения клубненесущей массы далее по транспортеру в зону основной сепарации было разработано винтовое натяжное устройство (рис. 3).

Разработанное натягивающе-оттягивающее устройство имеет простую конструкцию, состоящую из корпуса, ролика и натяжника. Диаметр ролика обеспечивает плавный угол перехода в зону подъема и места максимального схождения ворохоподъемного и клубнеприемного элеватора [4, 6]. Ролик может быть выполнен из композитных материалов, что уменьшает стоимость данной конструкции.



Рисунок 3 – Винтовое натягивающе-отводящее устройство

Результаты исследований. Для винтового натяжно-го устройства определяют размеры винта из условия прочности на растяжение или сжатие и усилие, необходимое для вращения винта [3, 7, 9]. В общем случае величина усилия для перемещения натяжного барабана с лентой равна сумме натяжений, набегающей S/нб и S/сб сбегаящей ветвей ленты у натяжного барабана

$$P_{ny} = S'_{нб} + S'_{сб} + W_{ny}, \quad (1)$$

$$P_{ny} = 491,82 + 197,6 + 0,04 \times 491,82 = 709,1 \text{ Н.}$$

Проверим на прочность натяжной болт, который при работе испытывает расчетную нагрузку $P_{ny} = 709,1$ Н. Болт имеет метрическую резьбу М16х1,5 с наружным диаметром $d = 16$ мм и шагом $S = 1,5$ мм. Коэффициент трения в резьбе $f = 0,18$. Внутренний диаметр резьбы $d_1 = 14,355$ мм, средний диаметр резьбы $d_{cp} = 15,101$ мм, толщина гайки $h = 30$ мм.

Необходимо определить запас прочности для опасного сечения болта, если материал болта – сталь 40 с пределом текучести $\sigma_m = 320$ Н/мм².

Момент в резьбе

$$M_p = P_{ny} \times (d_{cp} \times \text{tg}(\lambda + \rho))/2, \quad (2)$$

где λ – угол подъема винтовой линии, град.;

ρ – угол трения, град.

$$\lambda = \text{arctg}(S/(\pi \times d_{cp})) = \text{arctg}(1,5/(3,14 \times 15,101)) = 1,812. \quad (3)$$

$$\rho = \arctg(f/\cos(\alpha/2)), \quad (4)$$

где α – угол профиля резьбы, $\alpha = 60^\circ$.

$$\rho = \arctg(0,18/\cos 30^\circ) = 11,742^\circ.$$

$$M_p = 709,1 \times (15,101 \times \tg(1,812^\circ + 11,742^\circ))/(2 \times 1000) = 1,29 \text{ Н*м}.$$

Опасным сечением является поперечное сечение в нарезной части болта выше гайки. Для опасного сечения нормальное напряжение смятия:

$$\sigma_{см} = P_{ny}/(\pi \times d_1^2/4) = 709,1/(3,14 \times 14,355^2/4) = 4,38 \text{ Н/мм}^2. \quad (5)$$

Для опасного сечения напряжение при кручении:

$$\tau_k = M_p/(\pi \times d_1^3/16) = 1,29 \times 1000/(3,14 \times 14,355^3/16) = 2,22 \text{ Н/мм}^2. \quad (6)$$

Закон изменения эквивалентного напряжения:

$$\sigma_{экв} = (\sigma_{см}^2 + \tau_k^2)^{1/2} = (4,38^2 + 2,22^2)^{1/2} = 4,91 \text{ Н/мм}^2. \quad (7)$$

Коэффициент запаса по отношению к пределу текучести

$$n_m = \sigma_m/\sigma_{экв} = 320/4,91 = 65,17. \quad (8)$$

Выполним расчет по определению напряжения среза и смятия для резьбы натяжного болта и гайки. При условии равномерного распределения усилия по виткам резьбы напряжение смятия:

$$\sigma_{см} = P_{ny}/(\pi \times h \times (d^2 - d_1^2)/(4 \times S)); \quad (9)$$

$$\sigma_{см} = 709,1/(3,14 \times 30 \times (16^2 - 14,355^2)/(4 \times 1,5)) = 0,91 \text{ Н/мм}^2.$$

Напряжение среза резьбы болта (при коэффициенте полноты резьбы $K_\sigma \approx 0,75$)

$$\tau_\sigma = P_{ny}/(\pi \times d_1 \times K_\sigma \times h) =$$

$$= 709,1/(3,14 \times 14,355 \times 0,75 \times 30) = 0,77 \text{ Н/мм}^2. \quad (10)$$

Напряжение среза резьбы гайки (при коэффициенте полноты резьбы $K_\sigma \approx 0,88$)

$$\tau_z = P_{ny}/(\pi \times d_1 \times K_z \times h) = 709,1/(3,14 \times 14,355 \times 0,88 \times 30) = 0,59 \text{ Н/мм}^2. \quad (11)$$

Полученные значения напряжения смятия и среза резьбы много меньше предела текучести металла ($\sigma_m = 320 \text{ Н/мм}^2$).

Вывод. Путем улучшения натягивающего-отводного устройства для двухрядного картофелеуборочного комбайна мы добились более точной регулировки угла перехода в зону подъема и места максимального схождения ворохоподъемного и клубнеприемного элеватора. Нами была выполнена 3D-модель устройства, с помощью которой мы будем работать над получением его оптимальных параметров. Комбайн с усовершенствованным натягивающе-отводящим устройством прошел производственные испытания в КФХ Игринского района Удмуртской Республики в уборочных сезонах 2022–2023 гг., было убрано 10 га без существенных замечаний.

Список литературы

1. Васильева, О. П. Комбайн с отделителем клубней в восходящем потоке вороха / О. П. Васильева, Л. Л. Максимов // Динамика механических систем: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 г. – Казань, 2018. – С. 282–286.
2. Максимов, Л. Л. Разработка однорядного малогабаритного морковуборочного комбайна / Л. Л. Максимов, О. П. Васильева, Я. Л. Зорина // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора А. А. Сорокина. – Рязань, 2021. – С. 106–111.
3. Максимов, Л. М. Полезные реализованные изобретения по устройствам для уборки корнеклубнеплодов: технические решения, расчет, конструкция / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов. – Ижевск: КнигоГрад, 2009. – 134 с. – ISBN 978-5-9631-0055-4.
4. Патент № 2195103 С2 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Модуль сепарирующий для преобразования картофелекопателя в корнеклубнеуборочный комбайн : № 2000131259/13 : заявл. 13.12.2000 : опубл. 27.12.2002 / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов [и др.].
5. Патент № 2332828 С1 Российская Федерация, МПК А01D 17/22. Картофелеуборочный комбайн, отделяющий клубни в восходящем потоке вороха : № 2006144343/11 : заявл. 12.12.2006 : опубл. 10.09.2008 / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов.
6. Патент № 2746694 С1 Российская Федерация, МПК А01D 17/00, А01D 25/04. Копатель-собиратель моркови : № 2019138628 : заявл. 28.11.2019 : опубл.

19.04.2021 / Л. Л. Максимов, И. А. Дерюшев, О. П. Васильева [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ижевская государственная сельскохозяйственная академия".

7. Патент № 2752098 С1 Российская Федерация, МПК А01D 17/10. Картофелеуборочный миникомбайн с саморазгружающимся тележным бункером : № 2020109443 : заявл. 03.03.2020 : опубл. 22.07.2021 / Л. Л. Максимов, Л. М. Максимов, Я. Л. Максимова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ижевская государственная сельскохозяйственная академия".

8. Патент на полезную модель № 219588 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/20. Сошник для внутривспашки разбросного посева : № 2023106832 : заявл. 22.03.2023 : опубл. 26.07.2023 / И. А. Дерюшев, Ю. Г. Корепанов, А. Г. Иванов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Удмуртский государственный аграрный университет".

9. Практико-ориентированная форма развития / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 4–5.

10. 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. – ISBN 978-5-6042207-6-4.

11. Результаты научно-технического творчества СКИБ на агроинженерном факультете / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 123–145.

12. Сеялка для полосового посева овощных культур / И. А. Дерюшев, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов [и др.] // Сельский механизатор. – 2023. – № 6. – С. 8–9.

13. Стратегическое направление инновационного развития сельскохозяйственной техники / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 224–231.

14. Теоретические исследования работы сифонного трубопровода / С. П. Игнатьев, Л. Л. Максимов, А. Л. Шкляев, Ф. Р. Арсланов // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т., Ижевск, 28 февраля – 05 марта 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 15–20.

15. Устройство для сортировки плодоовощного сырья / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Л. Л. Максимов, Е. А. Михеева // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 184–190.

16. Федотов, А. А. Миникомбайн с приводом от опорных колес / А. А. Федотов, К. О. Еговкин, К. Л. Шкляев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2022. – Т. 1 (14). – С. 2300–2303.

17. Шкляев, К. Л. Использование распределителей семян с различной кривизной пластины / К. Л. Шкляев, Г. Б. Соловьева, Л. Л. Максимов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 306–310.

18. Шкляев, К. Л. Комплекс машин для возделывания и уборки корнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Е. А. Михеева // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 311–316.

19. Этапы творческого развития команды СКИБ / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, И. А. Дерюшев [и др.] // 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 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 9–21.

УДК 678.5

**А. А. Мякишев, А. А. Давлетов,
Ф. М. Плешков Д. А. Мякишева**
Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ПЛАСТИКА ДЛЯ 3D-ПРИНТЕРА

Представлены результаты исследований по проектной работе для преобразования ПЭТ-пластика в пластик для 3D-принтера. На их основе выявлена оптимальная технология данного процесса.

Актуальность. На основании проектной работы [1–5] по изготовлению устройства, позволяющему использовать пластики бутылок в качестве пластика для 3D-принтера, были проведены исследования для получения оптимального технологического процесса преобразования ПЭТ-пластика с целью использования его в принтерах [6].

Цель работы – оптимизировать процесс переработки пластика.

Задачи. Определить необходимые параметры ленты пластика, температуру печки, скорость подачи пластика в печку, а также размеры получаемого из сопла прутка.

Материалы и методика. Наша группа провела различные исследования и эксперименты на 3D-модели данного устройства, чтобы оптимизировать данный способ утилизации пластиковых бутылок. Собранное устройство выглядит так (рис. 1).

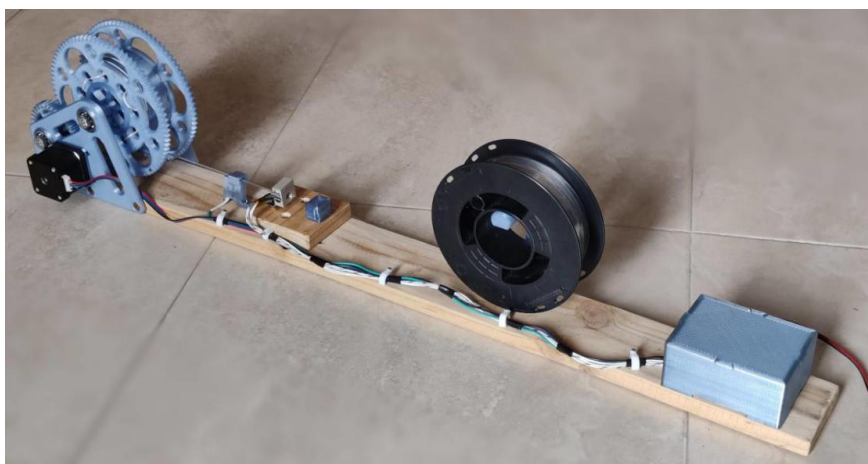


Рисунок 1 – Устройство переработки пластика

Процесс начинается с сортировки и мойки пластиковых бутылок, чтобы убедиться, что они не содержат опасных веществ и остатков содержимого [15]. Затем бутылки нарезаются с помощью так называемого «бутылкореза» (рис. 2) на ленты для удобства дальнейшего процесса переработки [3].



Рисунок 2 – Бутылкорез

Результаты исследования. Определяется ширина данной ленты, которая может варьироваться в пределах от 7 мм до 1 см,

что зависит от толщины стенки бутылки. Далее представлена таблица 1 с параметрами трёх различных бутылок на основе исследования [7, 8].

Таблица 1 – Зависимость толщины стенки бутылки от рекомендуемой ширины ленты

| Толщина стенки бутылки, мм | Рекомендуемая ширина ленты, мм |
|----------------------------|--------------------------------|
| 0,2 | 10 |
| 0,25 | 9 |
| 0,3 | 8 |
| 0,35 | 7 |

Дальнейший процесс включает в себя разогревание полученной ленты в нагревательном элементе при 220 °С и формовку в сопле. Это значение выявлено эмпирическим путём, так как температура плавления пластика составляет 250 °С, что для данного процесса не является оптимальной. При уменьшении температуры пластик приходится выдерживать в печи большее количество времени, а при значениях выше 220 °С происходит сильная деформация и почернение, т.е. он приходит в непригодность [9].

На выходе получается пруток диаметром около 1,7 см, что идеально подходит для использования его в качестве абс-пластика в 3D-принтерах. Дело в том, что сверло 3D-принтера имеет диаметр 1,75 см, что не позволяет использовать прутки диаметром больше диаметра сверла, а при уменьшении диаметра прутка приходится увеличивать поток. При значении диаметра прутка 1,7 см поток будет составлять 130 %, если определить 100 % потока при использовании значения в 1,75 см. Эти данные были получены эмпирическим методом [13, 14].

Поток прутка в данном случае также будет фиксированный и принимает значение в 20 см/мин. Данная скорость прутка обусловлена КПД печи и при низких значениях пластик будет дольше подвержен высокой температуре, что не скажется хорошо на качестве полученного продукта, а при высоких показателях он не будет оптимально сформирован в сопле, и процесс остановится из-за застревания [10–12].

Выводы. Таким образом, были получены оптимальные значения скорости потока, температуры печи для дальнейшего использования ПЭТ-пластика в 3D-принтерах.

Список литературы

1. Этапы производства пластиковых бутылок и крышек : сайт. – URL: <https://pack-resource.ru/articles/kryshki-pet> (дата обращения: 20.09.2023).
2. АБС-пластик : сайт. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/АБС-пластик> (дата обращения: 22.09.2023).
3. Бутылкорез пластиковых бутылок : сайт. – URL: <https://stylishbag.ru/22-foto/butylkorez-plastikovyh-butylok-chertezh.html> (дата обращения: 22.09.2023).
4. Petalot : сайт. – URL: <https://github.com/function3d/petalot/tree/master> (дата обращения: 23.09.2023).
5. Petalot Manual : сайт. – URL: https://function3d.xyz/en/faqs/?Display_FAQ=264 (дата обращения: 23.09.2023).
6. Мякишев, А. А. Специальная оценка условий труда: учебное пособие / А. А. Мякишев. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2015. – 108 с.
7. Мякишев, А. А. Улучшение условий труда путем повышения безопасности сельскохозяйственной техники / А. А. Мякишев // Молодые ученые в XXI веке: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, Ижевск, 16–17 ноября 2004 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2005. – Т. 2. – С. 229–231.
8. Мякишев, А. А. Оценка профессиональных рисков в сельскохозяйственном производстве / А. А. Мякишев, Я. А. Анисимова // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова, Ижевск, 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 146–151.
9. Методы оценки профессиональных рисков на сельскохозяйственных предприятиях / А. А. Мякишев, М. А. Чибышев, А. И. Шудегов, И. И. Иванов // Безопасность жизнедеятельности. – 2020. – № 6 (234). – С. 21–25.
10. Мякишев, А. А. Оценка условий труда на рабочих местах в сельскохозяйственных предприятиях / А. А. Мякишев, С. Н. Тюбина // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение: материалы Всерос. науч.-практ. конф. в 3 томах, Ижевск, 14–17 февраля 2012 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2012. – Т. 2. – С. 225–226.
11. Мякишев, А. А. Производственный травматизм в агропромышленном комплексе Удмуртской Республики / А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев, М. В. Павлова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 12–15 февраля 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 1. – С. 239–242.

12. Мякишев, А. А. Повышение эффективности мероприятий по охране труда на сельскохозяйственных предприятиях Удмуртской Республики / А. А. Мякишев // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Ижевск, 17–20 февраля 2015 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2015. – Т. II. – С. 174–176.

13. Мякишев, А. А. Оценка условий труда: учебное пособие для студентов, изучающих курс «Безопасность жизнедеятельности», и слушателей курсов повышения квалификации / А. А. Мякишев. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2022. – 96 с.

14. Совершенствование методов оценки профессиональных рисков на предприятиях агропромышленного комплекса / А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев, З. М. Хаертдинова [и др.] // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т., Ижевск, 28 февраля – 05 марта 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 33–37.

15. Мякишев, А. А. Экспертиза условий труда и аттестация персонала: учебное пособие для студентов, изучающих КРС (модуль) «Экспертиза условий труда и аттестация персонала», «Безопасность жизнедеятельности», «Охрана труда» / А. А. Мякишев. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – 132 с.

УДК 331.453:621.31

А. А. Мякишев, С. А. Данилов
Удмуртский ГАУ

СНИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

В работе производится сравнительный анализ причин электротравматизма при эксплуатации электроустановок и мер по предотвращению электротравматизма в электросетевых хозяйствах.

Актуальность. Проблема электротравматизма при эксплуатации электроустановок во многих электросетевых хозяйствах сейчас актуальна. Основная причина возникновения подобного рода травм – пренебрежение персонала и руководства правилами эксплуатации электроустановок и охраны труда, ошибочные и несогласованные действия персонала, отсутствие должного надзора за действующими электроустановками, неприменение средств индивидуальной защиты и низкая трудовая дисциплина. Послед-

ствия несчастных случаев в электроустановках несут тяжкий вред здоровью рабочего и обслуживающего персонала, потому предприятие электросетевого хозяйства должно обеспечивать должное обеспечение электробезопасности рабочего и обслуживающего персонала электроустановок.

Электротравма – поражение электрическим током, а также патологические изменения в тканях (внешних покровах, внутренних органах, нервной системе) и психике, которые вызываются в организме под влиянием электрического тока. Повреждения зависят от непосредственного прохождения электрического тока через организм и от той энергии, в которую ток преобразуется (тепло, свет, звук) при разряде в непосредственной близости от человека [6]. Общие и местные явления, вызываемые воздействием тока на организм, могут варьироваться от незначительных болевых ощущений, при отсутствии органических и функциональных изменений со стороны органов и тканей, до тяжелых ожогов с обугливанием и сгоранием отдельных частей тела, потерей сознания, остановки дыхания и сердца и смерти. Поражение электрическим током может произойти как от отдельных частей электроустановок, неизолированных, с повреждением или влажной изоляцией, так и через посторонние предметы, случайно оказавшиеся в соприкосновении с ними. Токи высокого напряжения могут поражать разрядом через воздух на расстоянии или через землю, например, при падении на нее провода высоковольтной сети. Наиболее опасным считается переменный ток частотой в 50 Гц, силой начиная с 0,1 А или 100 мА и напряжением свыше 250 В.

Цель работы. Анализ возможных причин электротравматизма при эксплуатации электроустановок, проработка мер по снижению электротравматизма. Для проведения анализа использовались отчеты электросетевых хозяйств по несчастным случаям при эксплуатации электроустановок.

Задачи:

1. Выяснить основные причины возникновения электротравматизма при эксплуатации.
2. Провести анализ причин возникновения электротравматизма и статистику несчастных случаев.
3. Определить необходимые меры по снижению электротравматизма.

Материалы и методы. Для предотвращения несчастных случаев в электросетевых предприятиях необходимо предприни-

мать меры по снижению электротравматизма. К основным мерам по снижению электротравматизма относят следующие:

1. Обучение и подготовка персонала: регулярное обучение и тренировки сотрудников по требованиям безопасности при работе с электроустановками, включая правила эксплуатации, процедуры обслуживания и ремонта, меры предотвращения аварий и другие аспекты работы с электричеством. Обучение также должно включать знание первой помощи при электротравме [1–5, 7, 8–11].

2. Использование средств индивидуальной защиты, в том числе специальной электрозащитной одежды, такой, как диэлектрические перчатки и боты, защитные каски с противодуговым щитком для лица, изолированные штанги для переключения выключателей в распределительных устройствах и другие.

3. Регулярное тестирование и обслуживание электроустановок для выявления и исправления возможных дефектов или неисправностей, которые могут представлять опасность. Работы по обслуживанию должны проводиться только квалифицированными специалистами.

4. Разработка и соблюдение строгих процедур безопасности при работе с электроустановками, включая правила приостановки работы в случае обнаружения опасности, соблюдение правил при монтаже и демонтаже оборудования, проведение проверок перед началом работы [4–6, 8–11].

5. Изучение и анализ предыдущих случаев электротравматизма для идентификации уязвимых областей и разработки мер безопасности [4–6, 8–11].

Наибольшее число травм происходит на электроустановках до 1000 В. Это объясняется тем, что данные установки широко используются в электросетевых хозяйствах. Главная причина – пренебрежение правилами эксплуатации и охраны труда вследствие низкого уровня напряжения и недобросовестного исполнения должностных обязанностей. Для обеспечения электробезопасности в электросетевом хозяйстве применяется комплекс организационных и технических мероприятий. К организационным мероприятиям для обеспечения электробезопасности рабочего персонала предприятия относятся: оформление наряда-допуска, распоряжения или перечня работ, выполняемых персоналом; выдача разрешения на подготовку рабочего места; допуск к работе; надзор во время выполнения рабочих обязанностей; оформление перерыва в работе, перево-

да на другое место, окончания работы. В некоторых электросетевых хозяйствах предполагаются регулярные проверки знаний рабочего персонала по правилам охраны труда и эксплуатации электроустановок, установлена система оперативной оценки риска, которая снижает риск получения травмы или вероятности возникновения несчастного случая [1–2, 4, 6, 8–11].

Результаты исследования. В ходе анализа статистики по произошедшим несчастным случаям в электроустановках по информации подконтрольных органов Ростехнадзора удалось выяснить, что за отчетный период 2023 г. произошло 9 (девять) несчастных случаев со смертельным исходом, что в 1,5 (полтора) раза больше по сравнению с отчетным периодом 2022 г. (рис. 1).

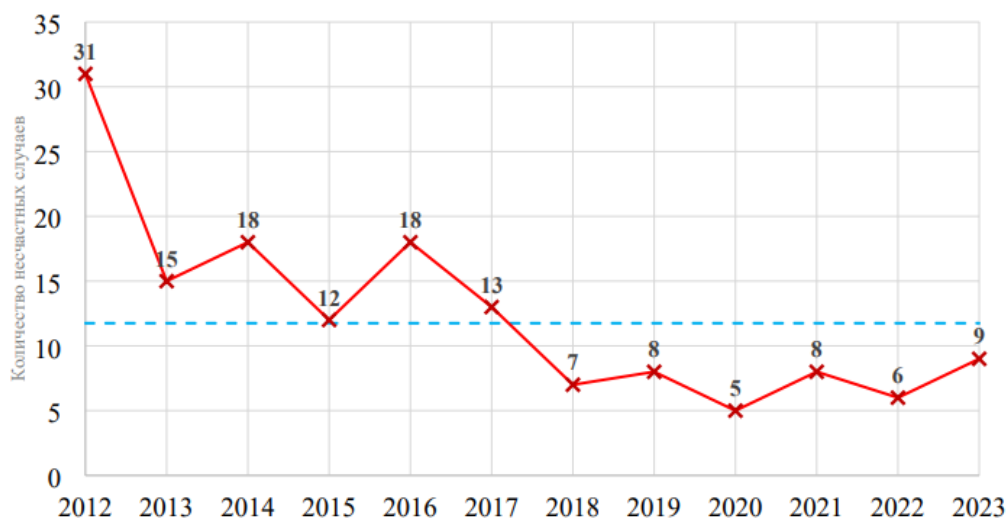


Рисунок 1 – Статистика травматизма со смертельным исходом за отчетный период

По сравнению с предыдущими годами статистика смертности при получении электротравмы снижается с каждым годом благодаря введению в электросетевые хозяйства системы оценки рисков при производстве работ, регулярной проверке правил по эксплуатации электроустановок и правил охраны труда, усилению контроля соответствующих государственных органов [2, 4–6, 8–11].

Выводы. Проведя анализ причин возникновения электротравматизма и мер по его предотвращению, выяснили, что руководству электросетевых хозяйств и ответственным за проведение работ в электроустановках необходимо усилить контроль исполнения правил по охране труда и эксплуатации, регулярно проводить проверки рабочего персонала на знание правил по охране труда, назначить ответственных за надзор во время выполнения работ,

рабочему персоналу в обязательном порядке должны выдаваться средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ), а также должны проводиться проверки СИЗ и СКЗ на пригодность к использованию.

Список литературы

1. Экспертиза условий труда и аттестация персонала: учебное пособие для студентов, изучающих КРС (модуль) «Экспертиза условий труда и аттестация персонала», «Безопасность жизнедеятельности», «Охрана труда» / А. А. Мякишев. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – 132 с.

2. Мякишев, А. А. Совершенствования методов оценки профессиональных рисков на предприятиях агропромышленного комплекса / А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев [и др.] // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 33–37.

3. Сажин, В. А. Измерение уровня вибрации двигателя на малой сельскохозяйственной технике / В. А. Сажин, А. Г. Иванов, А. А. Мякишев // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: материалы Нац. науч.-практ. конф. с международным участием. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2022. – С. 345–348.

4. Мякишев, А. Повышение эффективности оценки уровней профессиональных рисков в сельскохозяйственном производстве / А. А. Мякишев, З. М. Хаертдинова, Д. А. Мякишева // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова. – Ижевск, 2022. – С. 55–59.

5. Хаертдинова, З. М. Правовые основы управления профессиональными рисками / З. М. Хаертдинова, А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова. – Ижевск, 2022. – С. 68–73.

6. Оценка условий труда: учебное пособие для студентов, изучающих курс «Безопасность жизнедеятельности», и слушателей курсов повышения квалификации / А. А. Мякишев. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – 108 с.

7. Влияние износа рабочих органов на эффективность работы дробилки зерна / В. И. Ширококов [и др.] // Сельский механизатор. – 2022. – № 3. – С. 28–29.

8. Мякишев, А. А. Методы оценки профессиональных рисков на сельскохозяйственных предприятиях / А. А. Мякишев, М. А. Чибышев, А. И. Шудегов, И. И. Иванов // Безопасность жизнедеятельности, 2020. – № 6 (234). – С. 21–25.

9. Мякишев, А. А. Производственный травматизм в агропромышленном комплексе Удмуртской Республики / А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев, М. В. Павлова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 2019. – С. 239–242.

10. Мякишев, А. А. Повышение безопасности труда водителей автомобилей / А. А. Мякишев, З. М. Хаертдинова // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 343–346.

11. Мякишев, А. А. Оценка условий труда на рабочих местах в сельскохозяйственных предприятиях / А. А. Мякишев, С. Н. Тюбина // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение: материалы Всерос. науч.-практ. конф.: в 3 томах. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2012. – С. 225–226.

УДК 631.158:658.346.1

А. А. Мякишев, Д. А. Мякишева
Удмуртский ГАУ

КАЧЕСТВЕННОЕ УЛУЧШЕНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ПРИ МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Управление профессиональными рисками – это процедуры, проводя которые можно определить, оценить, уменьшить воздействие профессиональных рисков на работников, выполняющих работу в животноводстве. В работе исследованы методы оценки профессиональных рисков, применяемые на практике, даны рекомендации по управлению профессиональными рисками при механизации животноводства.

Актуальность. Рискоориентированному подходу в последнее время уделяется большое внимание на всех уровнях государственного управления, а также на уровне предприятий и организаций. Это явление обусловлено признанием риск-менеджмента и качестве эффективного инструмента управления ресурсами при достижении целей управления [1, 2, 4].

Особенностью применения рискоориентированного подхода к оцениванию уровня производственной безопасности в животноводческих комплексах является необходимость получения объективной количественной информации для непосредственного при-

нения решений, связанных с предупреждением травматизма и заболеваемости работников животноводства [7, 14]. Указанная особенность оперативного применения результатов оценки рисков в местах выявления опасностей обуславливает и особые требования к таким методам [3, 5, 6].

Материалы и методика. В общепринятой терминологии «оценка риска» представляет собой процесс, объединяющий идентификацию, анализ и сравнительную оценку риска. Особенность применения методологии риск-менеджмента в сфере безопасности производства в том, что вместо «идентификации риска» рассматривают этап «идентификации опасностей». Идентификация опасности – первый этап оценки риска, включающий осознание наличия опасности, признание факта ее существования, описание ее характеристик. При этом уже на этапе идентификации опасности следует учитывать, что в целях риск-менеджмента сама по себе идентификация опасности является только поставщиком части информации для оценки риска, а конечной целью оценки риска является не получение некоторой величины возможного ущерба, а принятие управленческого решения [8, 12, 13]. Имея в виду конечное предназначение результата оценки риска – принятие управленческого решения. Идентификацию опасности следует организовать таким образом, чтобы результат идентификации был непосредственно связан с возможными защитными мерами, которые можно было бы применить для уменьшения риска [10, 11].

Идентификация опасности в общем случае включает два этапа:

- выявление опасности – представляет собой установление ее наличия в месте проведения работ и возможного воздействия на работника вредного или опасного фактора;
- описание опасности – включает определение и раскрытие признаков опасности (описание характеристик источника опасности, условий активации опасности, возможных последствий проявления опасности).

На практике применяются прямые и косвенные методы выявления опасности. Прямой метод выявления опасности предполагает непосредственное наблюдение за технологическим процессом, производственной средой, рабочим местом, работой подрядных организаций, внешними факторами или изучение технологической документации, содержащей прямое указание на наличие опасностей.

При использовании прямого метода эксперт после полного изучения технологического процесса дает заключение, в котором

содержится информация о выявленных опасностях, включающая, как правило, и описание опасности.

Поскольку на первом этапе опасности были идентифицированы, то может быть реализована возможность дополнительного уменьшения рисков за счет применения дополнительных защитных мер или замены нормативных защитных мер на более результативные. При этом следует учесть, что замена даже заведомо нерезультативных или даже опасных нормативных защитных мер, содержащихся в нормативных правовых актах, на собственные, более адекватные, может содержать в себе нормативные риски, более существенные, чем риски для жизни и здоровья работника [9].

Результаты исследований. В рамках предлагаемого подхода анализируется не сам объект, содержащий опасность, а нормативная защитная мера, установленная нормативным актом или документом. А уже в результате такого анализа выявляется опасность, для защиты от которой данная мера введена.

Предлагаемый метод для оценки уровней профессиональных рисков в животноводческих комплексах подходит больше, чем прямой метод идентификации опасностей, поскольку:

- количество выявленных опасностей не выходит за рамки перечня опасностей, которые косвенно отражены в нормативных требованиях безопасности, относящихся к животноводству;

- от обычного работника не потребуется знание и понимание риск-ориентированного подхода к обоснованию безопасности, применяемому при проектировании современного оборудования и технологий в животноводстве;

- от работника не требуется умение выявлять новые опасности, для которых необходимо будет установить защитные меры;

- в целях управления рисками, связанными с выявленными таким образом опасностями, не требуется выработка защитных мер, поскольку они уже установлены нормативным актом.

Тем не менее, эксперту понадобится умение описать опасность на основе формулировки данной опасности в требованиях безопасности. Например, требование «ограждения рабочего места» может быть связано с идентифицированной опасностью «падения с высоты», а требование «заземления электроустановки» – с опасностью «поражения электрическим током». Таким образом, при применении косвенного метода выявления опасностей задача эксперта заключается в идентификации опасности, от которой

в нормативном акте или нормативном документе уже установлена и сформулирована защитная мера.

Вывод. В целях улучшения состояния охраны и условий труда на предприятиях агропромышленного комплекса работа по оценке профессиональных рисков должна стать систематической, что позволит предупредить возникновение случаев травматизма и заболеваемости работников. И для наибольшей эффективности мероприятия рекомендуется использовать не какой-либо один метод, а совокупность разработанных и предлагаемых методов оценки профессиональных рисков. Это позволит качественно улучшить оценку профессиональных рисков на животноводческих комплексах.

Список литературы

1. Экспертиза условий труда и аттестация персонала: учебное пособие для студентов, изучающих КРС (модуль) «Экспертиза условий труда и аттестация персонала», «Безопасность жизнедеятельности», «Охрана труда» / А. А. Мякишев. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – 132 с.

2. Мякишев, А. А. Совершенствования методов оценки профессиональных рисков на предприятиях агропромышленного комплекса / А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев [и др.] // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 33–37.

3. Сажин, В. А. Измерение уровня вибрации двигателя на малой сельскохозяйственной технике / В. А. Сажин, А. Г. Иванов, А. А. Мякишев // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: материалы Нац. науч.-практ. конф. с международным участием. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2022. – С. 345–348.

4. Мякишев, А. А. Повышение эффективности оценки уровней профессиональных рисков в сельскохозяйственном производстве / А. А. Мякишев, З. М. Хаертдинова, Д. А. Мякишева // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова. – Ижевск, 2022. – С. 55–59.

5. Хаертдинова, З. М. Правовые основы управления профессиональными рисками / З. М. Хаертдинова, А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф. посвященной памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова. – Ижевск, 2022. – С. 68–73.

6. Оценка условий труда: учебное пособие для студентов, изучающих курс «Безопасность жизнедеятельности», и слушателей курсов повышения квалификации / А. А. Мякишев. – Ижевск: УдГАУ. 2022. – 108 с.
7. Влияние износа рабочих органов на эффективность работы дробилки зерна / В. И. Ширококов [и др.] // Сельский механизатор. – 2022. – № 3. – С. 28–29.
8. Патент на изобретение № 2195103 С2 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Модуль сепарирующий для преобразования картофелекопателя в корнеклубный комбайн : № 2000131259/13: заявл. 13.12.2000: опубл. 27.12.2002 / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов, А. А. Неустроев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». – EDN URRRQK.
9. Мякишев, А. А. Производственный травматизм в агропромышленном комплексе Удмуртской Республики / А. А. Мякишев, С. П. Игнатьев, М. В. Павлова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 2019. – С. 239–242.
10. Мякишев, А. А. Повышение безопасности труда водителей автомобилей / А. А. Мякишев, З. М. Хаертдинова // 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, 2021. – С. 343–346.
11. Мякишев, А. А. Оценка условий труда на рабочих местах в сельскохозяйственных предприятиях / А. А. Мякишев, С. Н. Тюбина // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение: материалы Всерос. науч.-практ. конф. в 3 томах. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2012. – С. 225–226.
12. Предварительные исследования вибродозатора сухих рассыпных кормов / В. И. Ширококов, О. С. Федоров, А. А. Мякишев, В. А. Петров // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 68–72.
13. Результаты предварительных исследований вибрационного отделителя примесей для дробилок зерна / В. И. Ширококов, В. А. Баженов, А. А. Мякишев, А. Г. Бастригов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3 (44). – С. 61–68.
14. Шамсутдинов, Р. Ф. Интегрированная концепция биопредметного функционализма системы управления материальными оборотными средствами на птицефабриках / Р. Ф. Шамсутдинов, Н. А. Алексеева, А. А. Мякишев // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 5-2 (44). – С. 181–185.

**А. А. Мякишев, В. А. Токарева,
Е. Н. Ямшинина, Д. А. Мякишева**
Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ОСВЕЩЕННОСТИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ РАБОТНИКОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Представлено исследование уровня освещенности на рабочих местах работников животноводства. Рассматривается важность качественного освещения для здоровья работников, производительности и безопасности на рабочем месте. Описывается метод измерения уровня освещенности, а также анализируются результаты исследования. Сделан вывод о необходимости контроля и обеспечения оптимального уровня освещенности на рабочих местах в животноводстве для повышения производительности, снижения риска получения травм и заболеваний, связанных с неправильным освещением. Также представлено сравнение ламп ДРЛ со светодиодными.

Актуальность. В современном мире, где конкуренция на рынке продуктов животноводства постоянно растет, обеспечение оптимальных условий содержания животных становится ключевым фактором успеха. Уровень освещенности на рабочих местах является одним из важнейших параметров, влияющих на эффективность производства и качество продукции. Неправильная или недостаточная освещенность может привести к снижению продуктивности животных, увеличению заболеваемости и даже гибели, поэтому изучение уровня освещенности на рабочих местах работников животноводства является актуальной задачей, решение которой позволит оптимизировать условия работы и повысить производительность предприятий.

Результаты данного исследования могут быть использованы для разработки рекомендаций по улучшению освещения на рабочих местах, что положительно скажется на здоровье животных, качестве продукции и экономической эффективности производства.

Целью работы является изучение уровня освещенности на рабочих местах работников животноводства, выявить возможные проблемы и предложить рекомендации по улучшению освещения для повышения производительности труда, снижения риска получения производственных травм и улучшения условий работы.

Задачи исследований: оценка уровня освещенности на рабочих местах животноводов и его влияние на производительность,

и здоровье работников, исследование влияния различных источников света на уровень освещенности и их энергоэффективность, разработка рекомендаций по улучшению системы освещения на рабочих местах в животноводстве с учетом экономических и экологических аспектов.

Материалы и методы. Для оценки качества комбинированного освещения животноводческого помещения на предприятии ООО «Балезинская СИС» были проведены светотехнические измерения уровня освещенности с помощью люксметра [2, 3, 6]. Опыты проводились в течение дня (утром, днём и вечером), в таблицу взяты средние показания за день.



Рисунок 1 – Плюсметр-люксметр

Результаты исследования. Были проведены измерения освещенности в родильном отделении и в рабочем пространстве оператора машинного доения, результаты которых указаны в таблице 1 (рис. 2, 3).

Таблица 1 – Опытные данные

| Место | Показания в помещении | Норма для КРС | Норма для человека | Время пребывания на рабочем месте |
|-------------------------|-----------------------|---------------|--------------------|-----------------------------------|
| Родильное отделение | 211 лк | 200 лк | 150 лк | 40 % |
| Рабочая зона (доильная) | 211 лк | 200 лк | 200 лк | 60 % |

По данным СанПиН, в коровнике освещенность должна составлять не менее 50 люкс (далее лк) [7]. При плавном увеличении с 50 до 200 лк улучшаются удои на 8–15 %, что экономически выгодно.

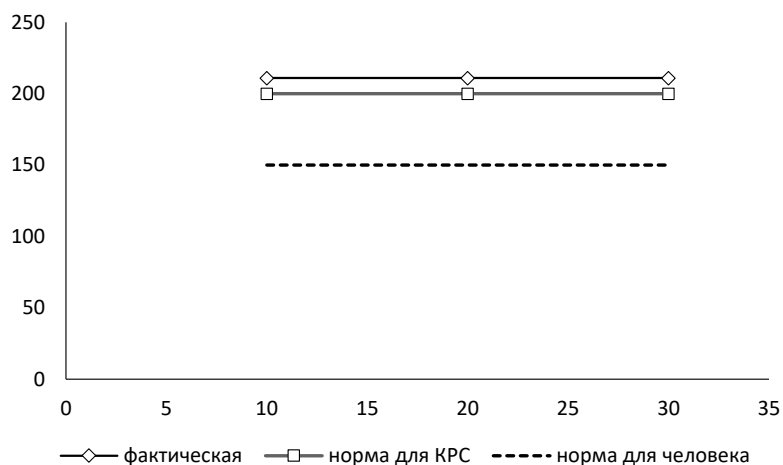


Рисунок 2 – График освещенности в родильном зале

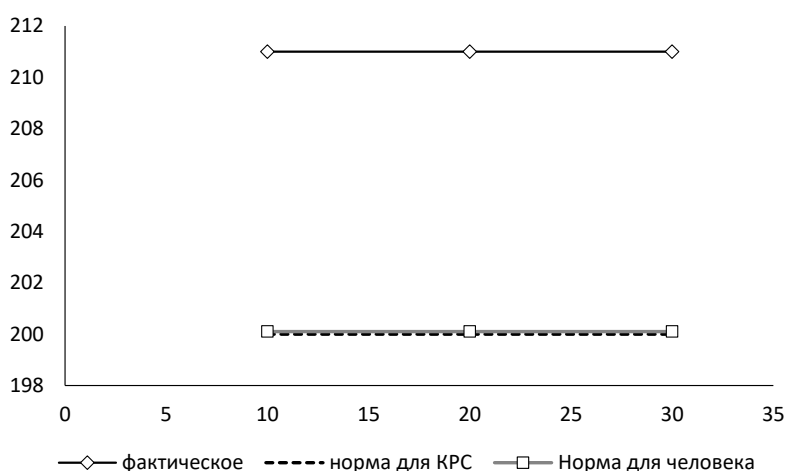


Рисунок 3 – График освещенности в доильном зале

Во время доения коровы уровень освещённости на уровне вымени должен соответствовать – 150 лк.

По полученным данным видно, что уровень освещённости поддерживается в норме [1].

В коровниках установлены газоразрядные лампы, но для повышения экономии и условий персонала можно предложить следующие варианты:

1. Использование светодиодных ламп.
2. Установить умные лампы с системой циркадных ритмов [4, 5].

Светодиодные лампы имеют ряд преимуществ по сравнению с газоразрядными лампами (ДРЛ). Давайте рассмотрим некоторые из них:

1. Экономичность. Для поддержания стабильного тлеющего разряда требуется много энергозатрат. Например, номинальная мощность лампы ДРЛ, со световым потоком в 12 000 Лм составит

250 Вт, а активная потребляемая – 280 Вт. Переход на светодиодные лампы позволит снизить расход электроэнергии в 2–3 раза.

Не стоит забывать о том, что лампы ДРЛ требуются утилизировать, что также влечет за собой убытки.

2. Экологичность. ДРЛ лампы – газоразрядные, то есть свет генерируется в газовой среде. Согласно Федеральному закону «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ, утилизацией ртутьсодержащих отходов могут заниматься только организации, имеющие государственную лицензию, а сама процедура осуществляется за счет поставщиков РСО.

LED-чипы светодиодных ламп абсолютно безопасны как для человека, так и для окружающей среды. Они не требуют специальных мер утилизации.

3. Хорошая цветопередача.

Оптические свойства ламп ДРЛ очень маленькие, индекс цветопередачи (Ra) не превышает 60 единиц. Именно поэтому их используют в ограниченных сферах: освещение улиц, придомовых территорий, строительные площадки, цеха и складские помещения.

Светодиодные лампы имеют наивысшую степень цветопередачи 1А (Ra>90). Комбинации люминофора и LED-кристаллов различных цветов позволяет добиться белого свечения, что невозможно сделать с ДРЛ.

4. Отсутствие пульсации.

Согласно СП 52.13330.2011, максимальное значение коэффициента пульсации не должно превышать 20 %,

Для ламп ДРЛ нормой являются 25–40 %. Хотя человеческий глаз практически не различает высокочастотное мерцание света, оно все равно оказывает негативное влияние на здоровье, вызывая головную боль, чувство усталости, способствуя снижению концентрации внимания. Кроме того, пульсация способна вызвать стробоскопический эффект, который является одной из наиболее частых причин производственных травм.

Качественные светодиодные лампы комплектуются стабилизирующим драйвером, благодаря чему коэффициент пульсации оказывается меньше 1 %. Они полностью отвечают требованиям СП 52.13330.2011 и могут с равным успехом использоваться для освещения помещений, в которых проводятся высокоточные работы, на промышленных объектах и даже в учебных и дошкольных учреждениях.

Использование светодиодных ламп намного более экологично, безопасно и экономически выгодно по сравнению с лампами ДРЛ.

Выводы. В результате исследования было выявлено, что уровень освещенности на рабочих местах в ООО «Балезинская СИС» соответствует нормам СанПиН. Предложены методы энергосбережения.

Список литературы

1. Мякишев, А. А. Экспертиза условий труда и аттестация персонала: учебное пособие для студентов, изучающих КРС (модуль) «Экспертиза условий труда и аттестация персонала», «Безопасность жизнедеятельности», «Охрана труда» / А. А. Мякишев. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – 132 с.

2. Мякишев, А. А. Оценка условий труда : учебное пособие для студентов, изучающих курс «Безопасность жизнедеятельности», и слушателей курсов повышения квалификации / А. А. Мякишев. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2022. – 96 с.

3. Рожин, В. М. Исследование производственного освещения и создание безопасных и комфортных условий труда / В. М. Рожин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – Т. 2 (13). – С. 1437–1441.

4. Совершенствование методов оценки профессиональных рисков на предприятиях агропромышленного комплекса / А. А. Мякишев, С. П. Игнатьев, З. М. Хаертдинова [и др.] // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т., Ижевск, 28 февраля – 05 марта 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 33–37.

5. Мякишев, А. А. Повышение эффективности оценки уровней профессиональных рисков в сельскохозяйственном производстве / А. А. Мякишев, З. М. Хаертдинова, Д. А. Мякишева // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова, Ижевск, 14–15 декабря 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 55–59.

6. Хаертдинова, З. М. Правовые основы управления профессиональными рисками / З. М. Хаертдинова, А. А. Мякишев, С. П. Игнатьев // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова, Ижевск, 14–15 декабря 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 68–73.

7. Постановление главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. n 2.

А. А. Мякишев, Ю. О. Шубина

Удмуртский ГАУ

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОГО ИГЛОУКАЛЫВАНИЯ ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ СОТРУДНИКОВ

В данной работе представлены мероприятия по внедрению электрифицированного иглоукалывания на производстве. Описана работа прибора и его схема, а также его воздействие на лечебные точки.

Актуальность. Организм человека вырабатывает небольшое количество электричества. Любое заболевание выражается сбоями внутренней «электросети». Но на её работу можно повлиять направленным электромагнитным сигналом, главное правильно подобрать ток. Именно на этом и основано действие электротерапии.

Целью работы является уменьшить показатели профессиональных заболеваний. На основании цели были выявлены **задачи**:

1. Выявить частые заболевания и методы борьбы с ними.
2. Выяснить, какие точки отвечают за болезненный орган.

Материалы и методы. При любой работе начинают болеть те или иные мышцы, если ничего с этим не делать, то проблемы могут усугубиться. Сотрудники будут чаще болеть и это может сильно сказаться на показателях работоспособности. Разберем пример с сидячей работой. При сидячем образе жизни человек находится в одном положении более двух часов в день при однообразной рабочей деятельности – это может привести к заболеваниям [1–4, 7, 8].

Из наиболее распространённых заболеваний можно выявить:

- Геморрой.
- Цервикалгия. Проблемы с шейным отделом позвоночника и грудным отделом позвоночника, межпозвонковые грыжи.
- Заболевания кишечника и органов желудочно-кишечного тракта, дисфагия, а также онкологические заболевания кишечника.
- Варикозная болезнь вен нижних конечностей.
- Метаболический синдром, в первую очередь выражающийся избыточной массой тела и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

- Хроническая обструктивная болезнь лёгких.
- Бессонница, тревожные расстройств [5].

На теле человека существует множество точек, отвечающих за определенные органы. И на смену обычного иглоукалывания уже как 50 лет пришло электрифицированное иглоукалывание.

Впервые мой дедушка сделал такой прибор, когда в России появилось первое упоминание, что иглоукалывание электрифицировано. То есть вместо игл для лечения применяли источник питания в виде импульсной формы. (Импульсы от 1–10 Гц играют роль золотой иглы, т.е. возбуждающий момент, а импульсы от 0,1–1 Гц – серебряную – тормозной). Он начал собирать информацию, на какие точки тела надо воздействовать прибором, чтобы устранить боль и в то же время делал прибор по воздействию током на биоактивные точки.

Сам прибор питается от батарейки 9В. Схема прибора имеет две позиции – «поиск» и «работа». Два провода прибора оканчиваются: один полукруглым электродом, для удобства его удержания, он вмонтирован в пишущую ручку (без стержня), а другой в виде нескольких витков из посеребренной медной проволоки шириной примерно в ладонь. Проволочный электрод берут в руки, а вторым электродом ищут биоточку. Воздействие производится прямоугольными импульсами. В прибор можно устанавливать миллиамперметр, например, М4222 на 1,0 мА, в цепь работы при поиске точки воздействия или при «работе». Если точки симметричные, то оба электрода устанавливаются на эти точки (рис. 1).

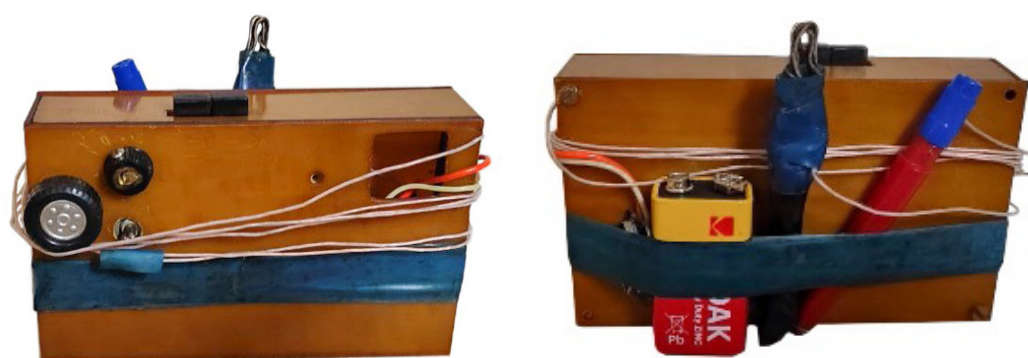


Рисунок 1 – Прибор электрифицированного иглоукалывания

Сам прибор имеет два кнопочных переключателя (КП), один галетный, ручку сопротивлений выходного (рабочего) сигнала и ручку регулировки при поиске точки воздействия. Если правый КП нажат (утоплен к основанию), прибор выключен. Если он от-

жат – прибор подключается к батарее. И если левый КП отжат – прибором можно делать поиск больной точки по яркости свечения лампочки (больная точка имеет небольшое сопротивление). А если левый КП нажат – идёт работа биоточки. Галетным переключателем устанавливается режим воздействия – возбуждающим (как бы заменяет золотую иглу) или тормозящим воздействием (серебряная игла) (рис. 1).

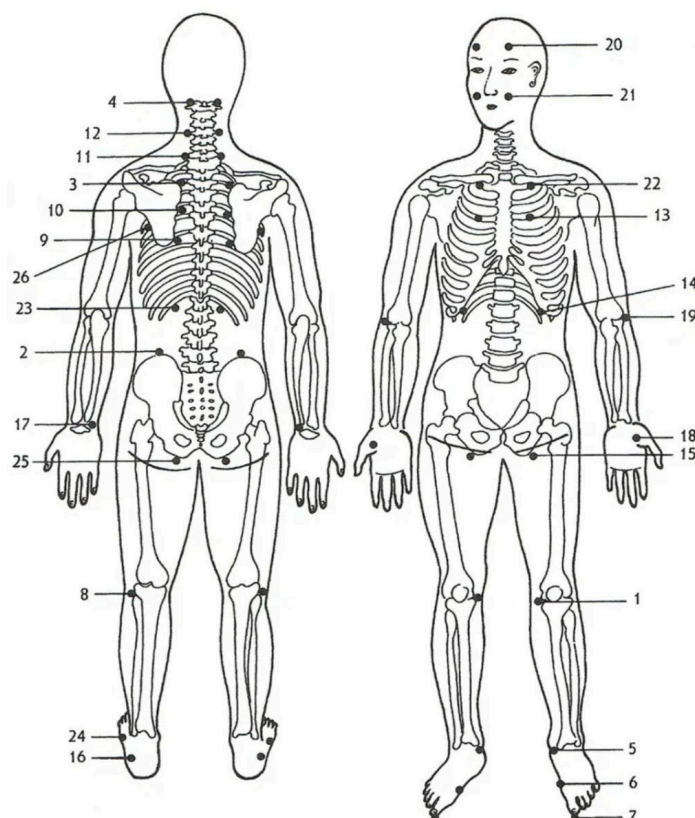


Рисунок 2 – Биоточки на теле человека

Так, например, за заболевания, связанные с шейным отделом позвоночника, отвечают т. 11, 12, 13, 16 (рис. 2). Это активные одновременно симметричные точки, большая эффективность достигается путем наложения параллельно друг другу рук. С помощью целительных точек за 1–2 недели можно избавиться от хронических заболеваний [6].

Сейчас существует множество современных устройств, одни из них имеют электроды в виде «липучек». Последние накрывают несколько биоточек и, по-моему, эффективность лечения снижается из-за воздействия на несколько точек.

Результаты исследований. В детстве я получала травму шейного позвонка, из-за чего были сильные боли в голове, из-за

сидячей работы это обострилось еще сильнее. Во время опыта за неделю лечения у меня пропали все симптомы и улучшилось здоровье.

Выводы. При внедрении электрифицированного иглокалывания будет снижаться уровень профессиональных заболеваний. При использовании не ощущаются болезненных ощущений, так как сила напряжения подбирается индивидуально. При профилактике использования снижается риск возникновения развития всяческих заболеваний.

Список литературы

1. Болезни сидячего образа жизни: сайт. – Москва, 2022 – Обновление в течении суток. – URL: <https://semeynaya.ru/stati/page/62-poleznoe/11460-sidyachie-zabolevaniya> (дата обращения 19.10.2023).
2. Совершенствование методов оценки профессиональных рисков на предприятиях агропромышленного комплекса / С. П. Игнатъев, З. М. Хаертдинова, Д. А. Мякишева, Е. Н. Соболева // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т. – Ижевск, 2023. – С. 33–37.
3. Мякишев, А. А. Повышение эффективности оценки уровней профессиональных рисков в сельскохозяйственном производстве / А. А. Мякишев, З. М. Хаертдинова, Д. А. Мякишева // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова. – Ижевск, 2022. – С. 55–59.
4. Оценка условий труда: учебное пособие для студентов, изучающих курс «Безопасность жизнедеятельности», и слушателей курсов повышения квалификации / А. А. Мякишев. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – 108 с.
5. Сажин, В. А. Измерение уровня вибрации двигателя на малой сельскохозяйственной технике / В. А. Сажин, А. Г. Иванов, А. А. Мякишев // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: материалы Нац. науч.-практ. конф. с международным участием. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2022. – С. 345–348.
6. Точки Акупунктуры на теле человека. – Обновление в течении месяца. – URL: <https://lavali.ru/tocki-akupunktury-na-tele-celoveka-atlas-foto-kak-delat-tocescnyj-massaz/> (дата обращения 19.10.2023).
7. Хаертдинова, З. М. Правовые основы управления профессиональными рисками / З. М. Хаертдинова, А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац.

науч.-практ. конф. посвященной памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова. – Ижевск, 2022. – С. 68–73.

8. Экспертиза условий труда и аттестация персонала: учебное пособие для студентов, изучающих КРС (модуль) «Экспертиза условий труда и аттестация персонала», «Безопасность жизнедеятельности», «Охрана труда» / А. А. Мякишев. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – 132 с.

УДК 631.362.3: 635.21

В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов, И. И. Хузяхметов
Удмуртский ГАУ

ГРОХОТ С ПРИВОДОМ РЕШЕТ С ДВУМЯ КУЛИСАМИ

Проведен обзор существующих видов картофелесортировок, представлен путь их совершенствования. Одной из перспективных является машина для сортирования грохотного типа благодаря низкой энергоёмкости процесса, интенсификации процессов калибрования и самоочистки рабочего полотна. Показан метод кинематического анализа грохота с двукулисным механизмом привода решет.

Актуальность. Производство картофеля является трудоемким процессом, причем значительную долю в общей трудоемкости составляют операции подготовки картофеля к хранению [2, 4, 8, 14, 20]. Основой картофелесортировальных пунктов является сортирующее устройство, которое разделяет клубни картофеля на фракции по размерам. Разработка эффективных методик проектирования и расчета таких машин с возможностью их внедрения в производство – актуальная задача в агропромышленном комплексе [8, 19, 20]. В работе рассматривается перспективное сортирующее устройство грохотного типа, входящее в состав механизированного комплекса для послеуборочной обработки и хранения картофеля [14, 15, 18].

Цель: изучить кинематику механизма привода грохота с изменяемым законом движения решет.

Задачи: рассмотреть виды устройств для калибрования картофеля, выявить пути совершенствования грохотных калибрующих машин, рассмотреть кинематику привода грохотов с двукулисным механизмом.

Материалы и методика. В исследованиях использовались методы критического анализа и сравнительной оценки объектов, методы теоретической механики и теории механизмов и машин.

Результаты исследований. Многолетние исследования ученых инженерного факультета по поиску рациональных рабочих органов картофелесортирующих машин показали, что каждый тип рабочих органов отличается своими уникальными свойствами. Транспортерные рабочие органы имеют малую интенсивность ударного взаимодействия, высокую производительность, однако обладают сравнительно низкой точностью калибрования клубней на фракции по размерам [4, 12]. Барабанные и центробежные рабочие органы имеют недостаточную производительность [7, 10, 11, 13, 18] при высоких остальных показателях. Роликовые рабочие органы показывают высокую повреждаемость клубней в ворохе, что приводит к потерям урожая при хранении [2, 8]. Наиболее рациональными являются дисковые и грохотные рабочие органы [5, 6, 9, 17]. В любом случае добиться технического и экономического совершенства машин можно за счет выбора рациональных законов движения их рабочих органов [3, 5, 6, 17]. Для грохотных калибрующих машин таким условием являются законы движения решет с несколькими переменами знака ускорения на прямом и обратном ходах [3, 17]. В работе [16, 17] исследовался механизм привода решет с рычажным принципом действия и наличием двух кулис. Такой механизм обеспечивает по одной перемене знака ускорения на прямом и на обратном ходах. Для развития предлагается установить данный механизм в ведущую звездочку цепной передачи привода (рис. 1, 2).

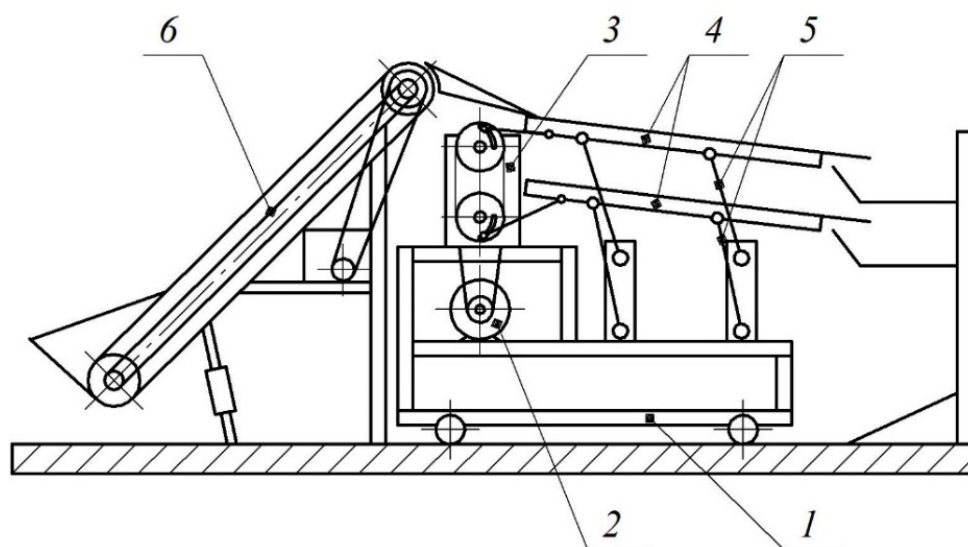


Рисунок 1 – Схема установки:

1 – рама; 2 – электродвигатель; 3 – привод кривошипов с двукулисным механизмом; 4 – решетка; 5 – поводки; 6 – питающий транспортер

Особенностью конструкции является регулируемый закон движения решет за счет регулируемого привода с двукулисным механизмом и частотно-регулируемым приводом (рис. 2). Именно выбор закона движения решет позволяет достичь синергетического эффекта повышения производительности при сохранении точности калибрования.

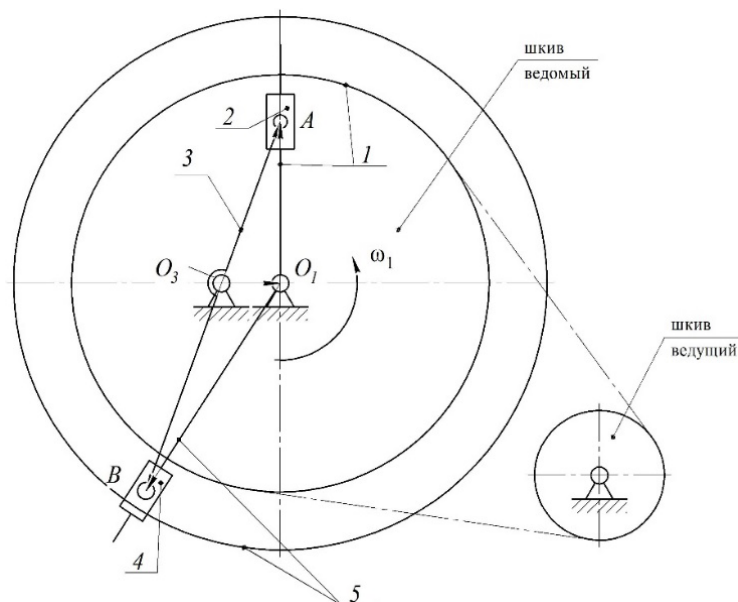


Рисунок 2 – Схема двукулисного механизма привода кривошипов:
 1 – шкив ведомый, жёстко связанный с кулисой; 2, 4 – камни; 3 – коромысло;
 5 – кулиса, жестко связанная с кривошипом привода решет

Двукулисный механизм имеет возможность менять межосевое расстояние O_1O_3 и изменять закон движения выходного звена. Подобная модификация законов движения решет позволяет создать комплексный эффект повышения производительности сортирования при сохранении точности.

Разработана методика определения закона движения выходного звена. Для этого использовались методы теории механизмов и машин. Углы поворота φ_3 и φ_5 звеньев 3 и 5 в зависимости от угла поворота φ_1 входного звена 1 рассчитывались в кусочно-заданном виде:

Здесь все отрезки соответствуют размерам звеньев механизма на рисунке 2.

Предлагается встроить двукулисную муфту в промежуточную звездочку привода решет, которая входит в цепную передачу с передаточным отношением $U = 2,4$. Тогда диаграмма примет вид, изображенный на рисунке 3.

$$\varphi_3 = \begin{cases} \operatorname{arccctg}\left(\frac{O_1 A \sin\varphi_1}{O_3 O_1 + O_1 A \cos\varphi_1}\right), \text{ при } \varphi_1 < \pi - \arccos \frac{O_3 O_1}{O_1 A}; \\ \frac{\pi}{2}, \text{ при } \varphi_1 = \pi - \arccos \frac{O_3 O_1}{O_1 A}; \\ \pi + \operatorname{arccctg}\left(\frac{O_1 A \sin\varphi_1}{O_3 O_1 + O_1 A \cos\varphi_1}\right), \\ \text{при } \pi - \arccos \frac{O_3 O_1}{O_1 A} < \varphi_1 < \pi + \arccos \frac{O_3 O_1}{O_1 A}; \\ \frac{3\pi}{2}, \text{ при } \varphi_1 = \pi + \arccos \frac{O_3 O_1}{O_1 A}; \\ 2\pi + \operatorname{arccctg}\left(\frac{O_1 A \sin\varphi_1}{O_3 O_1 + O_1 A \cos\varphi_1}\right), \text{ при } \pi + \arccos \frac{O_3 O_1}{O_1 A} < \varphi_1 \leq 2\pi. \end{cases} \quad (1)$$

$$\varphi_5 = \begin{cases} \pi + \operatorname{arccctg}\left(\frac{O_3 B \sin(\pi + \varphi_3)}{-O_1 O_3 + O_3 B \cos(\pi + \varphi_3)}\right), \text{ при } \varphi_3 < \pi - \arccos \frac{O_1 O_3}{O_3 B}; \\ \frac{3\pi}{2}, \text{ при } \varphi_3 = \pi - \arccos \frac{O_1 O_3}{O_3 B}; \\ 2\pi + \operatorname{arccctg}\left(\frac{O_3 B \sin(\pi + \varphi_3)}{-O_1 O_3 + O_3 B \cos(\pi + \varphi_3)}\right), \\ \text{при } \pi - \arccos \frac{O_1 O_3}{O_3 B} < \varphi_3 < \pi + \arccos \frac{O_1 O_3}{O_3 B}; \\ \frac{\pi}{2}, \text{ при } \varphi_3 = \pi + \arccos \frac{O_1 O_3}{O_3 B}; \\ 3\pi + \operatorname{arccctg}\left(\frac{O_3 B \sin(\pi + \varphi_3)}{-O_1 O_3 + O_3 B \cos(\pi + \varphi_3)}\right), \\ \text{при } \pi + \arccos \frac{O_1 O_3}{O_3 B} < \varphi_3 \leq 2\pi. \end{cases} \quad (2)$$

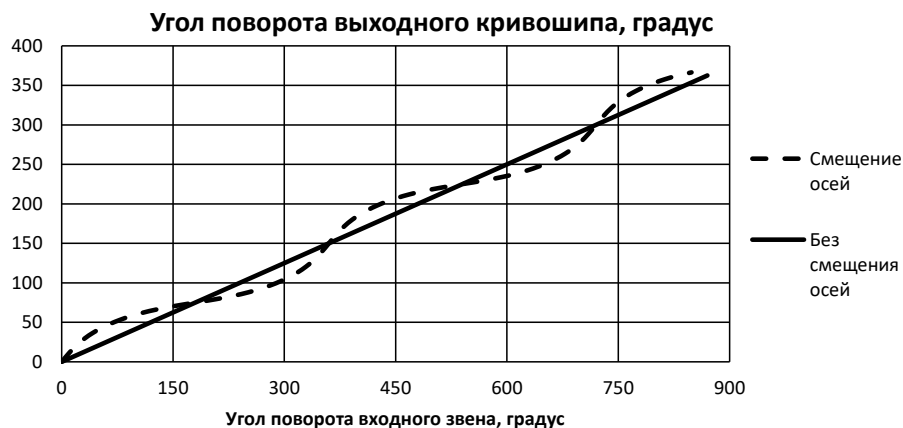


Рисунок 3 – Диаграммы зависимостей угла поворота выходного кривошипа от угла поворота входного звена при различных смещениях вала коромысла с учетом передаточного отношения привода

Очевидно значительное влияние предлагаемого двукулисного механизма на законы движения решет. При этом дополнительные изменения ускорения на прямом и обратном ходе позволяют повысить производительность процесса работы грохота при сохранении точности калибрования.

Выводы. Представленные результаты исследований являются самостоятельным результатом кинематического анализа рычажного механизма привода. Эти данные позволяют провести дальнейший анализ законов движения решет при выбранной кинематической схеме грохота. Впоследствии необходимо представить результаты исследования динамики движения клубней картофеля по подвижным решетам с выбранным законом их движения.

Список литературы

1. Боровиков, Ю. А. Сравнительный анализ законов движения решета грохотной калибрующей машины по критерию оптимизации / Ю. А. Боровиков, М. Ю. Васильченко, А. Г. Иванов // Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства: межрегиональный сборник статей Науч.-практ. конф., посвященный 50-летию Факультета механизации сельского хозяйства, Ижевск, 16–17 ноября 2005 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2005. – С. 166–170.
2. Валиев, И. И. Агротехнические основы заготовки корнеклубнеплодов / И. И. Валиев, М. Н. Калимуллин, Р. К. Абдрахманов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: материалы I-ой Междунар. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 278–282.
3. Васильченко, М. Ю. Математическая модель движения клубней по решетку грохота / М. Ю. Васильченко, Ю. А. Боровиков, А. Г. Иванов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 7. – С. 14–16.
4. Кинематика транспортерного сортирующего устройства с переменной скоростью вращения рабочего органа / А. Г. Иванов, Р. Р. Шакиров, Д. А. Марков [и др.] // Сельский механизатор, 2022. – № 11. – С. 18–22.
5. Иванов, А. Г. Совершенствование процесса калибрования клубней картофеля грохотным классификатором / А. Г. Иванов // Аграрная наука – состояние и проблемы: материалы Региональной научно-практической конференции. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2002. – С. 252–254.
6. Иванов, А. Г. Структурно-параметрический синтез и анализ механизмов грохотных калибрующих машин: специальность 05.02.18 «Теория механизмов и машин»: дис. ... канд. тех. наук / Иванов Алексей Генрихович. – Ижевск, 2005. – 122 с.
7. Исследование движения сферического клубня по рабочему органу дисковой плоскорешетной картофелесортировки. Сообщение 1. Определение началь-

ных условий для сферического движения клубня / А. Л. Шкляев, А. Г. Иванов, К. Л. Шкляев [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2 (32). – С. 46.

8. Колчин, Н. Н. Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей / Н. Н. Колчин. – Москва: Машиностроение, 1982. – 268 с.

9. Костин, А. В. Перспективное развитие рабочих органов с закономерным ориентированием клубней в отверстие / А. В. Костин // Инновации молодых ученых – сельскому хозяйству России: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – Ч. 2. – С. 217–221.

10. Максимов, Л. М. Сортировальное устройство роторно-винтового типа для картофеля / Л. М. Максимов, А. Г. Иванов, К. Л. Шкляев // Наука Удмуртии, 2009. – № 9. – С. 178–184.

11. Максимов, П. Л. Параметры конструкции барабанной сортировки / П. Л. Максимов, С. П. Игнатьев // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2003. – № 7. – С. 35–37.

12. Максимов, П. Л. Сортировка картофеля новым комбинированным рабочим органом / П. Л. Максимов, А. Г. Иванов, Н. В. Крылов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2016. – № 2. – С. 6–8.

13. Марков, Д. А. Виды устройств для сортировки картофеля / Д. А. Марков, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 202–207.

14. Механизированный комплекс для послеуборочной обработки и хранения картофеля / Р. И. Останин, А. В. Костин, Л. Я. Лебедев [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (66). – С. 56–64. – DOI 10.48012/1817-5457_2021_2_56.

15. Оборудование для подготовки картофеля к кормопроизводству / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Международной науч.-практ. конф., 20 июля 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 96–103.

16. Первушин, В. Ф. Грохот с изменяемым законом движения решет / В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов, И. И. Хузяхметов // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова, Ижевск, 14–15 декабря 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 109–116.

17. Повышение эффективности грохотных картофелесортирующих машин путем совершенствования привода с модификацией алгоритма движения решет / А. Г. Иванов, М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 13–19. – DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-2-13-19.

18. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля: монография / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]; под общ. ред. А. Г. Иванова. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с.

19. Salimzyanov, M. Improvement of technology and machines for growing potatoes in agriculture / M. Salimzyanov, V. Pervushin, R. Shakirov, M. Kalimullin // Engineering for Rural Development. 9. Сер. "19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings", 2020. – С. 1423–1430.

20. Substantiation of rational parameters of the root crops separator with a rotating inner separation surface / R. Khamaletdinov, V. Martynov, S. Mudarisov [and others] // Journal of Agricultural Engineering. – 2020. – Т. 51. – № 1. – С. 15–20.

УДК 620.17

В. А. Петров

Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНО-ПЕСЧАНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ТЕПЛИЦ

Сельскохозяйственное строительство использует изделия из композитов для возведения теплиц. Для этого используют полимерно-песчаную смесь (ППС). При сравнительно невысокой стоимости полимерно-песчаные элементы не боятся климатических перепадов температуры и влажности, имеют высокую коррозионную и химическую стойкость. Они изготавливаются из дешевого сырья: измельченных полимерных бытовых отходов и речного песка. Однако внедрение таких изделий, в том числе на предприятиях АПК, требует исследования и подтверждения их свойств соответствующим нормативным требованиям. Целью работы является исследование жесткости полимерно-песчаных образцов. Жесткость ППС при сжатии более чем в 1672 и 1338 раз, а при изгибе более чем в 255 и 147 раз ниже по сравнению с углеродистой конструкционной сталью и серым чугуном соответственно. Жесткость ППС при внезапно приложенной нагрузке в 1,9...2 раза выше по сравнению со статической нагрузкой, что согласуется с теоретическими расчетами (коэффициент динамичности $kd = 2$).

Актуальность. Сельское хозяйство в последние годы потребляет различные полимерные материалы в довольно больших количествах. Например, пленочные материалы широко используют при сооружении теплиц и парников. Их также применяют при силосовании кормов, сооружении каналов и водоемов в качестве противофильтрационных материалов. Для орошения теплиц и парников, транспортировки жидких удобрений и ядохимикатов, устройства систем водоснабжения используются трубы и шланги, кото-

рые также изготовлены из полимеров. Полимерные материалы применяют при изготовлении поилок для птиц, ленточных транспортеров. Из полимерных материалов делают различные детали сельскохозяйственных машин, работающих в условиях воздействия агрессивных сред, солнечной радиации, атмосферных осадков. Сельскохозяйственное строительство использует изделия из композитов для возведения теплиц. Для этого используют полимерно-песчаную смесь (ППС). При сравнительно невысокой стоимости полимерно-песчаные элементы не боятся климатических перепадов температуры и влажности, имеют высокую коррозионную и химическую стойкость [1, 22]. Они изготавливаются из дешевого сырья: измельченных полимерных бытовых отходов и речного песка. Однако внедрение таких изделий, в том числе на предприятиях АПК, требует исследования и подтверждения их свойств соответствующим нормативным требованиям. Поэтому при проектировании теплиц необходимо обосновать конструкционные параметры изделий при различных видах сопротивления, расчет которых зависит от механических характеристик ППС [4–13, 16, 17, 21,]. **Целью работы** является исследование жесткости полимерно-песчаных образцов.

Материалы и методы. Методы механических испытаний регламентированы государственными стандартами и лабораторные исследования ППС проведены в соответствии с ними. Заготовки призматической формы для полимерно-песчаных образцов вырезались из плитки для теплиц. Полимерно-песчаные изделия – это одно из многочисленных направлений композиционных материалов на основе пластиков. В их составе содержится 22–27 % полимерных материалов, 60–75 % песка и до 3 % добавок (пигменты, пластификаторы, стабилизаторы) [2, 3, 14, 15, 18–20, 23, 24, 26–31].

Результаты исследования. Исследована жесткость материала на консольно-нагруженном образце расчетной длиной $l = 100$ мм, прямоугольным сечением со сторонами $b = 27,2$ мм и $h = 14,7$ мм. (рис. 1). На рисунке 2 представлена графическая взаимосвязь между силой P_i и прогибом w .

Расчетные напряжения в жесткой заделке определялись по выражению [25]:

$$\sigma = \frac{6P_i l}{bh^2} < \sigma_n = 16 \text{ МПа}, \quad (1)$$

где P_i – вес гири, Н.

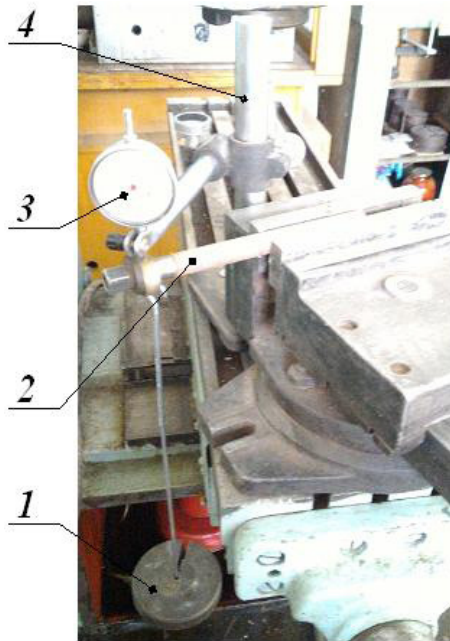


Рисунок 1 – Стенд для исследования жесткости образца из ППС:
 1 – серьга с гирей; 2 – исследуемый образец; 3 – индикатор; 4 – кронштейн

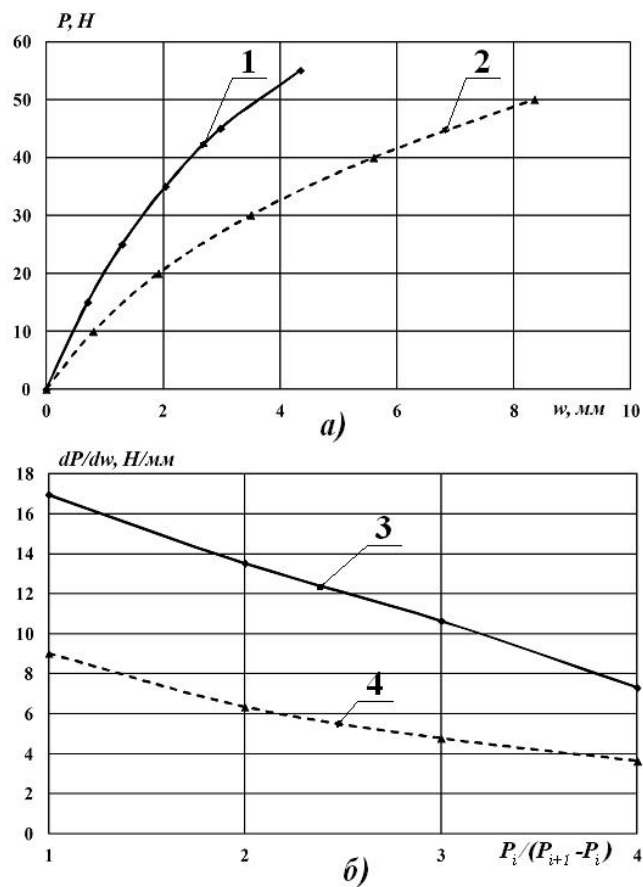


Рисунок 2 – Исследование жесткости консольно-нагруженного образца из ППС:
 а) диаграмма нагрузка-прогиб; б) зависимость изменения жесткости ППС от нагрузки; 1, 3 – при внезапно приложенной нагрузке; 2, 4 – через одну минуту после нагружения

Здесь для определения модуля упругости была использована примерная формула [25]

$$E = \frac{4l^3}{bh^3} \frac{dP}{dw} . \quad (2)$$

Так, для исследуемого материала при внезапно приложенной нагрузке модуль упругости меняется в пределах $E = 337,96 \dots 784,71$ МПа, а через одну минуту после нагружения – $E = 168,05 \dots 417,12$ МПа, т.е. жесткость при внезапно приложенной нагрузке в 1,9...2 раза выше по сравнению со статической нагрузкой, что согласуется с теоретическими расчетами (коэффициент динамичности $k_d = 2$) [25]. Жесткость ППС при изгибе более чем в 255 и 147 раз ниже по сравнению с углеродистой конструкционной сталью и серым чугуном соответственно.

Также была исследована жесткость материала в упругой зоне нагружения при сжатии образца на модернизированной разрывной машине МР-0,5-1, снабженной нагрузочным устройством, представляющим собой опорные плиты с направляющими (рис. 3).

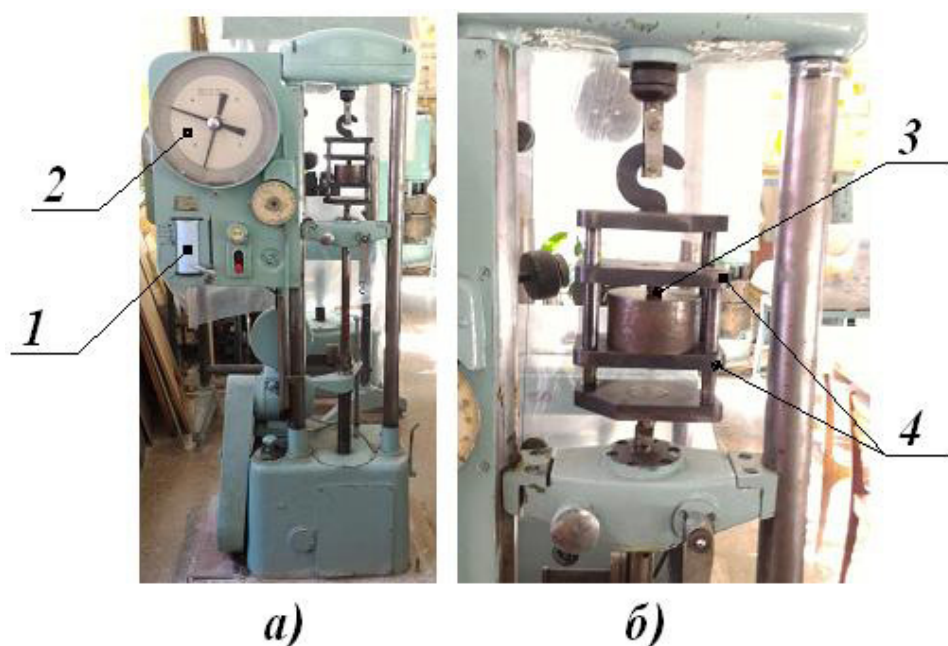


Рисунок 3 – Испытательная машина МР-0,5-1:

а) общий вид; 1 – диаграммный аппарат; 2 – динамометр; б) нагрузочное устройство; 3 – исследуемый образец; 4 – опорные плиты

Испытанию подвергалась серия цилиндрических образцов высотой $h = 17,0 \dots 17,2$ мм и диаметром $d = 11,5 \dots 11,7$ мм (рис. 4).

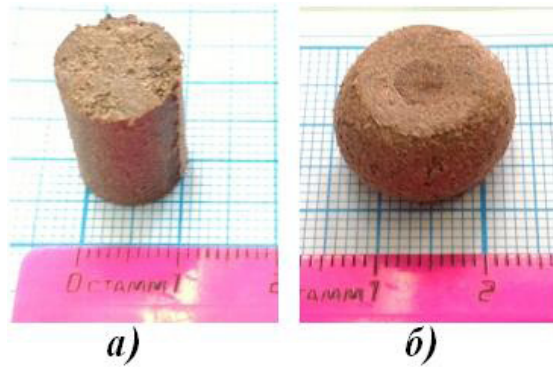


Рисунок 4 – Образцы на сжатие:
а) до испытания; б) после испытания

На диаграммном аппарате были построены диаграммы сжатия (зависимости нагрузка – укорочение образца). Одна из полученных диаграмм представлена на рисунке 5.

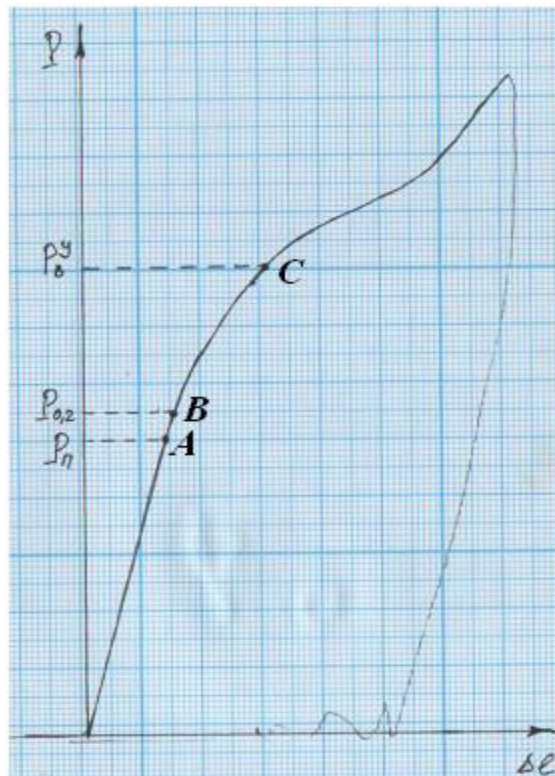


Рисунок 5 – Диаграмма сжатия полимерно-песчаного образца

Как видно из рисунка 5, до точки *A* справедлив закон Гука, следовательно, можно определить модуль упругости по формуле [25]

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}, \text{ при } \sigma \leq \sigma_n, \quad (3)$$

однако его величина существенно зависит от скорости нагружения и вида сопротивления. Так, при сжатии образца и скорости перемещения активного захвата машины 30 мм/мин, модуль упругости составил $E = 105,4...119,6$ МПа. Жесткость ППС при сжатии более чем в 1672 и 1338 раз ниже по сравнению с углеродистой конструкционной сталью и серым чугуном соответственно.

Выводы и рекомендации. Жесткость ППС при сжатии более чем в 1672 и 1338 раз, а при изгибе более чем в 255 и 147 раз ниже по сравнению с углеродистой конструкционной сталью и серым чугуном соответственно. Жесткость ППС при внезапно приложенной нагрузке в 1,9...2 раза выше по сравнению со статической нагрузкой, что согласуется с теоретическими расчетами (коэффициент динамичности $k_d = 2$). Данные механические характеристики необходимо учитывать при проектировании теплиц с конструктивными элементами из ППС.

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. 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 выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2139–2144.
3. Гуменников, Д. В. Исследование прочности при изгибе образцов из пластика PLA для 3D-печати деталей механизмов / Д. В. Гуменников // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск : УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 675–679.
4. Дородов, П. В. Исследование напряжений на линии сопряжения ступенчатой пластины / П. В. Дородов // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 2 (25). – С. 36.
5. Дородов, П. В. Исследование напряженного состояния в пластине, ослабленной концентратором напряжений / П. В. Дородов, И. Г. Поспелова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 67–70.
6. Дородов, П. В. О запасе прочности и оценке надежности узлов металлоконструкций / П. В. Дородов, А. В. Кулагин // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 2 (20). – С. 420–423.
7. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в переходном сечении ступенчатой балки при изгибе / П. В. Дородов, В. А. Петров, И. Т. Хакимов // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материа-

лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т., Ижевск, 28 февраля – 05 марта 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 8–15.

8. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П. В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора А. И. Любимова. В 2-х томах, Ижевск, 20 июля 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. II. – С. 61–66.

9. Дородов, П. В. Определение несущей способности полурамы на базе трактора ЛТИ / П. В. Дородов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, Майский, 24 января 2018 г. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина, 2018. – С. 65–69.

10. Дородов, П. В. Оптимальное проектирование разгрузочных отверстий вблизи вершины растущей трещины в плоских деталях / П. В. Дородов // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова, Ижевск, 14–15 декабря 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 229–238.

11. Дородов, П. В. Приведение краевой задачи для плоского упругого тела к одному особому интегральному уравнению / П. В. Дородов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 80. – С. 1–10.

12. 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 г. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231–237.

13. Дородов, П. В. Расчет оптимального радиуса прутка элеватора картофелеуборочной машины / П. В. Дородов, И. Т. Хакимов // Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почётного работника высшей школы Российской Федерации, профессора Александра Степановича Башкова, Ижевск, 15–18 ноября 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 334–342.

14. Иванов, Г. Н. Исследование изгибной прочности пластика PET-G при изготовлении деталей способом трехмерной печати / Г. Н. Иванов // Научные тру-

ды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 689–693.

15. 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 выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2197–2200.

16. Интерферометр для определения нормальных напряжений в плоских прозрачных моделях / В. П. Беркутов, Н. В. Гусева, П. В. Дородов, М. М. Киселев // Датчики и системы. – 2009. – № 2. – С. 26–29.

17. К вопросу адгезионной прочности керамических покрытий со стальной поверхностью / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, П. В. Дородов [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4 (72). – С. 58–64.

18. Касьянов, А. Н. Об ударной прочности пластика PET-G для 3D-печати деталей при физическом моделировании / А. Н. Касьянов, М. К. Крестьянинов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1269–1274.

19. Кислицин, В. В. Определение вязкоупругих характеристик пластика PET-G для 3D-принтера / В. В. Кислицин, Д. А. Шмыков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1274–1281.

20. 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.

21. Повышение эффективности грохотных картофелесортирующих машин путем совершенствования привода с модификацией алгоритма движения решет / А. Г. Иванов, М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 13–19.

22. 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.

23. 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.

24. Степанов, К. И. Исследование ударной вязкости пластика PLA для трехмерной печати моделей деталей / К. И. Степанов, Д. А. Алексеев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. Т. 1 (16). – Ижевск: УдГАУ, 2023. – С. 1353–1359.

25. Техническая механика. Инженерная подготовка в техносферной безопасности. Упрощенный курс «Кинематика» для студентов технических специальностей УдГУ: учебно-методическое пособие. – Ижевск: Удмуртский государственный университет, 2023. – 67 с.
26. Тронин, Д. М. Испытание на сжатие образцов из пластика PET-G для трехмерной печати деталей механизмов / Д. М. Тронин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2288–2292.
27. Хакимов, Д. Р. Испытание на растяжение образцов из пластика PLA для 3D-печати конструктивных элементов / Д. Р. Хакимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2304–2307.
28. Ширококов, В. В. Исследование жесткости пластика PLA для трехмерной печати деталей при физическом моделировании / В. В. Ширококов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1373–1379.
29. Ширококов, В. В. О ползучести и релаксации пластика PET-G для 3D-печати деталей при моделировании конструктивных элементов / В. В. Ширококов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск : УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 794–800.
30. 30 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 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042039.
31. 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 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042037.

И. Г. Поспелова¹, И. В. Возмищев²

¹ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ

²ФГБОУ ВО Ижевский ГТУ им. М. Т. Калашникова

ИНФРАКРАСНОЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ПОЧВЫ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Предложенная технология обеззараживания почвы инфракрасным (ИК) излучением основана на поглощении предметами определенного спектра лучей. Преимущество использования термической обработки почвы состоит в полном отказе от химии при возделывании сельскохозяйственных культур по системе органического земледелия. Применение ИК-излучения для обеззараживания почвы с механической ее обработкой позволяет обеспечить прогрев почвы на необходимую глубину и исключить ее перегрев.

Актуальность. В настоящее время наблюдается активная поддержка правительством Российской Федерации развития одного из перспективных направлений АПК – органического сельского хозяйства [1]. Согласно Указу Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642, одним из приоритетов научно-технологического развития нашей страны на 10...15 лет вперед является переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, создание безопасных и качественных продуктов питания. И как подтверждение этого мы можем наблюдать ежегодное увеличение числа фермерских хозяйств в России, внедривших в производство органическую систему земледелия. Органическое земледелие – метод ведения сельского хозяйства, который исключает применение пестицидов, гербицидов, химических удобрений, различных регуляторов роста растений, предполагает довольно частую прополку сорняков вручную, или с помощью культиваторных машин, отличающихся от традиционных тем, что землю не копают и не пахут, а лишь поверхностно взрыхляют на глубину 5...10 см. Для этого используют различные инструменты и приспособления, а для удобрения почвы и защиты растений от болезней и вредителей применяются только органические биоудобрения и биопрепараты.

Органическое земледелие ставит перед собой следующие **задачи:**

- вырастить как можно больший урожай при минимальных затратах;
- вырастить экологически чистый урожай, позитивно влияя на окружающую среду;
- увеличить плодородие почв;
- сделать труд на земле легким и приятным [2].

Материалы и методика. Одним из наиболее эффективных способов борьбы с сорняками, болезнетворными бактериями и вредителями с древних времен являлся огонь, поэтому часто для восстановления плодородия почв и борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур практиковалось сжигание на полях после уборки урожая различных растительных остатков. Термическая обработка и пропаривание стерилизуют почву, уничтожают вредителей, болезнетворную микрофлору и семена сорняков. Полезные микроорганизмы после стерилизации восстанавливаются в почве быстрее, чем вредные. Особенно актуально использование огня для борьбы с сорняками, влага в клетках растений расширяется под воздействием высоких температур и разрывает стенки клеток. В результате сорняки погибают. Наиболее эффективными будут, такие виды обработок, как предпосевная, довсходовая и финальная, что поможет сэкономить до 80 % затрат на средствах защиты растений. Огненные культиваторы могли бы стать защитой сельскохозяйственных культур от сорняков, болезней и вредителей, однако их использование обусловлено рядом недостатков – перегрев почвы и низкий КПД нагрева, использование открытого пламени, поверхностный нагрев.

Предлагаемая нами технология обеззараживания почвы инфракрасным (ИК) излучением полностью решает задачи, которые стоят перед аграриями, основана она на поглощении предметами определенного спектра лучей.

При правильном подборе спектрального излучения при воздействии на обрабатываемую поверхность почвы можно достичь глубокого или поверхностного ее нагрева, а также осуществить ее локальную сушку без нагревания всей площади, что позволяет более эффективно использовать энергию сжигаемого газа для ИК-излучения [3–8].

Органический способ ведения земледелия также предусматривает поверхностное рыхление почвы на глубину 5...10 см. Наиболее подходящими сельскохозяйственными машинами для этого являются луцильники, дисковые бороны и культиваторы.

Результаты исследований. Технической задачей предлагаемого способа является обеззараживание почвы ИК-излучением с одновременной механической ее обработкой, что позволяет быстро прогреть почву на нужную глубину и температуру, с целью повышения энергоэффективности и снижения перегрева почвы.

Способ реализуется следующим образом (рис. 1). Первый ряд ИК-излучателей обеспечивает обеззараживание поверхности почвы. После ряд движущихся фрез рабочих органов переворачивает верхний обработанный слой почвы, частично перемешивая ее, раздвигает на определенную глубину для последующей обработки вторым рядом ИК-излучателей. Второй ряд фрез производит сдвиг обеззараженного пласта (заваливает), тем самым закрывает обработанное место от испарения влаги и потерь тепла, где происходит дальнейшая тепловая обработка за счет с аккумулированной тепловой энергии. Также происходит частичное перемешивание почвы, что хорошо влияет на распределение тепла по всей глубине обрабатываемого пласта. Рабочие органы в рядах расположены со смещением на 10...20 см относительно впереди идущих фрез, что обеспечивает заделку обработанного ИК-излучением пласта.

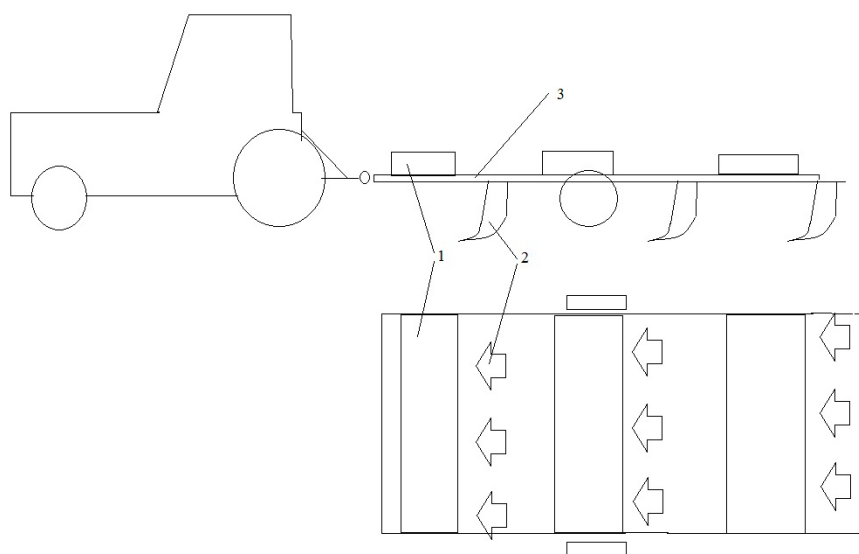


Рисунок 1 – Устройство для обеззараживания почвы с механической обработкой:

1 – ИК-излучатели; 2 – гребенарезные фрезы; 3 – прицепная тележка

Последующие ряды фрез и ИК-излучателей выполняют те же функции, что и предыдущие. Количество рядов рабочих органов зависит от мощности горелок, глубины обработки и скорости движения устройства. Таким образом, происходит одновременное

обеззараживание почвы ИК-излучением с ее механической обработкой [9–12].

Выводы и рекомендации. Преимущества использования термической обработки почвы неоспоримы, так как дает возможность полного отказа от химии при возделывании сельскохозяйственных культур по системе органического земледелия. Система машин, которая используется для возделывания культур данным способом, также позволяет использовать нагрев как дополнительную операцию для обработки почвы.

Достоинство предлагаемого нами способа заключается в том, что уничтожение сорняков, болезнетворных бактерий и вредителей происходит без использования химии. Применение ИК-излучения для обеззараживания почвы с механической ее обработкой позволяет обеспечить прогрев почвы на необходимую глубину и исключить ее перегрев.

Список литературы

1. Старикова, Д. Е. К вопросу о развитии органического земледелия / Д. Е. Старикова, Е. А. Егушова // Пища. Экология. Качество: материал XVII Международ. науч.-практ. конф., Новосибирск, 18–19 ноября 2020 г. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2020. – С. 618–620. – EDN WOTXMD.
2. Коломейцев, А. В. Анализ современного состояния органического сельского хозяйства и опыта государственной поддержки в различных субъектах Российской Федерации / А. В. Коломейцев, Н. А. Мистратова, М. А. Янова // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 1 (136). – С. 227–232. – EDN YOSPHK.
3. Поспелова, И. Г. Способы обеззараживания почвы и субстрата в условиях защищенного грунта / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы XII Международ. науч.-практ. конф., посвященной 160-летию со дня рождения П. А. Столыпина, Ульяновск, 14–15 апреля 2022 г. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 2022. – Т. 2022. – С. 453–457. – EDN ROIQEE.
4. 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. – DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-2-59-64. – EDN VTKZNA.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022680067 Российская Федерация. Исследование температурного поля в по-

чве при обеззараживании защищенного грунта : № 2022669324 : заявл. 20.10.2022 : опубл. 27.10.2022 / П. В. Дородов, И. Г. Поспелова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». – EDN BVWJHF.

6. Поспелова, И. Г. К вопросу о способах обеззараживания почвы в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, А. М. Ниязов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2020. – Т. 67, № 3 (40). – С. 45–49. – DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-45-49. – EDN NONPMR.

7. Применение ИК-излучения для нагрева почвы в качестве обеззараживания в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, Т. А. Широбокова, И. В. Возмищев, И. В. Титов // Образование, наука и производство в XXI веке: современные тенденции развития: материалы юбилейной Международной конференции, Могилев, 11–12 ноября 2021 г. – Могилев: Белорусско-российский университет, 2021. – С. 154–155. – EDN QSURND.

8. Поспелова, И. Г. ИК-нагрев для обеззараживания почвы в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев // 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 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 158–160. – EDN HNENAG.

9. Поспелова, И. Г. Разработка энерго- ресурсосберегающих установок для обеззараживания почвы и субстрата / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, И. Р. Владыкин // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68, № 4 (45). – С. 3–8. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-4-3-8. – EDN PMPVMZ.

10. Патент на полезную модель № 197880 U1 Российская Федерация, МПК А01М 17/00, А01М 21/04. Устройство для обеззараживания почвы ИК-излучением : № 2019141928 : заявл. 13.12.2019 : опубл. 03.06.2020 / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, А. М. Ниязов, И. М. Новоселов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ижевская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN EQQKJP.

11. Патент на полезную модель № 205568 U1 Российская Федерация, МПК А01М 17/00. Устройство для обеззараживания почвы с механической обработкой : № 2021111346 : заявл. 20.04.2021 : опубл. 21.07.2021 / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, И. Р. Владыкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ижевская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN PVKGKP.

12. Поспелова, И. Г. Расчет газовых ИК-горелок для обеззараживания почвы и субстрата в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, И. Р. Владыкин // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68, № 4 (45). – С. 143–147. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-4-143-147. – EDN HZBSJV.

**И. Г. Поспелова, Т. А. Широбокова, Е. Г. Трефилова,
Т. А. Мышкин, А. И. Бельчев, Г. В. Власов**
Удмуртский ГАУ

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПОЧВЫ И СУБСТРАТА ИК-ИЗЛУЧЕНИЕМ С ПРОГРАММНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

Предполагается рассмотреть технико-экономическую эффективность установки для обеззараживания почвы и субстрата ИК-излучением.

Для обеззараживания почвы и субстрата в тепличных хозяйствах предлагается использовать термический способ, а именно устройство с ИК-излучением и возможностью программного регулирования процесса [1–11]. Проведем технико-экономическую оценку данного устройства. Для определения технико-экономических показателей принимается среднее значение урожайности (необработанной почвы) огурцов в контрольном варианте.

Целью нашей работы стало повышение урожайности огурцов с помощью установки для обеззараживания почвы и субстрата ИК-излучением.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Изучить научную литературу по изучаемому вопросу.
2. Узнать какие способы обеззараживания применяются на данный момент на производстве.
3. Рассчитать технико-экономическую эффективность установки для обеззараживания почвы и субстрата ИК-излучением.

Материалы методы. Обеззараживание почвы было проведено на АО «Тепличный комбинат «Завьяловский» Удмуртской Республики.

Результаты исследований. Для создания установки необходимо затратить материальные ресурсы. Капитальные затраты складываются из стоимости материалов и оборудования, монтажных работ, включая транспортные расходы. Капиталовложения на установку дополнительного оборудования определяются как:

$$K = K_y + K_T + K_m, \quad (1)$$

где K_y – стоимость нового оборудования, тыс. руб.;

K_m – затраты на монтаж нового оборудования (принимаются 0,15 от стоимости установки), тыс. руб.;

K_T – транспортные расходы (принимаются 0,1 от стоимости установки), тыс. руб.

Объем обрабатываемых площадей закрытого грунта примем на примере АО «Тепличный комбинат «Завьяловский» Удмуртской Республики равным 12 га.

Смета затрат на изготовление установки для обеззараживания почвы и субстрата ИК-излучением показана в таблице 1.

Таблица 1 – Смета затрат установки для обеззараживания почвы и субстрата ИК-излучением

| Показатель | Количество | Цена, руб. | Итого, руб. |
|---------------------------|------------|------------|-------------|
| Металл | 2 шт. | 4 000 | 8 000 |
| Колеса | 4 шт. | 500 | 2 000 |
| ИК-горелки | 5 шт. | 20 000 | 100 000 |
| Редуктор газовый | 1 шт. | 7 800 | 7 800 |
| Газовый баллон 50 л | 1 шт. | 3 000 | 3 000 |
| ПР200 | 1 шт. | 6 900 | 6 900 |
| Датчик температуры | 1 шт. | 500 | 500 |
| Привод воздушной заслонки | 1 шт. | 8 000 | 8 000 |
| Программа ЭВМ | 1 шт. | 15 000 | 15 000 |
| Итого | | | 151 200 |

Эксплуатационные расходы определяются как:

$$I_{обр} = I_{з.э.} + I_{ам} + I_{т.р.} + I_{з.п.} + I_{пр}, \quad (2)$$

где $I_{з.э.}$ – затраты на газ, тыс. руб.;

$I_{ам}$ – амортизационные отчисления, тыс. руб.;

$I_{т.р.}$ – затраты труда на текущий ремонт, тыс. руб.;

$I_{з.п.}$ – зарплата обслуживающего персонала, тыс. руб.;

$I_{пр}$ – прочие расходы, тыс. руб.

Затраты на газ:

$$I_{зэ} = P \times T \times t, \quad (3)$$

где P – установленная мощность оборудования, кВт;

T – число часов работы оборудования, ч;
 t – расход газа, $t = 10,86$ руб. кВт·ч.

$$I_{\text{гг}} = 10 \times 120 \times 12,86 = 15\,432 \text{ руб./год.}$$

Величина годовой суммы амортизации определяется в зависимости от балансовой стоимости оборудования и нормы амортизации:

$$I_{\text{ам}} = K_{\text{б}} \times \alpha_{\text{ам}}/100, \quad (4)$$

где $K_{\text{б}}$ – балансовая стоимость оборудования, руб.;;
 $\alpha_{\text{ам}}$ – норма амортизации, равна 20 %.

$$I_{\text{ам}} = (151\,200 \times 20)/100 = 30\,240 \text{ руб./год.}$$

Затраты на текущий ремонт и обслуживание:

$$I_{\text{м.р}} = K_{\text{б}} \times \alpha_{\text{м}}/100, \quad (5)$$

где $K_{\text{б}}$ – балансовая стоимость оборудования, руб.;;
 $\alpha_{\text{м}}$ – норма амортизации, равна 5 %.

$$I_{\text{м.р}} = (151\,200 \times 5)/100 = 7560 \text{ руб./год.}$$

Расчет оплаты труда персонала, обслуживающего оборудование, определяется по величине затрат рабочего времени и часовым тарифным ставкам:

$$I_{\text{зн}} = T \times T_{\text{с}} \times k_{\text{д}} \times k_{\text{р}} \times k_{\text{с}}, \quad (6)$$

где T – затраты рабочего времени, ч.;;
 $T_{\text{с}}$ – часовая тарифная ставка оператора, $T_{\text{с}} = 200$ руб./ч.;
 $k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную оплату труда, $k_{\text{д}} = 1,4$;;
 $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, $k_{\text{р}} = 1,3$;;
 $k_{\text{с}}$ – социальный налог, $k_{\text{с}} = 1,3$.

Величина оплаты труда в проектируемом варианте:

$$I_{\text{зн}} = 120 \times 200 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 56\,784 \text{ руб./год.}$$

Прочие затраты включают затраты на вспомогательные материалы, услуги, общепроизводственные расходы и другие. Принимаются в размере 15 % от суммы прямых затрат:

$$I_{np} = 0,15(I_{э.э} + I_{ам} + I_{м.р} + I_{зн}), \quad (7)$$

$$I_{np} = 0,15(15\,432 + 30\,240 + 7\,560 + 56\,784) = 16\,502,4 \text{ руб./год.}$$

Вложения в проект, включая капитальные вложения и все издержки за год:

$$I_{проект} = 151\,200 + 15\,432 + 30\,240 + 7\,560 + 56\,784 + 16\,502,4 = 277\,718,4 \text{ руб.}$$

Время работы установки составит 120 ч., или 15 смен. Обеззараживание почвы и субстрата в защищенном грунте увеличивает урожай огурцов (примерно) на 9 %. Урожайность с 1 га огурцов составит 40 т. Ожидаемая прибавка 31,5 т/год.

Выручку за реализацию дополнительной продукции найдем по формуле:

$$R_t = Ц \times D_n, \quad (8)$$

где $Ц$ – цена реализации 1 т огурцов в среднем за сезон 80 тыс. руб.;

D_n – количество дополнительной продукции, полученной в результате прибавки урожайности, т.

$$R_t = 80\,000 \times 31,5 = 2\,520\,000 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости:

$$K = \frac{I_{проект}}{R_t}, \quad (9)$$

$$K = \frac{277\,718,4}{2\,520\,000} = 0,11 \text{ года.}$$

Таким образом, выручка за реализацию дополнительной продукции составляет 2520 тыс. руб. за год. Срок окупаемости уста-

новки для обеззараживания почвы в защищенном грунте под огурцы составляет менее одного посевого сезона.

Для сравнения установок для обеззараживания почвы с различным энергоподводом представлена таблица 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика установок для обеззараживания почвы с различным энергоподводом

| Показатели | Установки для обеззараживания почвы с различным энергоподводом | | | |
|--|--|---|---|---|
| | Установка для обеззараживания почвы и субстрата ИК-излучением с программным регулированием | Установка для обеззараживания почвы опрыскиванием | Установка для обеззараживания почвы паром | Установка для обеззараживания почвы эл. током |
| Стоимость, тыс. руб. | 277,72 | 550,00 | 530,00 | 476,00 |
| Стоимость обработки 1 м ² , руб./м ² | 20 | 35 | 47 | 40 |
| Срок окупаемости, лет | 0,11 | 0,21 | 0,21 | 0,19 |

По данным таблицы 2 следует, что установка для обеззараживания почвы и субстрата ИК-излучением с программным регулированием по сравнению с другими установками, имеющими различный энергоподвод, имеет наименьшую стоимость и срок окупаемости.

Выводы. Проведен расчет капитальных затрат на изготовление установки для обеззараживания почвы и субстрата ИК-излучением с программным регулированием. Они составили 277 718,4 руб. Экономическая оценка проведена на примере АО «Тепличный комбинат «Завьяловский» Удмуртской Республики. Обеззараживание почвы и субстрата в защищенном грунте увеличивает урожайность огурцов (примерно) на 9 %. Тогда урожайность с 1 га огурцов составит 40 т. Ожидаемая прибавка 31,5 т/год, а выручка за реализацию дополнительной продукции составляет 2 520 тыс. руб. за год. Срок окупаемости установки для обеззараживания почвы в защищенном грунте под огурцы составляет менее одного посевого сезона.

Список литературы

1. Поспелова, И. Г. Способы обеззараживания почвы и субстрата в условиях защищенного грунта / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: ма-

териалы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 160-летию со дня рождения П. А. Столыпина, Ульяновск, 14–15 апреля 2022 г. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 2022. – С. 453–457.

2. 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. – DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-2-59-64.

3. Поспелова, И. Г. К вопросу о способах обеззараживания почвы в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, А. М. Ниязов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2020. – Т. 67, № 3 (40). – С. 45–49. – DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-45-49.

4. Применение ИК-излучения для нагрева почвы в качестве обеззараживания в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, Т. А. Широкова, И. В. Возмищев, И. В. Титов // Образование, наука и производство в XXI веке: современные тенденции развития: материалы юбилейной Международной конференции, Могилев, 11–12 ноября 2021 г. – Могилев: Белорусско-российский университет, 2021. – С. 154–155.

5. Поспелова, И. Г. ИК-нагрев для обеззараживания почвы в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев // 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 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 158–160.

6. Поспелова, И. Г. Разработка энерго- ресурсосберегающих установок для обеззараживания почвы и субстрата / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, И. Р. Владыкин // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68, № 4 (45). – С. 3–8. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-4-3-8.

7. Патент на полезную модель № 205568 U1 Российская Федерация, МПК А01М 17/00. Устройство для обеззараживания почвы с механической обработкой: № 2021111346: заявл. 20.04.2021 : опубл. 21.07.2021 / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, И. Р. Владыкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия».

8. Поспелова, И. Г. Расчет газовых ИК-горелок для обеззараживания почвы и субстрата в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, И. Р. Владыкин // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68, № 4 (45). – С. 143–147. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-4-143-147.

9. Патент на полезную модель № 197880 U1 Российская Федерация, МПК А01М 17/00, А01М 21/04. Устройство для обеззараживания почвы ИК-излучением:

№ 2019141928 : заявл. 13.12.2019 : опубл. 03.06.2020 / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, А. М. Ниязов, И. М. Новоселов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия».

10. Патент на полезную модель № 207424 U1 Российская Федерация, МПК А01М 17/00, А01М 21/04. Устройство для обеззараживания почвы и субстрата с программным регулированием : № 2021106221 : заявл. 10.03.2021 : опубл. 28.10.2021 / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, И. Р. Владыкин, Р. Р. Шакиров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия».

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022680067 Российская Федерация. Исследование температурного поля в почве при обеззараживании защищенного грунта: № 2022669324: заявл. 20.10.2022: опубл. 27.10.2022 / П. В. Дородов, И. Г. Поспелова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия».

УДК 631.3.023-115:635.21

М. З. Салимзянов¹, В. Ф. Первушин¹, М. Н. Калимуллин²

¹*Удмуртский ГАУ*

²*ФГБОУ ВО Казанский ГАУ*

ОБОСНОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ РАМЫ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Приводится поиск универсальной рамы сельскохозяйственной машины для культивации сельскохозяйственных культур, междурядной обработки и удаления ботвы картофеля.

Актуальность. Различие почвенно-климатических условий и видов техники, трудовых ресурсов и финансового состояния хозяйства и его целей, выработано несколько технологий возделывания картофеля.

Наличие техники снижается из-за устаревания, поэтому разработка машин, а тем более универсальности ее использования для различных технологических операций имеет большое значение [1].

Подготовка почвы как культивация, поддержание благоприятных условий, как междурядная обработка и удаление ботвы кар-

тофеля – это разные технологические операции при возделывании картофеля и использование разных машин [7–12].

Поэтому обоснование технологической схемы универсальной рамы для возделывания картофеля с учетом технологии и агротребований имеет актуальность.

Цель работы: обоснование технологической схемы универсальной рамы при возделывании картофеля.

Задачи исследования:

- изучить требования, предъявляемые при проектировании с.-х. машины;
- обосновать новую схему технологического решения в виде комбинированного культиватора-ботводробителя.

Материалы и методы. Изначально проектирование начинаем с разработки общей рамы с учетом возможной установки рабочих органов для выполнения различных технологических операций [2–3]. При разработке машины учитываем следующие требования:

- агротребования технологических операций: культивации, междурядной обработки и удаления ботвы картофеля;
- учитываем междурядность и не ниже 4-рядных машин;
- единый профильный прокат рамы и серийные рабочие органы и разработанные рабочие орудия в УдГАУ с возможной установки рабочих органов без демонтажа;
- требования, предъявляемые к техническому состоянию самоходных машин и других видов техники на основании ГОСТа или постановления.

Стрельчатые лапы при культивации и междурядной обработки бывают разной ширины, 230 мм, 270 мм. Принимаем 270 мм. Количество лап зависит от перекрытия последовательно установленных лап и зависит от длины рамы и угла:

$$c = L \times \tan \delta, \quad (1)$$

где L – расстояние последовательно установленными между собой лапами,

δ – угол перекрытия лап при последовательно установленными друг за другом на расстоянии, 4...6 °.

Машины для 4-рядной междурядной обработки существуют, но они не обеспечивают безопасность транспортного движения по дорогам общего пользования, по регламенту ширина СХМ не должна быть 2,55 метра (п.27 Постановление Правительства

РФ от 19 сентября 2020 г. № 1503 "Об утверждении требований к техническому состоянию и эксплуатации самоходных машин и других видов техники").

Учитываем ширину захвата междурядья 70 см или на 75 см, принимаем раму на обработку 5 междурядий, что позволит повысить производительность машин по сравнению с аналогичными 4-рядными машинами.

Обеспечим технологическую обработку на 5 междурядий, что будет рабочей ширине захвата $70 \times 5 = 3500$ мм, это больше аналогов $70 \times 4 = 2800$ мм, и не превысит размеры ширины при транспортировке в 2550 мм, и рама складывается.

Результаты исследований. Представим схемы реализации комбинированного культиватора-ботводробителя при возделывании картофеля (рис. 1–5).

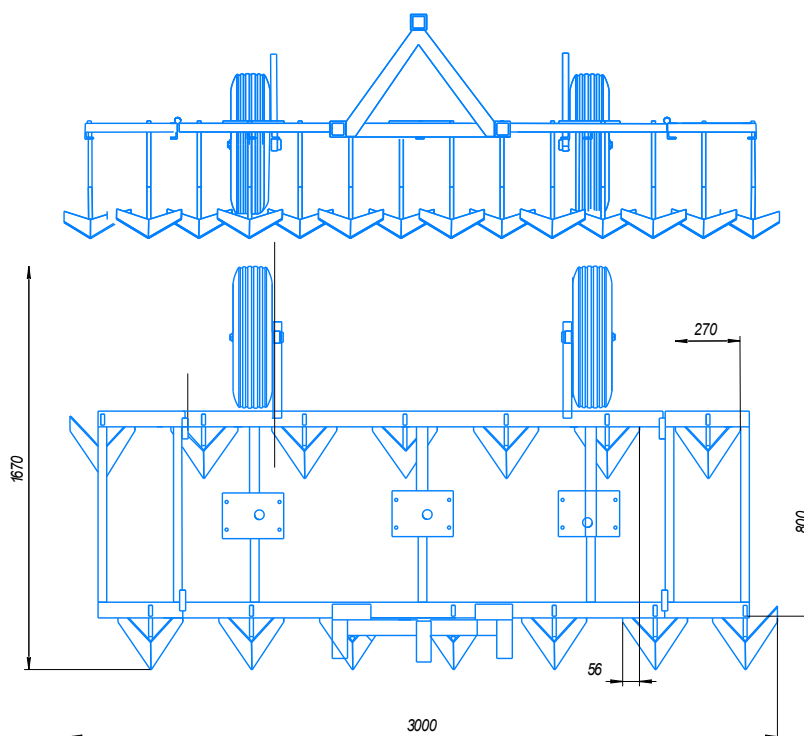


Рисунок 1 – Схема вид спереди и сверху культиватора-ботводробителя для культивации

Культивация может выполнять функцию заделки растительных остатков в почву [7].

Нарезку гребней производят после обработки почвы перед посадкой клубней или во время посадки. Окучивание проводят после междурядной обработки растений картофеля через определенный период развития.

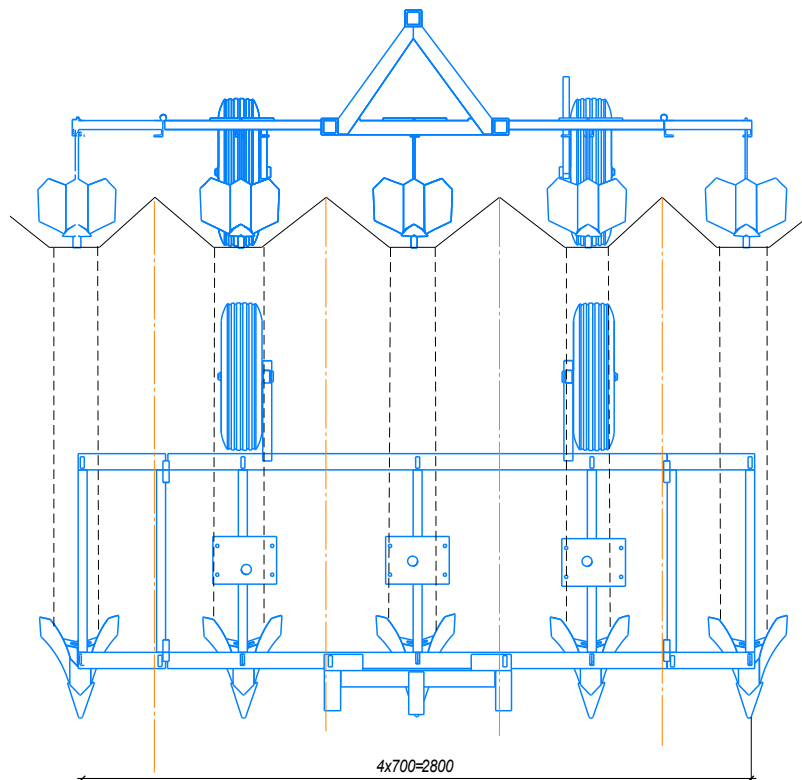


Рисунок 2 – Схема вид спереди и сверху культиватора-ботводробителя для нарезки гребней (тонкие линии-гребни) и для окучивания растений картофеля

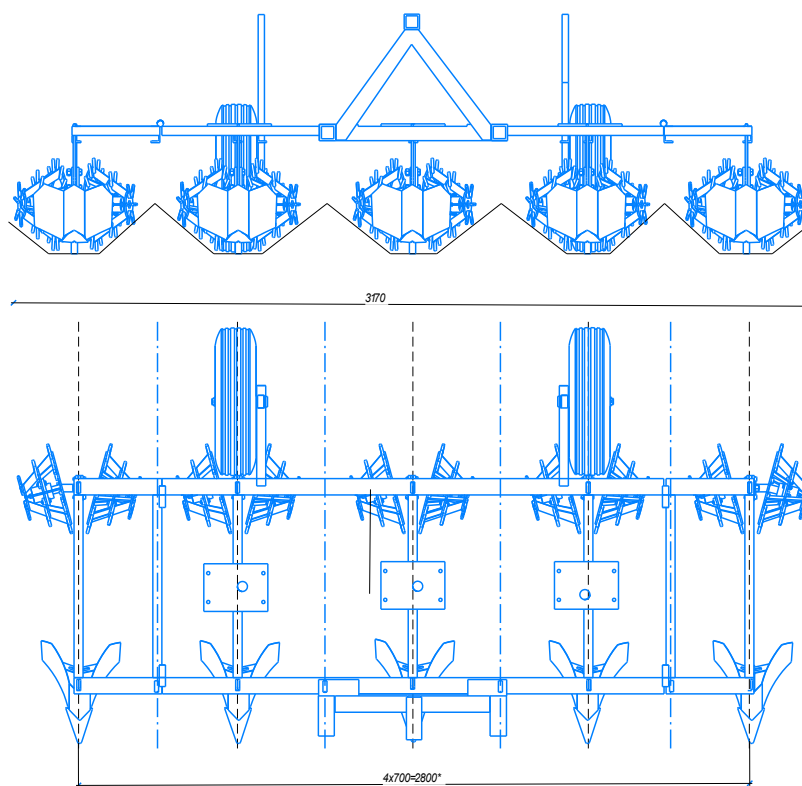


Рисунок 3 – Схема вид спереди и сверху культиватора-ботводробителя при междурядной обработке при довсходовой и послевсходовой обработки с ротационными боронками сзади и окучниками спереди

Роль окучников можно заменить стрелчатыми лапами, а расположение ротационных борон и окучников можно менять местами по первоочередности.

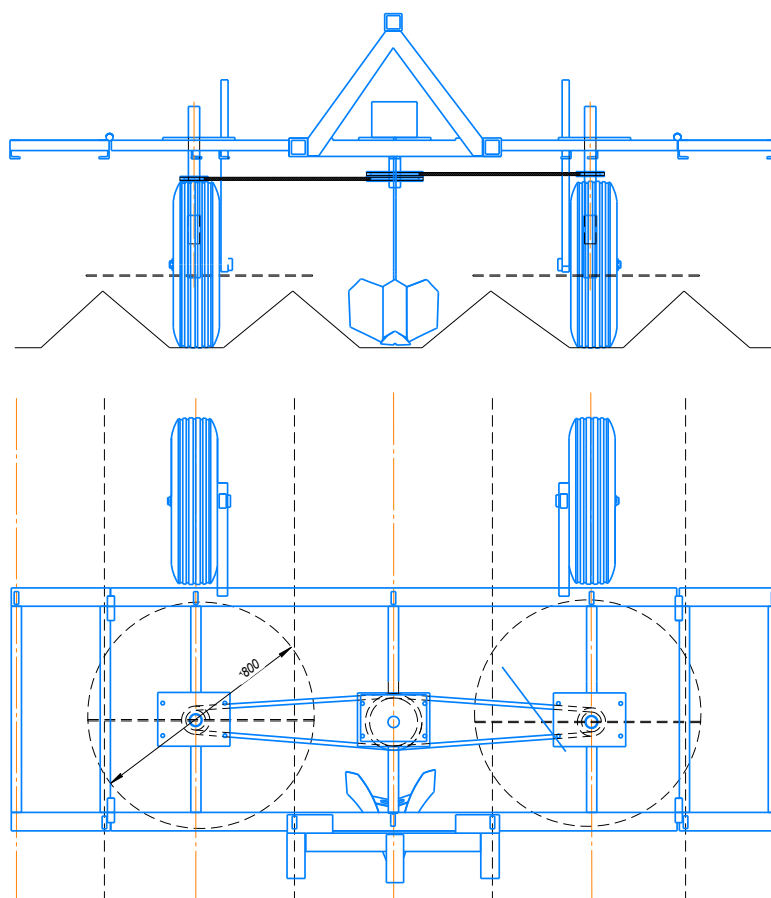


Рисунок 4 – Схема вид спереди и сверху культиватора-ботводробителя для удаления ботвы картофеля

Перед уборкой картофеля выполняют предуборочное удаление ботвы [4–6].

Рабочий орган ботводробителя с вертикальной осью вращения максимально захватывает вершины гребня 2 междурядий, это расстояние соответствует 800 мм (700 мм междурядье и 100 мм 2 вершины междурядья), поэтому минимальное расстояние длины рамы 800 мм.

Привод рабочих органов ботводробителя от Вом трактора через карданный вал на центральный редуктор, далее по низу через ременную передачу на соседние междурядья каждая ветвь на рабочий орган в виде троса.

В транспортное положение культиватора-ботводробителя переводится ручным способом – поднятием боковых рамок с рабочими органами, что представлено выше.

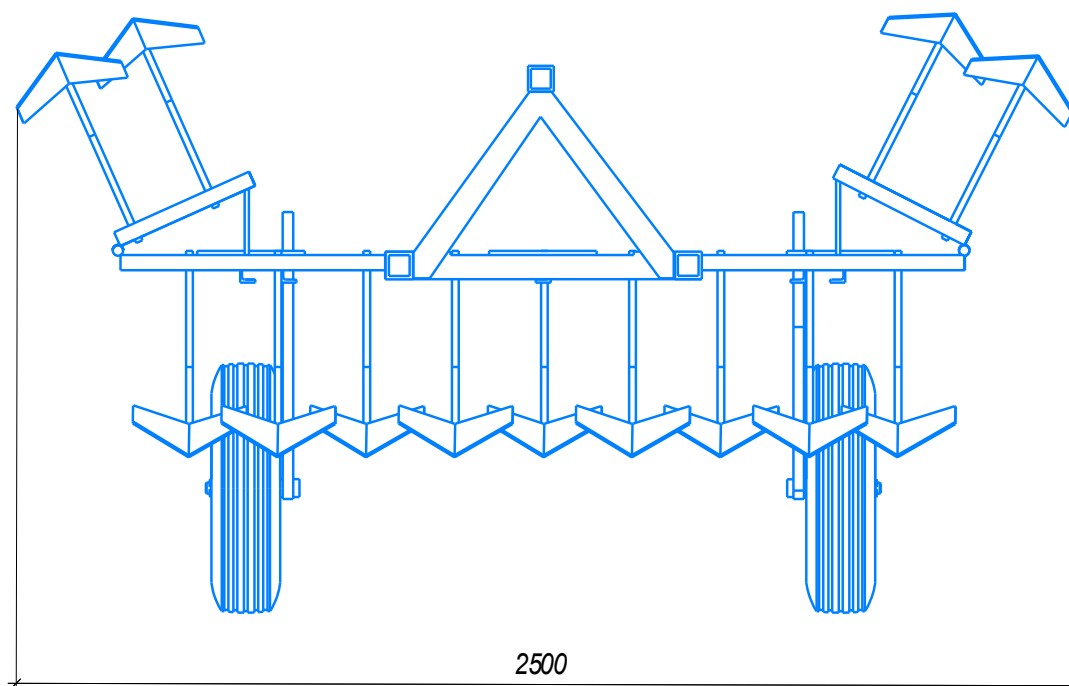


Рисунок 5 – Схема вид спереди культиватора-ботводробителя в транспортном положении

Выводы. Обоснована универсальная рама и её целесообразность в одной комбинированной машине – культиватор-ботводробитель для выполнения различных операций при возделывании картофеля: весеннюю обработку почвы; нарезание гребня; уход за посадками; удаление ботвы перед уборкой картофеля.

Список литературы

1. Современные проблемы науки, производства и переработки сельскохозяйственной продукции. – учебное пособие для магистрантов направления подготовки 35.04.06 – Агроинженерия (уровень магистратуры) / М. З. Салимзянов, В. Ф., Первушин. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – 59 с.
2. Салимзянов, М. З. 3D-модель рамы сельскохозяйственной машины для культивации, окучивания и ботвоудаления в системе КОМПАС 3D / М. З. Салимзянов, Д. А. Мокеев, М. Н. Калимуллин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова, Ижевск, 14–15 декабря 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 264–269.
3. Проектно-экспериментальный роторно-пальчатый картофелекопатель / М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин, Р. Р. Шакиров, М. Н. Калимуллин // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной научной конференции, посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии. Отв. за выпуск И. Ш. Фатыхов. – Ижевск, 2021. – С. 159–163.

4. Утстройство для удаления ботвы корнеклубнеплодов / М. Н. Калимуллин, Д. М. Исмагилов, И. И. Давлиев, М. З. Салимзянов // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета, Казань, 26–27 марта 2022 г. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 138–143.
5. Особенности уборки картофеля / М. Н. Калимуллин, Д. М. Исмагилов, Р. Р. Багаутдинов, М. З. Салимзянов // Проблемы развития малого и среднего бизнеса на селе в условиях цифровой трансформации экономики: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию Казанского ГАУ, Казань, 24–25 марта 2022 г. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 156–162.
6. Ботвоизмельчитель с саморегулирующимся рабочим органом / Д. М. Исмагилов, М. Н. Калимуллин, Р. М. Латыпов, М. З. Салимзянов // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н., профессора А. П. Мартянова, Казань, 27–28 октября 2022 г. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 793–800.
7. Агрегат для заделки сидеральных культур / М. Н. Калимуллин, Р. К. Абдрахманов, Р. Р. Зиятдинов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 4 (60). – С. 80–84.
8. Development and Theoretical Study of the Impact of the Working Body on the Soil / M. Kalimullin, R. Bagautdinov, R. Khamitov [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 г. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00077.
9. Improvement of technology and machines for growing potatoes in agriculture. / M. Salimzyanov, V. Pervushin, R. Shakirov, M. Kalimullin. // Engineering for Rural Development Volume 19, 2020, Pages 1423-1430 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2020; Jelgava; Latvia; 20 May 2020.
10. Substantiation of design and parameters of rotary harrow for preemployment processing ridge planting of potatoes. / M. Salimzyanov, V. Pervushin, N. Kasimov., M. Kalimullin. // Engineering for Rural Development Volume 19, 2020, Pages 1431-1436 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2020; Jelgava; Latvia; 20 May 2020 до 22 May 2020.
11. To question of determining design parameters of working body of rotary chopper of tops / M. Kalimullin, D. Ismagilov, R. Abdrakhmanov, M. Salimzyanov, R. Latypov // Engineering for Rural Development Volume 19, 2020, Pages 1224-1229, 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2020; Jelgava; Latvia; 20 May 2020 до 22 May 2020.

12. Combined units for mowing and sealing of siderates / M. Kalimulin, R. Abdrakhmanov, R. Latypov, N. Pushkarenko, I. Maksimov, M. Salimzyanov, R. Sharipov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International AgroScience Conference, AgroScience 2020" 2020. С. 012028.

УДК 621.43.018+631.3-835

С. Е. Селифанов, А. В. Юшков

Удмуртский ГАУ

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В КОМБИНИРОВАННОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКЕ МОБИЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО АГРЕГАТА

Рассмотрены аспекты сравнения накопителей энергии для комбинированной энергоустановки различных видов.

Снижение расхода горюче-смазочных материалов в условиях эксплуатации мобильных сельскохозяйственных агрегатов определяется снижением потерь энергии в процессе работы. Поскольку нагружение агрегатов при работе – процесс нестабильный и с ярко выраженным колебательным характером, то в нем присутствуют периоды повышения и понижения нагрузки, происходит циркуляция энергии. Если эту энергию не накапливать, то она будет рассеиваться в процессе работы агрегата [1, 5, 8, 12].

Целью работы стало сравнение накопителей энергии при нагружении агрегатов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующую **задачу** – исследовать механический, пневматический и электрический накопители энергии.

Материалы и методика. Накопители энергии необходимы для стабилизации работы агрегата, снижения рассеивания энергии, которую вырабатывает агрегат, для повышения КПД при использовании агрегата. При работе на технологической обработке почвы двигатель мобильного сельскохозяйственного агрегата работает в режиме, при котором вырабатываемая энергия должна компенсировать то потребление энергии, которое возникает при движении. Поскольку сопротивление движению агрегата пе-

ременное, то при повышении нагрузки регулятор двигателя тоже повышает расход топлива и компенсация происходит, а при снижении нагрузки подачу топлива сразу снять не получается в результате длительности переходных процессов и энергия, полученная от топлива, просто рассеивается. Чтобы не допускать рассеивания выработанной энергии, необходимо ее избыток отправлять в накопитель для временного сохранения и возвращения обратно в моменты, когда переменная нагрузка повышается.

Имеются различные виды накопителей, которые применяются в различных сферах техники. В каждом из мест применения имеются критические требования, невыполнение которых не позволяет эффективно применять тот или иной вид накопителя. Для сельскохозяйственного производства требования следующие:

1. Обеспечивать накопление из источника, который не имеет стабильных параметров потока энергии как малыми порциями энергии, так и потоком, который превосходит расчетную отдачу. При этом превышение накачки энергии в накопителе не должно приводить к поломке накопителя или его отключению. Кроме того, переход от аварийного режима (при превышении входящего потока энергии) к рабочему режиму должен проходить автоматически и без влияния на работу накопителя в целом.

2. Сохранение накопленной энергии без потерь в течение длительного периода эксплуатации и автономности (без подачи и расхода энергии). Причем на это свойство не должны влиять ни условия эксплуатации, ни интенсивность, ни срок эксплуатации накопителя.

3. Отдача энергии из накопителя должна происходить плавно, поток энергии должен соответствовать потребности. При любом потоке величина КПД переноса энергии из накопителя в энергоагрегат не должна меняться и должна оставаться максимально высокой.

Результаты исследований. Рассмотрим соответствие возможностей каждого способа накопления энергии требованиям, предъявляемым к накопителям энергии.

1. Входной поток энергии.

Для первого способа накопителя-маховика поток энергии, приходящий от машины, может поступать в широком диапазоне. При этом он может быть, как постоянным, так и переменным. В последнем случае мы имеем колебательный процесс, подобный тому, как это происходит в системе маятника. Непосредствен-

ная передача энергии от двигателя внутреннего сгорания к маховику практически не эффективна, так как большой маховик обладает высокой инерцией, и для его раскручивания требуется первоначально приложить большой момент, что приведет к провалам в работе двигателя внутреннего сгорания. Таким образом, для стабилизации потока энергии от двигателя к накопителю (маховику) требуется применение ступенчатого редуктора [2, 6–8, 11, 13]. Этот редуктор даже в идеальном варианте будет иметь избыточные потери на трение, которые возрастают по экспоненте с увеличением количества передач. Даже с использованием вариатора в приводе маховика не устранил этот недостаток [3, 4, 9]. Если использовать дополнительные приводы в виде электромотора, то это снижает эффективность за счет двукратного преобразования энергии: двигатель-генератор-электромотор-маховик. Таким образом, применение маховика в этой части требований выглядит проблематично.

Использование сжатого воздуха кажется более гибким вариантом. Здесь также возможна подача энергии как постоянным потоком, так и порциями, но определять величину потока будет компрессор. Компрессор в случае использования этого способа накопления энергии должен устанавливаться непосредственно на двигатель внутреннего сгорания. Такие конструкции общеизвестны и используются на каждом сельскохозяйственном агрегате. Однако компрессор в этом случае должен работать постоянно, так как в противном случае существенно падает эффективность его применения. Еще он должен иметь размеры существенно больше тех, что сейчас устанавливаются на двигателе внутреннего сгорания сельскохозяйственных мобильных агрегатов и грузовых автомобилей, поскольку там они используются для вспомогательной функции и имеют слишком низкие величины потока запасаемой энергии [1, 3, 10–16].

Использование электрических аккумуляторов тоже не такое простое дело. Каждый из аккумуляторов имеет свои возможности и превышать их нельзя. Поэтому для каждого из них имеются жесткие ограничения по величине входного потока энергии (тока), однако аккумуляторы имеют очень гибкие возможности по сборке их различного вида батареи, где входящий поток будет делиться на несколько элементов, и тем самым снижаться до приемлемого уровня. Все это может быть осуществлено автоматически, без вмешательства механизатора, в зависимости от величины входного

потока. Генератор в этом случае тоже может быть использован таким образом, чтобы включаться в работу при необходимой величине потока мощности. Кроме этого генератор может быть расположен в наиболее подходящем месте силового агрегата в зависимости от других требований. Рост массы и габаритов генератора в зависимости от роста потока энергии в этом способе не такой критический, как в предыдущих случаях. Именно поэтому данный вид преобразования энергии и можно признать наиболее перспективным в этой части.

2. Защита от превышения объема поступающей энергии в накопитель.

В мобильном сельскохозяйственном агрегате поступление энергии происходит в основном неравномерно [1, 10–12]. Это накладывает определенные требования на привод маховика. При этом скорость изменения величины потока слишком высока для срабатывания механической системы (редуктора или вариатора), что может приводить к поломкам привода, и сам по себе привод маховика будет являться наименее надежным элементом во всей системе механического накопителя энергии.

Для предотвращения аварийных ситуаций с накопителем энергии в пневматическом накопителе существует простой элемент – пневматический клапан, который будет отсекают избыточный поток энергии, выбрасывая его обратно в атмосферу.

При использовании электрических аккумуляторов поток энергии будет контролироваться специальной электронной схемой и распределяться автоматически.

3. Переход от аварийного режима накопителя к рабочему режиму.

Переход от аварийного режима накопления энергии к рабочему для маховика связан с изменениями передаточного отношения в приводе. Это в свою очередь требует автоматического переключения привода. Такое возможно только при использовании вариатора, но даже вариатор будет иметь высокую инерцию изменения передаточного отношения, что не даст оперативно произвести переключение.

Для пневматического накопителя переход от аварийного режима к рабочему будет определяться скоростью срабатывания аварийного клапана. Для современных элементов пневмопривода скорость срабатывания не превышает десятых долей секунды, что вполне соответствует предъявляемым требованиям. Для элек-

троаккумулятора переход от аварийного режима к рабочему будет происходить наиболее быстро и в автоматическом режиме.

4. Сохранение накопленной энергии.

Сохранение накопленной энергии является одним из самых важных свойств, определяющих, имеет ли смысл использовать тот или иной способ сохранения энергии. Маховик с этой точки зрения является самым неудачным способом. Дело в том, что маховик сохраняет запасенную энергию только при вращении, и чем выше скорость вращения, тем больше потери, кроме того на сохранение энергии сильно влияют такие эксплуатационные показатели, как величина и интенсивность вибрации и гироскопический эффект. Причем чем больше маховик, тем выше его инерция, тем больше нагрузка на опоры и выше механические потери. В этом смысле из-за динамического состояния маховик обладает худшими показателями сохранения накопленной энергии.

Пневматическая система в рабочем состоянии практически неподвижна и при хорошей герметизации имеет отличные показатели сохранности накопленной энергии.

Электрический аккумулятор может иметь разные показатели сохранности в зависимости от его химической основы. Здесь кроме саморазряда, которым обладают все виды аккумуляторов, имеет значение такой показатель, как эффект памяти, который порой существенно снижает емкость аккумуляторов. Но в любом случае эти потери существенно ниже, чем потери от трения в механической системе с маховиком.

5. Влияние эксплуатационных факторов на надежность накопления энергии.

Механические системы являются устойчивыми к неблагоприятным погодным условиям эксплуатации, и в этом случае стабильность показателей будет достаточно высокая. С другой стороны, система находится постоянно в динамике, и при этом происходит износ системы. Таким образом, для сохранения такой системы в исправном состоянии требуется постоянное обслуживание, что порой бывает затруднительно.

Пневматическая система наиболее стабильна в случае перепада температур и давлений, при механической вибрации.

Электрические аккумуляторы имеют свои особенности эксплуатации в зависимости от вида химических реакций, проходящих при заряде и разряде, но в любом случае изменение условий эксплуатации ведет к изменениям надежности работы аккумуля-

торов. Например, наиболее эффективные литий-ионные аккумуляторы не могут работать при температурах выше 45 °С – они могут воспламениться или даже взорваться. При температурах ниже -5 °С их емкость критично падает. Таким образом, для надежной работы им требуются дополнительные сложные и дорогостоящие устройства стабилизации условий эксплуатации.

6. Плавность отдачи энергии.

Контролировать величину отдачи энергии от маховика достаточно сложно ввиду двух причин:

- необходимо постоянно согласовывать скорость вращения самого маховика (переменная величина по мере расхода кинетической энергии) и скорости вращения механизмов трансмиссии, куда передается энергия (тоже переменная величина);

- сложно дозировать величину передачи энергии из-за большой инерции маховика.

Регулировка подачи энергии из пневматического аккумулятора может быть произведена при помощи редуктора, который может быть установлен перед пневматическим мотором.

Регулировка подачи энергии от электрического аккумулятора может быть осуществлена при помощи специального тиристорного регулирующего устройства.

7. КПД переноса энергии в накопитель и обратно.

Важную роль в выборе типа накопителя энергии играет преобразование этой энергии при поступлении в накопитель или при выходе из него.

Использование маховика в качестве накопителя не предполагает преобразования энергии из одного вида в другой, но использование маховика в качестве накопителя энергии требует применения специального вариатора для согласования частоты вращения маховика и трансмиссии при запасании и отдаче энергии. Тем самым общее значение КПД при такой работе не может превышать 75 %, а с учетом сохранности накопленной энергии может опускаться и до 50 %.

Использование пневматического аккумулятора в качестве накопителя требует преобразования механической энергии в потенциальную энергию избыточного давления газа в баллонах накопителя. Такое преобразование для современных насосов и пневматическим моторов может достигать 80 и 75 % соответственно, т.е. общий КПД при работе такой системы не превысит 60 %.

Использование электрических аккумуляторов подразумевает двойное преобразование энергии:

- при поступлении в накопитель механическая – электрическая – химическая;
- при поступлении из накопителя химическая – электрическая – механическая.

Кроме того, необходимо учесть и то, что генераторы проще всего делать переменного тока, а аккумуляторы бывают только постоянного тока. На преобразование из одного вида тока в другой тоже теряется часть энергии, поступающей на преобразование. Таким образом, при использовании в качестве накопителя электрического аккумулятора общее КПД преобразования энергии будет не выше, чем при использовании других видов накопителей, но электрический аккумулятор обладает рядом удобств при его использовании.

Выводы:

1. Маховик в качестве накопителя энергии может быть использован только при кратковременной компенсации рассогласования мощности двигателя и мощности сопротивления. При этом требуется применение вариатора для согласования скоростей вращения маховика и трансмиссии.

2. Применение в качестве накопителя пневматической системы позволяет дозировать получение и расход энергии в широких пределах, но требует обеспечения стабильности показателей носителя энергии (сжатого воздуха) в реальных условиях эксплуатации.

3. Применение электрического аккумулятора может дать очень гибкую систему трансформации энергии. При этом стоит отметить, что запасенная энергия может сохраняться на достигнутом уровне относительно долго.

Список литературы

1. Селифанов, С. Е. Предпосылки для разработки комплексов машин / С. Е. Селифанов, В. М. Федоров // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА – 2021 – С. 172–176.

2. Федоров, В. М. Исследование параметров трактора Т-25 при использовании в качестве энергоустановки бензинового двигателя с повышенной степенью сжатия / В. М. Федоров, С. А. Юферев, С. Е. Селифанов // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 12–15 февраля 2013 г. – Ижевск: ФГОУ ВО Ижевская ГСХА, 2013. – Т. 2. – С. 105–109.

3. Федоров, В. М. Принцип адаптации переподжатого газового двигателя с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием к использованию на тракторе / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Научное обоснование технологии для интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международ. науч.–практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 2. – С. 67–83.

4. Федоров, В. М. Разработка переподжатого газового двигателя, реализующего цикл дизеля / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – Т. 3. – С. 194–196.

5. Федоров, В. М. Комбинированная энергоустановка для мобильной сельхозмашины / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Сельский механизатор, 2020. – № 10. – С. 10–11.

6. Федоров, В. М. Проблемы выбора степени сжатия для переподжатого газового двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики Григория Андреевича Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника ВПО РФ Бориса Дмитриевича Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 88–95.

7. Федоров, В. М. Особенности организации использования газового топлива в мобильной технике сельскохозяйственных предприятий Удмуртской Республики / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики Григория Андреевича Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Бориса Дмитриевича Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 85–88.

8. Федоров, В. М. Обоснование степени сжатия для переподжатого газового двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Аграрное образование и наука – в развитии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова Александра Ивановича. В 2-х томах – Ижевск: ФГОУ ВО Ижевская ГСХА. – 2020. – Т. 1. – С. 142–147.

9. Федоров, В. М. Структура системы регулирования и управления переподжатым газовым двигателем / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск: ФГОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 201–205.

10. Федоров, В. М. Обоснование параметров газовых двигателей мобильных машин, предназначенных для работы в сельском хозяйстве / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 278–284.

11. Федоров, В. М. Проект газового двигателя для мобильной сельскохозяйственной машины / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 284–291.

12. Федоров, В. М. Сравнение возможностей обработки почвы трактором Т-25 в варианте использования жидкого и газообразного топлива / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 291–298.

13. Федоров, В. М. Сравнение способов газификации мобильной сельскохозяйственной машины, используемой для обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 298–305.

14. Федоров, В. М. Обоснование параметров газовых двигателей конвертированных их дизелей Д-130 / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Динамика механических систем: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань: ФГОУ ВО Казанский ГАУ, 2021. – С. 85–89.

15. Федоров, В. М. Влияние способа конвертации дизеля на внешний тепловой баланс двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 16–17 декабря 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 199–208.

16. Федоров, В. М. Разработка методики экспериментальных исследований переподжатога газового двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 16–17 декабря 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 208–216.

И. Т. Хакимов, М. Р. Кудрин

Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ И РЕЛАКСАЦИИ ПОЛИМЕРНО-ПЕСЧАНЫХ КОМПОЗИТОВ

Одним из видов композитных материалов, применяемых при строительстве теплиц, является полимерно-песчаная смесь (ППС), к основным преимуществам которой можно отнести высокую коррозионную и химическую стойкость; возможность использования в условиях повышенной влажности, сезонных и суточных температурных перепадов; возможность поставки в виде отдельно собранных, легко транспортируемых, заменяемых и наращиваемых модульных конструкций; снижение расходов на изготовление изделий, их монтаж и эксплуатацию. Исследуемый материал является вязкоупругим. Скорость ползучести за первые 10 минут сравнительно высока и составляет 0,01...0,08 мм/мин, после резко снижается и остается малой (менее 0,009 мм/мин) в течение десятков часов. Данные механические характеристики необходимо учитывать при проектировании теплиц с конструктивными элементами из ППС.

Актуальность. Полимерно-песчаная смесь (ППС) – композитный материал, который снижает материалоемкость возведения теплиц, за счет своей низкой стоимости, малой плотности, прочности и долговечности. В результате не только в несколько раз сокращается расход древесины, цемента и стали, но и значительно возрастает долговечность построек. Этот материал идет на изготовление различных строительных предметов, например, для изготовления строительных плит (рис. 1).



Рисунок 1 – Строительные плиты для теплиц из полимерно-песчаной смеси

Ожидаемый срок службы каждой такой плиты составляет не менее 50 лет в самых сложных климатических условиях. Однако внедрение таких изделий, в том числе на предприятиях АПК, требует исследования и подтверждения их свойств соответствующими

щим нормативным требованиям. Поэтому при проектировании теплиц необходимо обосновать конструкционные параметры изделий при различных видах сопротивления, расчет которых зависит от механических характеристик ППС [1, 4, 5, 7–13, 16, 21–24].

Материалы и методы. Методы механических испытаний регламентированы государственными стандартами, и лабораторные исследования ППС проведены в соответствие с ними [2, 3, 14, 15, 17–20, 25, 27–32]. В составе ППС содержится 22–27 % полимерных материалов, 60–75 % песка и до 3 % добавок (пигменты, пластификаторы, стабилизаторы). Заготовки призматической формы для полимерно-песчаных образцов вырезались из плитки для теплиц. Образцы цилиндрической формы изготавливались из заготовок на токарном станке. Исследование ползучести проводилось на консольно-нагруженных образцах рабочей длиной $l = 100 \dots 105$ мм, диаметром $d = 17,7 \dots 17,8$ мм при нагрузке $P = 10$ Н (рис. 2).

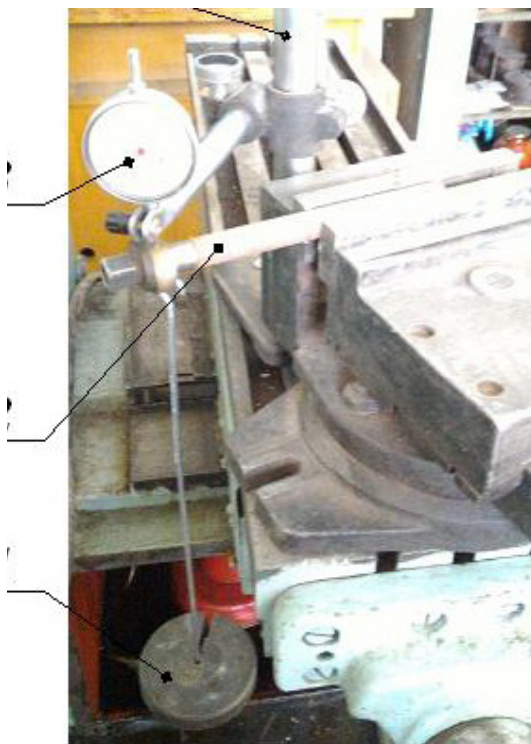


Рисунок 2 – Стенд для исследования ползучести образца из ППС:
1 – серьга с гирей; 2 – исследуемый образец; 3 – индикатор; 4 – кронштейн

Результаты исследования. Расчетные напряжения в жесткой заделке составили [26]

$$\sigma = \frac{32Pl}{\pi d^3} = 1,8 \dots 2,0 \text{ МПа.} \quad (1)$$

Затем строились диаграммы ползучести – изменение прогиба w и скорости деформации dw/dt с течением времени t . На рисунке 3 показаны результаты исследования ползучести круглого образца диаметром 17,77 мм, рабочей длиной 100 мм при нагрузке 10 Н и температуре 21–23 °С за период времени нагружения 3 часа (180 мин.) и на рисунке 4 – за 24 часа нагружения (1440 мин.).

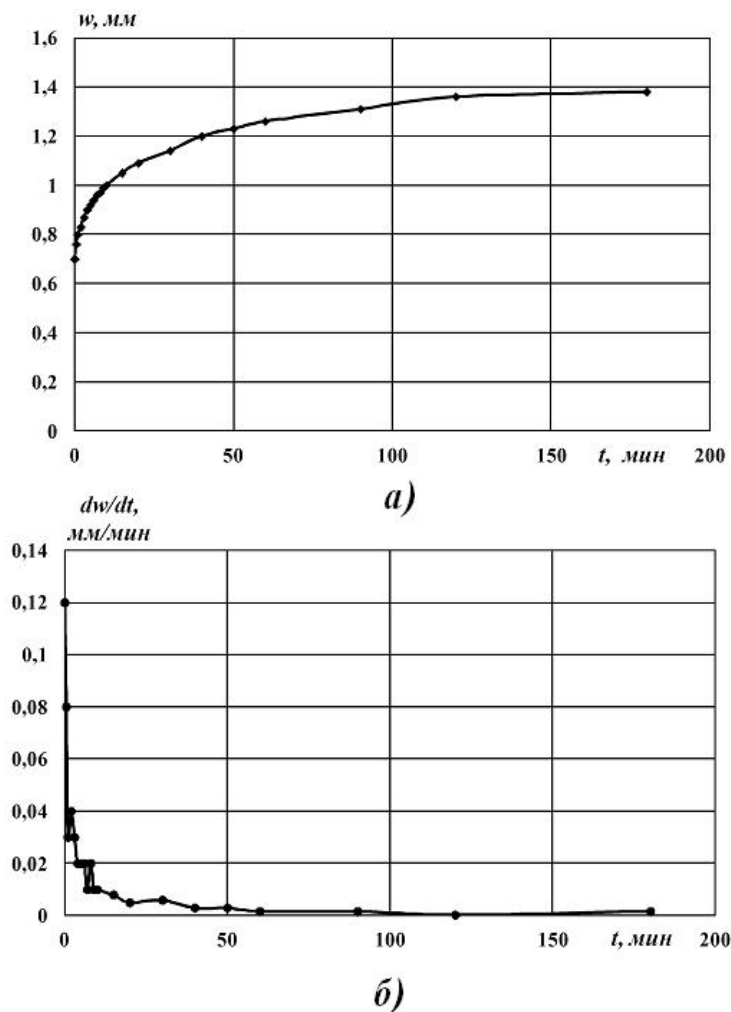


Рисунок 3 – Исследование ползучести образца из ППС при нагрузке 10 Н за первые 3 часа:
а) диаграмма ползучести; б) график скорости деформации в зависимости от времени нагружения

Проведенный анализ показал, что исследуемый материал является вязкоупругим. Скорость ползучести за первые 0,5...10 минут сравнительно высока и составляет 0,01...0,08 мм/мин, после резко снижается и остается малой (менее 0,009 мм/мин) в течение десятков часов.

После снятия внешней нагрузки остаточная деформация составила $w_{ост} = 0,71$ мм, время релаксации, т.е. время, за которое

остаточная деформация уменьшается в ϵ раз, определить не удастся. На рисунке 5 представлена диаграмма релаксации образца из ППС.

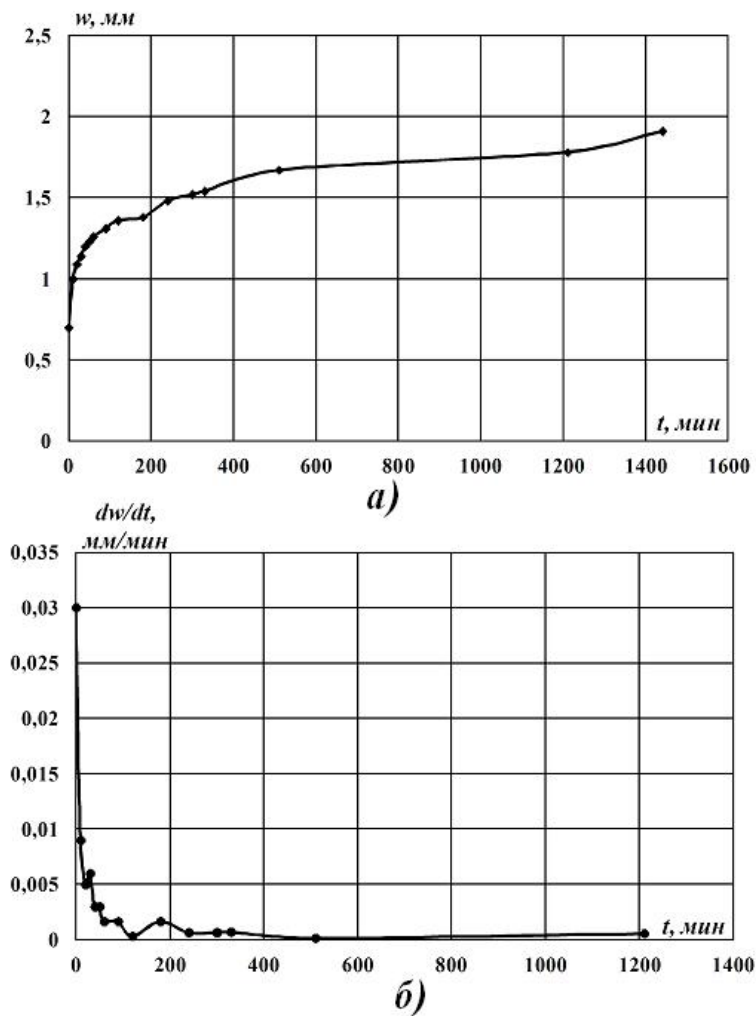


Рисунок 4 – Исследование ползучести образца из ППС при нагрузке 10 Н за 24 часа:

а) диаграмма ползучести; б) график скорости деформации в зависимости от времени нагружения

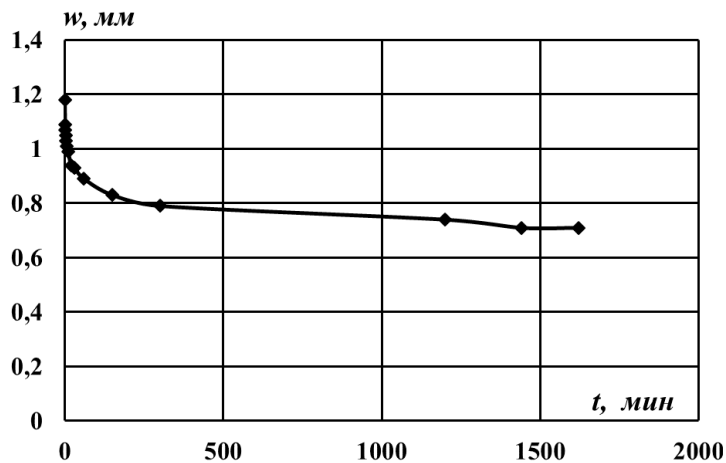


Рисунок 5 – Диаграмма релаксации образца из ППС

Выводы. Исследуемый материал является вязкоупругим. Скорость ползучести консолюно-нагруженных образцов длиной $l = 100...105$ мм, диаметром $d = 17,7...17,8$ мм при нагрузке $P = 10$ Н за первые $0,5...10$ минут сравнительно высока и составляет $0,01...0,08$ миллиметров прогиба в минуту, после резко снижается и остается малой (менее $0,009$ мм/мин.) в течение десятков часов. Данные механические характеристики необходимо учитывать при проектировании теплиц с конструктивными элементами из ППС.

Список литературы

1. Автономная система электроснабжения установки для обеззараживания поверхностей ИК-излучением в защищенном грунте / И. Г. Пospelова, И. В. Возмищев, А. М. Ниязов [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69. – № 2 (47). – С. 20–24.
2. 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 выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2139–2144.
3. Гуменников, Д. В. Исследование прочности при изгибе образцов из пластика PLA для 3D-печати деталей механизмов / Д. В. Гуменников // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск : УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 675–679.
4. Дородов, П. В. Исследование напряжений на линии сопряжения ступенчатой пластины / П. В. Дородов // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 2 (25). – С. 36.
5. Дородов, П. В. Исследование напряженного состояния в пластине, ослабленной концентратором напряжений / П. В. Дородов, И. Г. Пospelова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 67–70.
6. Дородов, П. В. О запасе прочности и оценке надежности узлов металлоконструкций / П. В. Дородов, А. В. Кулагин // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 2 (20). – С. 420–423.
7. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в переходном сечении ступенчатой балки при изгибе / П. В. Дородов, В. А. Петров, И. Т. Хакимов // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т., Ижевск, 28 февраля – 05 марта 2023 г. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 3. – С. 8–15.
8. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П. В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата Госу-

дарственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова Александра Ивановича. В 2-х томах, Ижевск, 20 июля 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. II. – С. 61–66.

9. Дородов, П. В. Определение несущей способности полурамы на базе трактора ЛТИ / П. В. Дородов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, Майский, 24 января 2018 г. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина, 2018. – С. 65–69.

10. Дородов, П. В. Оптимальное проектирование разгрузочных отверстий вблизи вершины растущей трещины в плоских деталях / П. В. Дородов // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова, Ижевск, 14–15 декабря 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 229–238.

11. Дородов, П. В. Приведение краевой задачи для плоского упругого тела к одному особому интегральному уравнению / П. В. Дородов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 80. – С. 1–10.

12. 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 г. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231–237.

13. Дородов, П. В. Расчет оптимального радиуса прутка элеватора картофелеуборочной машины / П. В. Дородов, И. Т. Хакимов // Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника высшей школы РФ, профессора Александра Степановича Башкова, Ижевск, 15–18 ноября 2022 г. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – С. 334–342.

14. Иванов, Г. Н. Исследование изгибной прочности пластика PET-G при изготовлении деталей способом трехмерной печати / Г. Н. Иванов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск : УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 689–693.

15. Игнатъев, К. А. Испытание на растяжение образцов из пластика PET-G для 3D-печати деталей машин / К. А. Игнатъев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2197–2200.

16. Интерферометр для определения нормальных напряжений в плоских прозрачных моделях / В. П. Беркутов, Н. В. Гусева, П. В. Дородов, М. М. Киселев // Датчики и системы. – 2009. – № 2. – С. 26–29.

17. К вопросу адгезионной прочности керамических покрытий со стальной поверхностью / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, П. В. Дородов [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4 (72). – С. 58–64.
18. Карнаухов, И. С. Исследование ползучести и релаксации пластика PLA для изготовления деталей способом трехмерной печати / И. С. Карнаухов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск : УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 698–704.
19. Касьянов, А. Н. Об ударной прочности пластика PET-G для 3D-печати деталей при физическом моделировании / А. Н. Касьянов, М. К. Крестьянинов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1269–1274.
20. Кислицин, В. В. Определение вязкоупругих характеристик пластика PET-G для 3D-принтера / В. В. Кислицин, Д. А. Шмыков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1274–1281.
21. 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.
22. Повышение эффективности грохотных картофелесортирующих машин путем совершенствования привода с модификацией алгоритма движения решет / А. Г. Иванов, М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 13–19.
23. 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.
24. 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.
25. Степанов, К. И. Исследование ударной вязкости пластика PLA для трехмерной печати моделей деталей / К. И. Степанов, Д. А. Алексеев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1353–1359.
26. Техническая механика. Инженерная подготовка в техносферной безопасности. Упрощенный курс «Кинематика» для студентов технических специальностей УдГУ: учебно-методическое пособие. – Ижевск: Удмуртский государственный университет, 2023. – 67 с.
27. Тронин, Д. М. Испытание на сжатие образцов из пластика PET-G для трехмерной печати деталей механизмов / Д. М. Тронин // Научные труды сту-

дентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2288–2292.

28. Хакимов, Д. Р. Испытание на растяжение образцов из пластика PLA для 3D-печати конструкционных элементов / Д. Р. Хакимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2304–2307.

29. Ширококов, В. В. Исследование жесткости пластика PLA для трехмерной печати деталей при физическом моделировании / В. В. Ширококов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: УдГАУ, 2023. – Т. 1 (16). – С. 1373–1379.

30. Ширококов, В. В. О ползучести и релаксации пластика PET-G для 3D-печати деталей при моделировании конструктивных элементов / В. В. Ширококов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск : УдГАУ, 2022. – Т. 2 (15). – С. 794–800.

31. 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 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042039.

32. 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 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042037.

УДК 621.43.035/.037

А. В. Храмешин, С. М. Ширококов

Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КЛАПАНА КАРБЮРАТОРА

Рассмотрена конструкция электромагнитного клапана. Приведен способ по увеличению пропускной способности жиклера.

Актуальность. Многие автомобили до нашего времени были оснащены карбюраторной системой питания двигателя. И те, кто когда-то ездил или продолжает передвигаться на таких автомобилях, знает, что при недостаточном качестве топлива и определенной засоренности топливного бака, а также фильтра, засоря-

ется карбюратор. И если мусор не задерживается в фильтрах грубой и тонкой очистки, то он непосредственно останется в жиклерах. А если приглядеться, то отверстие жиклера электромагнитного клапана самое маленькое, поэтому оно принимает на себя весь удар, то есть засоряется отлично.

Целью работы стало усовершенствование пропускной способности электромагнитного клапана.

Методика исследования. При проведении исследований используется метод, основанный на анализе конструкции электромагнитного клапана карбюратора, теоретические и экспериментальные исследования параметров, характеризующие его работу, а также увеличение отверстия жиклера.

Результаты исследования. Электромагнитный клапан карбюратора предназначен для регулировки подачи топливной смеси в обход дроссельной заслонки, которой управляет педаль акселератора. В режиме холостого хода топливная смесь поступает во впускной коллектор двигателя внутреннего сгорания через специальный канал. Именно поэтому этот клапан называют регулятором холостого хода автомобиля. Главная задача клапана – это прекращение подачи топливной смеси в инерционных режимах, что, например, позволяет осуществлять торможение двигателем и движение накатом. Движение запорной иглы клапана осуществляется поступающими электрическими импульсами от блока управления. Как только происходит нажатие на педаль газа, клапан переходит в открытое положение, а игла выдвигается. На холостом ходу клапан переходит в закрытое положение.

Итак, электромагнитный клапан карбюратора – это устройство, которое работает от электрической сети автомобиля и выполняет вполне конкретные функции. Используется он для организации стабильного и оптимального холостого хода в принудительном режиме работы мотора.

Суть оптимизации заключается в том, что при работе двигателя в не требующих большого потребления топлива режимах [1, 4, 6] (переход на пониженную передачу, качение по инерции и иных), данный клапан отключает его подачу, совершенно не привлекая к движению заслонку дросселя. Происходит это передачей топлива по специальным каналам на холостом ходу. В ходе данной транспортировки функционируют лишь жиклёры холостого хода, клапана и некоторые пути в карбюраторе, то есть его камеры и дроссельная заслонка совершенно бездействуют.

В итоге удаётся:

1. Экономить топливо при работе двигателя в ранее отмеченном режиме принудительного хода.
2. Организовать стабильный и оптимизированный холостой ход.
3. Обеспечить качественный и беспроблемный прогрев двигателя при запуске.
4. Исключить лишние движения дроссельной заслонки и ряда других узлов карбюратора.
5. Оптимизировать работу двигателя целиком, что значительно продлевает срок службы.

Отметим, что работает экономайзер под управлением специального узла, который называется «блок управления электромагнитным клапаном карбюратора». Данное устройство постоянно контролирует работу мотора (рис. 1), основываясь на показаниях датчика оборотов, температуры двигателя и т.д. После чего, подавая соответствующие указания в ЭПХХ, а он, посредством движения иглы, либо перекрывает до нужного положения каналы, либо, наоборот, их открывает. В целом, особых сложностей в работающем экономайзере нет.

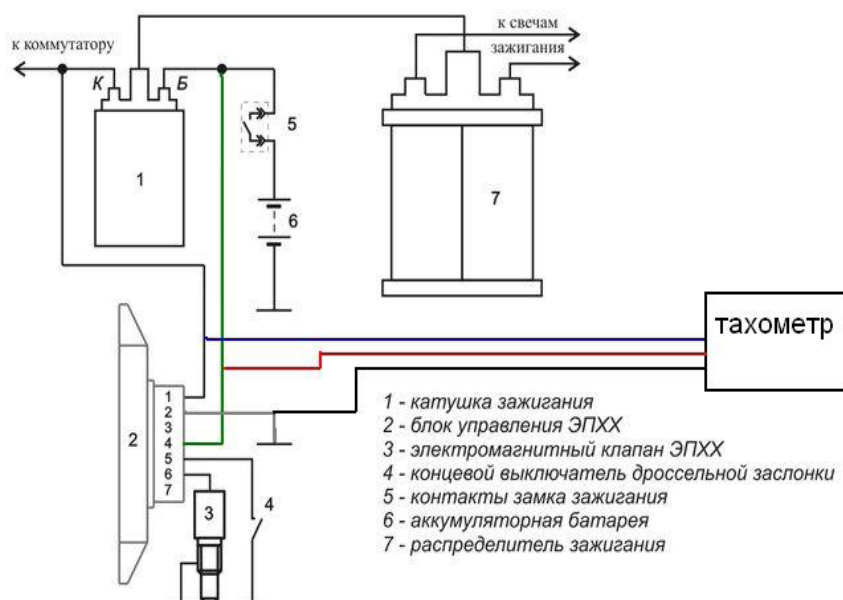


Рисунок 1 – Схема взаимодействия элементов

Возможные неполадки. Электромагнитный клапан – вполне надежный в плане работы узел автомобиля. Особо частых поломок с ним не случается, но и вечным его не назвать [2, 3, 5]. В связи с тем, что на территории постсоветского пространства чаще всего

используются электромагнитные клапаны карбюраторов «Солекс» и карбюраторов «ДААЗ», то давайте рассмотрим типовые неполадки клапана именно на их примере:

1. Забился жиклер клапана. Происходит такая неполадка совместно с общими неполадками работы карбюратора на всех режимах работы двигателя. Устраняется данная неисправность путём разборки карбюратора, его продувки и полной прочистки. При этом особое внимание стоит уделить именно жиклёру электромагнитного клапана, а также каналам карбюратора, которые с ним взаимодействуют.

2. Игла клапана заклинила в каком-либо положении или другие устройства вышли из строя (пружинка, сердечник). Проявляется эта неисправность в виде отсутствия признаков работы экономайзера. Не работающий ЭПХХ в подобном случае зачастую ремонту не подлежит. Хотя в некоторых ситуациях помогает снятие клапана с карбюратора, его промывка и последующее подключение к другому источнику питания. Если узел вновь не хочет выполнять свои обязанности, то заменить его всё же придется.

3. Повредился провод подключения. Проблема распространенная, случающаяся зачастую из-за низкого качества производства клапана. Диагностируется эта проблема посредством подключения клапана к иному источнику тока (вне сети автомобиля) и проверки его работы при движении провода подключения в разных направлениях. Ремонту она скорее всего не поддастся, однако в качестве запасного варианта можно попробовать просто заменить провод, или иным способом устранить пробой в цепи.

4. Неисправен блок управления ЭПХХ. В этой ситуации сам клапан работает вполне исправно при подключении его к другому источнику питания, однако во время нахождения в карбюраторе он не функционирует. Решается такая проблема путём замены блока управления.

5. Электромагнитный клапан имеет производственный брак. Такое, к слову, встречается в наше время очень часто. Удивительно, но бывали случаи, когда из 10–20 ЭПХХ, лежащих на прилавке магазина, работали только 2–3 экземпляра. Если всё же так получилось, то придется просто заменить клапан на новый.

Выводы. Именно первая причина не дает покоя многим. Думая, как решить это, пришла идея увеличить пропускную способность жиклера. Но при этой доработке холостые обороты двигателя, несомненно, станут выше, но ненамного. Так как на стан-

дартном карбюраторном двигателе холостые обороты держатся в пределах 850–900 оборотов в минуту, то с доработанным электромагнитным клапаном этот интервал сместится до 870–920 оборотов в минуту. На стандартном жиклере холостого хода автомобиля ВАЗ стоит обозначение 42, предлагается установить на место данного другой жиклер с обозначением от 45 до 50. В данном случае разница в холостых оборотах будет совсем не значительна, но пропускная способность будет значительно выше, чего и требовалось достичь, изучая данную проблему.

Список литературы

1. Ремонт автомобилей ВАЗ с пробегом в схемах и фотографиях: сайт. – Два карбюратора, 2023. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://twokarburators.ru> (дата обращения 20.10.2023 г.).
2. Гузев, И. Г. Правила охраны труда как фактор, предохраняющий негативное влияние на персонал / И. Г. Гузев, К. А. Варанкин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – Т. 1 (14). – С. 2163–2166.
3. Всё о двигателях автомобилей. // Смартмотор: интернетпортал. – URL: <https://swarmotor.ru> (дата публикации: 21 октября 2023).
4. Храмешин, А. В. Моделирование в агроинженерии: учебное пособие по изучению дисциплины и задания для контрольной работы студентами, обучающимися по направлениям подготовки «Агроинженерия», «Технология продукции и организация общественного питания» / А. В. Храмешин. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 45 с.
5. Водитель авто. Оборудование и аксессуары для автомобилей : сайт. – Москва, 2023. – URL: <https://voditelauto.ru> (дата обращения 20.10.2023 г.).
6. Моделирование чрезвычайных ситуаций: Методические указания для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Техносферная безопасность», квалификация «бакалавр». – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – 68 с.

СОДЕРЖАНИЕ

К 70-летию Ильдуса Шамилевича Фатыхова. 3

Р. Р. Исмагилов

Вклад профессора И. Ш. Фатыхова в агрономическую науку
и подготовку научных кадров Башкортостана 6

Н. И. Касаткина

Научная школа профессора Ильдуса Шамилевича Фатыхова
в Удмуртском НИИСХ УдмФИЦ УрО РАН. 9

РАСТЕНИЕВОДСТВО, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, СЕЛЕКЦИЯ

Э. Ф. Вафина, М. А. Ложкин

Особенности формирования стеблестоя
сортами озимой тритикале. 16

Р. И. Гараев, И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов

Способ повышения белковости
зерна яровой пшеницы полбы
(*Triticum Dicocum Schoebl*) 20

**В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова,
И. Ш. Фатыхов, Г. Р. Галиева, Ч. М. Исламова**

Изменение состава масла
и белка семян сортов льна масличного 24

Л. В. Елисеева

Эффективность применения микроудобрения
АгроНАН при выращивании зерновых бобовых культур
в условиях Чувашской Республики 29

**Ч. М. Исламова, Б. Б. Борисов, Е. В. Корепанова,
И. Ш. Фатыхов, В. Н. Гореева**

Аминокислотный состав белка яровой пшеницы Ирень
в зависимости от абиотических условий 34

Ч. М. Исламова, Г. Р. Галиева

Содержание клейковины
в зерне сортов яровой мягкой пшеницы 39

| | |
|---|----|
| Ч. М. Исламова, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева Урожайность зеленой массы и сухого вещества многолетней пшеницы (<i>Tritictrigia Cziczinii</i>) в зависимости от нормы высева семян | 44 |
| Ч. М. Исламова, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, В. Г. Колесникова, В. А. Капеев, В. В. Зорина, И. Ш. Фатыхов Урожайность кукурузы при орошении | 49 |
| Ч. М. Исламова, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, И. Ш. Фатыхов Яровая пшеница в земледелии Удмуртской Республики | 54 |
| Р. Р. Исмагилов, Р. К. Кадиков, Р. Р. Абдулвалеев Сравнительная оценка сортов озимой ржи по надземной массе | 59 |
| В. Г. Колесникова, О. В. Коробейникова Пораженность сортов овса болезнями | 66 |
| В. Г. Колесникова, О. В. Коробейникова Степень повреждения растений овса вредителями | 71 |
| Ж. С. Нелюбина, Н. И. Касаткина, И. Ш. Фатыхов Оптимизация технологии возделывания многолетних трав в Среднем Предуралье | 75 |
| Е. В. Петрова, Н. С. Толчанова, М. З. Салимзянов Анализ методов защиты озимой пшеницы от болезней и вредителей | 82 |
| А. В. Старцева, Э. Д. Акманаев Влияние биопрепаратов на пораженность корневой гнилью озимой тритикале Цекад 90 | 89 |
| Т. А. Строт, О. В. Коробейникова, А. В. Никитина, Т. И. Печникова Анализ клубней сортов картофеля на поврежденность вредителями | 93 |

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

- Э. Ф. Вафина, Н. И. Мазунина,
А. В. Мильчакова, О. В. Эсенкулова**
Программирование урожайности сухого вещества
кукурузы в Удмуртской Республике. 99
- В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова,
Г. Р. Галиева, Ч. М. Исламова**
Технические культуры в Удмуртской Республике 105
- Л. М. Колбина**
Пчелопольная, пчелоклеверная система полеводства 112
- В. З. Латфуллин, О. В. Эсенкулова**
Опыт использования биопрепаратов
в условиях органического ведения хозяйства 116
- В. З. Латфуллин, О. В. Эсенкулова, Э. Ф. Вафина**
Опыт применения системы параллельного вождения
в ООО «Экоферма «Дубровское» 121
- М. В. Миронова, О. П. Князева, П. Б. Акмаров**
Многофакторная модель оценки урожайности
зерновых культур 126
- Л. О. Тронина, И. М. Кудрявцев**
Активность бактерий рода *Azotobacter*
в монозарослях борщевика Сосновского
на разных типах почв Удмуртской Республики 131
- В. Б. Троц, Н. М. Троц**
Агроклиматические ресурсы КФХ «Цирулев Е.П.»
Приволжского района Самарской области 138
- В. Б. Троц, Н. М. Троц**
Приемы поддержания баланса гумуса в севооборотах
АО «Нива» Ставропольского района Самарской области 144

АГРОХИМИЯ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- А. Н. Исупов, М. М. Киселев, О. Н. Крылов**
Влияние предпосевной лазерной обработки семян
на урожайность озимой ржи 152

А. Ю. Карпова, М. Э. Бульда
Эффективность биологического удобрения «БиоГуми»
при выращивании перцев 155

М. В. Якимов, В. Ю. Якимова, А. А. Носков
Загрязнение почв лесных экосистем 159

ПЛОДООВОЩЕВОДСТВО

В. Л. Бопп
Сравнительная оценка влияния удобрений
на зимостойкость смородины красной 164

Т. Е. Иванова
Сравнительная оценка продуктивности
сортов моркови столовой. 167

Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова
Урожайность озимого чеснока
в зависимости от фракции однозубок и подкормок 172

Л. А. Несмелова
Сортоизучение земляники садовой 177

Е. В. Соколова, А. С. Кустов
Анализ агрохимических показателей почвы
и их соответствие требованиям столовых корнеплодов 184

Т. Н. Тутова
Продуктивность растения сортов лука порея. 187

ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

А. М. Агбаева, К. В. Анисимова
Исследование качества бездрожжевого хлеба
в торговой сети г. Ижевска. 191

А. М. Агбаева, Д. С. Котов, М. З. Салимзянов
Исследование качества муки в торговой сети г. Ижевска 196

А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина, А. А. Воронина
Стекловидность как показатель качества зерна 203

Т. Н. Рябова, А. А. Мартынова
Использование хрена в производстве кваса206

ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**И. В. Бадретдинова, М. С. Самигуллин,
Д. Р. Бадретдинова**
Съедобная упаковка из жмыха семян льна211

Д. А. Вахрамеев, Г. М. Хлебов, Р. А. Шкляев
Исследование зависимости компрессии
в цилиндрах дизельного двигателя
от температуры окружающего воздуха215

Е. И. Веретенникова
Обеспечение безопасности жизнедеятельности
работников при выполнении механизированных работ
в сельском хозяйстве219

Р. И. Гаврилов, В. А. Николаев
Об усталостной долговечности
полимерно-песчаных изделий224

**И. А. Дерюшев, М. А. Савельева,
Д. А. Бобров, С. А. Антонова**
Торфяной питательный субстрат (ТПС)
при посеве овощных культур231

П. В. Дородов
О прочности композитов
из полимерно-песчаной смеси для теплиц237

Я. А. Жидков, И. В. Бадретдинова
Экологичная биоразлагаемая упаковка
с антимикробным эффектом244

С. П. Игнатьев
Совершенствование технологии рециклинга органики
в сельскохозяйственном производстве250

М. М. Киселев, А. В. Костин
Определение ударной вязкости композитов
из полимерно-песчаной смеси.256

| | |
|---|------|
| А. В. Костин, М. А. Шитеев, А. М. Иванов, Д. А. Коротаев Расчет прочностных характеристик грохотной картофелекопалки ККМ-1 | .262 |
| М. Р. Кудрин, К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев Новые условия содержания и организация кормления коров в хозяйстве | .267 |
| А. А. Ломаев, К. Л. Воронцов, А. Г. Иванов, Л. Я. Лебедев, Ф. Р. Арсланов Оценка производительности ворохоочистителя | .271 |
| А. А. Ломаев, К. Л. Воронцов Перспективы развития ворохоочистителей в картофелесортировальных пунктах | .278 |
| Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, М. А. Башурова, С. Э. Галунков Исследование подкапывающего рабочего органа однорядного картофелеуборочного комбайна | .283 |
| Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, М. В. Мерзляков, М. В. Басалгин Совершенствование натягивающе-отводящего устройства ворохоподъемного транспортера картофелеуборочного комбайна | .289 |
| А. А. Мякишев, А. А. Давлетов, Ф. М. Плешков Д. А. Мякишева Исследование по выявлению оптимального технологического процесса для получения качественного пластика для 3D-принтера | .296 |
| А. А. Мякишев, С. А. Данилов Снижение электротравматизма при эксплуатации электроустановок | .300 |
| А. А. Мякишев, Д. А. Мякишева Качественное улучшение методов оценки профессиональных рисков при механизации животноводства | .305 |

| | |
|---|------|
| А. А. Мякишев, В. А. Токарева, Е. Н. Ямшникова, Д. А. Мякишева Исследование уровня освещенности на рабочих местах работников животноводства | .310 |
| А. А. Мякишев, Ю. О. Шубина Мероприятия по внедрению электрифицированного иглоукалывания для оздоровления сотрудников | .315 |
| В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов, И. И. Хузяхметов Грохот с приводом решет с двумя кулисами | .319 |
| В. А. Петров Исследование жесткости элементов конструкций из полимерно-песчаных композитов для теплиц. | .325 |
| И. Г. Пospelова, И. В. Возмищев Инфракрасное обеззараживание почвы как один из способов органического земледелия | .334 |
| И. Г. Пospelова, Т. А. Широкова, Е. Г. Трефилова, Т. А. Мышкин, А. И. Бельчев, Г. В. Власов Технико-экономическая оценка обеззараживания почвы и субстрата ИК-излучением с программным регулированием | .339 |
| М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин, М. Н. Калимуллин Обоснование универсальной рамы для возделывания картофеля. | .345 |
| С. Е. Селифанов, А. В. Юшков Сравнение способов накопления энергии в комбинированной энергоустановке мобильного сельскохозяйственного агрегата. | .352 |
| И. Т. Хакимов, М. Р. Кудрин Исследование ползучести и релаксации полимерно-песчаных композитов | .361 |
| А. В. Храмешин, С. М. Широков Исследование работы электромагнитного клапана карбюратора | .368 |

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АГРОНОМИИ

Материалы Национальной научно-практической конференции,
посвященной 70-летию доктора сельскохозяйственных наук,
почетного работника высшего профессионального образования,
заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики
профессора Ильдуса Шамилевича Фатыхова

*5 октября 2023 года
г. Ижевск*

Редактор И. М. Мерзлякова
Компьютерная верстка А. А. Волкова

Подписано в печать 30.01.2024 г. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 22. Уч.-изд. л. 17,3.
Тираж 300 экз. (первый завод 35 экз.). Заказ № 8867.
Отпечатано в УдГАУ
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11.