

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ
РАСТЕНИЙ – ПРОИЗВОДСТВУ**

Материалы Национальной научно-практической конференции

*15 июля 2021 года
г. Ижевск*

Ижевск
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2021

УДК 631.527(06)
ББК 41.3я43
С 56

С 56 **Современные** достижения селекции растений – производству: материалы Национальной научно-практической конференции, 15 июля 2021 года, г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 348 с.

ISBN 978-5-9620-0387-0

В сборнике представлены статьи российских ученых, отражающие результаты научных исследований в различных отраслях сельского хозяйства.

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

ISBN 978-5-9620-0387-0

УДК 631.527(06)
ББК 41.3я43

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021
© Авторы статей, 2021

УДК 712.4:711.57

С. Л. Абсалямова, Р. Р. Абсалямов, К. Ю. Прокошева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО АССОРТИМЕНТА ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ МБОУ «СОШ № 100» Г. ИЖЕВСКА НА ПРЕДМЕТ СООТВЕТСТВИЯ САНИТАРНЫМ ПРАВИЛАМ

Приведен анализ существующего ассортимента древесно-кустарниковых растений на территории МБОУ «СОШ № 100» г. Ижевска на предмет соответствия санитарным правилам. Приведен перечень деревьев и кустарников, которые будут использоваться для озеленения в соответствии с санитарными правилами (СП).

Актуальность. Каждый школьник должен чувствовать гордость за свою школу. Школьный двор – это лицо учебного заведения и требует постоянного ухода. *Озеленение территории школы* прежде всего должно служить целям эстетического воспитания учащихся. По санитарным нормам каждое учебное заведение должно иметь зеленую зону, поэтому озеленение и благоустройство школьных дворов является актуальным.

Каждую школу стараются благоустроить и озеленить в соответствии с нормами и правилами, но это не всегда получается. Особое внимание следует уделять озеленению пришкольной территории, т.к. правильно подобранный ассортимент позволит учащимся комфортно и безопасно пребывать на территории школы.

Материалы и методика. Существующий ассортимент древесно-кустарниковых растений на территории МБОУ «СОШ № 100» г. Ижевска. Состояние деревьев и кустарников определялось по шкале категории состояния деревьев и кустарников.

Результаты исследований. Исследования показали, что существующий ассортимент древесно-кустарниковых растений на территории школы не совсем соответствует СП [5, 6]. Одним из минусов озеленения является произрастание древесно-кустарниковой растительности, запрещенной в соответствии с СП для использования на территории учебных заведений, неухоженность кустарников и их хаотичное расположение по площади [7, 8].

Предлагаются следующие мероприятия на территории МБОУ «СОШ № 100» г. Ижевска в соответствии с СП [1, 2, 3]:

– предусмотреть замену колючих и ядовитых кустарников, произрастающих на территории школьного участка. Деревья и кустарники, подходящие по требованиям СП для нового композиционного решения, останутся, но будут приведены в надлежащий вид;

– для защиты от пыли и шума следует создать живую изгородь из деревьев и кустарников со стороны дороги.

На обследуемой территории произрастают кустарники, которые в соответствии с СП запрещены для использования в озеленении школьных территорий. В соответствии с СП на территории школ запрещено высаживать следующие деревья и кустарники: колючие, ядовитые и аллергенные [5, 6].

Колючие кустарники часто используют для озеленения. Они хорошо смотрятся в ландшафтных группах, солитерах, из них получается красивая живая изгородь, но шипы и колючки опасны для учащихся школ, они могут пораниться, а в некоторых случаях и сильно травмироваться. Несмотря на это, данные кустарники часто можно увидеть в озеленении школьных территорий [4].

К колючим кустарникам, чаще всего используемым в озеленении, относят следующие виды: барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris* L.), барбарис Тунберга (*Berberis thunbergii* DC), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), боярышник обыкновенный (*Crataegus oxyacantha* L.) и все виды шиповника (*Rosa* L.).

Ядовитые кустарники очень опасны не только для учащихся, но и для взрослых. Следить за последствиями приема человеком какой-либо части кустарника начали с древних времен. Разные виды вызывают различные симптомы, такие, как головокружение, тошноту, боли в области живота, диарею, бред и многое другое. Особенно опасны растения, употребление которых может привести к летальному исходу. Некоторые ядовиты полностью, а у других ядовитым может быть какая-то одна часть (ягоды, листья, сок и др.). Несмотря на опасность некоторых видов, их все равно можно встретить на пришкольной территории. Среди ядовитых кустарников часто используются при озеленении школьной территории такие виды, как снежноягодник белый (*Symphoricarpos albus* L.), бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare* L.), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosus* Scop.) и жимолость каприфоли (*Lonicera caprifolium* L.) и др.

Растения-аллергены распространены повсеместно, и не многие знают, что они могут вызывать аллергию. В данное время аллергические заболевания – это одна из наиболее актуальных про-

блем в мире здоровья. Почти каждый человек на Земле страдает аллергией на то или иное вещество, и в большинстве преобладают те, кто реагирует на пыльцу растений в период их цветения. Для отслеживания цветения растений специалистами были разработаны специальные календари цветения. Также некоторые растения вызывают аллергию независимо от своего периода цветения. Их крайне нежелательно использовать для озеленений школьной территории. Среди деревьев есть много аллергенных родов: ясень (*Fraxinus L.*), тополь дрожащий (*Populus tremula L.*), ольха (*Alnus Gaertn*), ива прутовидная (*Salix viminalis L.*), береза (*Betula L.*), вяз (*Ulmus L.*), дуб (*Quercus L.*), сирень (*Syringa L.*), лещина обыкновенная (*Corylus avellana L.*), яблоня (*Malus Mill*) и др. Такие растения невозможно исключить полностью с территории школы, поэтому следует проводить мероприятия по предотвращению распространения пыльцы.

Из вышеперечисленных запрещенных растений для использования на территории школы в соответствии с СП произрастают: боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata L.*), шиповник майский (*Rosa majalis Herrm*), снежноягодник белый (*Symphoricarpos albus L.*) [5, 6].

Кустарники, несоответствующие требованиям СП [5, 6], будут заменяться разрешенными кустарниками, а некоторые полностью убираться с территории двора. Для замены растения будут выбираться из следующего списка:

- хвойные (сосна, ель, пихта, туя);
- плодовые (вишня, яблоня, груша, слива);
- лиственные (ясень, тополь, клен, ива) деревья.

Подойдут такие кустарники, как лох серебристый (*Elaeagnus commutata L.*), ирга (*Amelanchier Medic.*), калина (*Viburnum L.*), чубушник (*Philadelphus L.*), можжевельник (*Juniperus L.*), спирея (*Spiraea L.*).

Живые изгороди будут формироваться по периметру площадок для защиты от пыли и грязи, а также вдоль дорожек для придания более эстетичного вида всей территории.

Изучив растительность на территории МБОУ «СОШ № 100», установили количество произрастающих на ней деревьев и кустарников и их качественное состояние. Состояние определялось по шкале категории состояния деревьев и кустарников. Основными признаками в данной шкале являются: опадение листьев и хвои, состояние кроны и ствола. Древесно-кустарниковая расти-

тельность, используемая в озеленении участка, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Древесно-кустарниковые культуры, используемые в озеленении участка

Вид	Количество, шт.	Качественное состояние	Вид посадки
клен остролистный	36	хорошее	рядовые посадки
боярышник обыкновенный	27	удовл.	рядовые посадки
сирень обыкновенная	52	хорошее	живая изгородь
рябина обыкновенная	7	хорошее	солитер
рябинник рябинолистный	68	удовл.	живая изгородь
лох серебристый	32	удовл.	живая изгородь
ель европейская	7	хорошее	солитер
пузыреплодник калинолистный	12	хорошее	группа
роза майская	5	хорошее	группа
арония черноплодная	3	хорошее	группа
снежноягодник белый	12	хорошее	группа

Примечание: удовл. – удовлетворительное

Как видно из таблицы 1, основной ассортимент растений на участке представлен большим количеством различных кустарников. На территории присутствуют запрещенные для посадки колючие и ядовитые кустарники, такие, как роза майская, боярышник обыкновенный и снежноягодник белый.

Перечень деревьев и кустарников, которые будут использоваться для озеленения в соответствии с СП [5, 6], представлен в таблице 2. Он включает уже сохраненные на территории посадки, кустарники, которые будут использоваться при замене запрещенных растений, а также кустарники, используемые для создания декоративных хвойных и лиственных групп.

Таблица 2 – Перечень используемых для озеленения деревьев и кустарников

Вид	Семейство	Где используется в озеленении	Количество, шт.
клен остролистный	сапидновые	рядовые посадки	36
сирень обыкновенная	маслиновые	живая изгородь	104
рябина обыкновенная	розовые	солитер	5
рябинник рябинолистный	розовые	живая изгородь	24
ель европейская	сосновые	солитер	7
береза пушистая	берёзовые	солитер	6

Вид	Семейство	Где используется в озеленении	Количество, шт.
кизильник блестящий	розовые	живая изгородь	89
туя западная «Смарагд»	кипарисовые	группа хвойная	6
можжевельник чешуйчатый «Холгер»	кипарисовые	группа хвойная	6
можжевельник обыкновенный «Грин Карпит»	кипарисовые	группа хвойная	6
сосна горная «Пумилио»	сосновые	группа хвойная	6
ель колючая	сосновые	группа хвойная	6
можжевельник горизонтальный «Блу Чип»	кипарисовые	группа хвойная	6
самшит вечнозеленый	самшитовые	группа	1
камелия японская	камелия	группа	1
японская азалия	вересковые	группа	6
красивоцветный бодиньера	яснотковые	группа	1

Как видно из таблицы 2, с территории были убраны запрещенные кустарники: боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata* L.), шиповник майский (*Rosa majalis* Herrm) и снежноягодник белый (*Symphoricarpos albus* L.). Живые изгороди из рябинника рябинолистного (*Sorbaria sorbifolia* L.) и лоха серебристого (*Elaeagnus commutata* L.) были убраны и заменены на живые изгороди из кизильника блестящего (*Cotoneaster lucida* Schlecht.). Было увеличено количество сирени обыкновенной и высажена береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.). Также появились декоративные виды кустарников, которые будут использованы при создании древесно-кустарниковой и цветочной группы.

Существующие древесные растения останутся нетронутыми, так как на территории их очень мало произрастает. Клен остролистный создает защитные полосы по обе стороны от футбольного поля. Рябина обыкновенная и ель европейская представлены в малом количестве.

Из рядовой посадки напротив главного входа в школу, состоящей из боярышника обыкновенного и сирени обыкновенной, будет удален боярышник, посажена сирень обыкновенная, что связано с требованиями СП [5, 6].

Кустарниковые группы из розы майской и снежноягодника белого будут полностью убраны с территории школы. Это связано с тем, что использование розы майской и снежноягодника белого запрещено на территории школы в соответствии с СП.

Выводы и рекомендации. Будут сформированы группы из хвойных кустарников. Они хорошо дополняют все озеленение. Данные группы будут расположены вдоль боковых стен школы в количестве 3 штук с каждой стороны. Также будет создана группа из лиственных кустарников со стороны восточного входа, дополненная цветочными культурами. Примеры древесно-кустарниковых групп показаны на рисунке 1.



Рисунок 1 – Примеры древесно-кустарниковых групп

Озеленение территории должно выполнять пылезащитную, шумозащитную функцию и очищать воздух. Все вышеперечисленное должно обеспечить благоприятные условия для занятий и отдыха школьников. Правильное озеленение территории способствует улучшению экологии и эстетики территории. Благодаря верному озеленению улучшается самочувствие и безопасность школьников, а также они получают эстетическое образование [1, 2, 3].

После проведения мероприятий по озеленению территория школы приобретет ухоженный, красивый и безопасный вид. Будут заменены кустарники, запрещенные для использования на территории школ в соответствии СП, созданы живые изгороди, которые способствуют защите территории школы от пыли и шума, также спроектированы декоративные группы из хвойных и лиственных кустарников.

Список литературы

1. Абсалямова, С. Л. Декоративные растения: курс лекций для студентов бакалавриата очной и заочной формы обучения по направлению подготовки «Лесное дело» / С. Л. Абсалямова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014.
2. Абсалямова, С. Л. Благоустройство и озеленение территории сквера Победы г. Ижевска / С. Л. Абсалямова, Т. В. Климачева // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященная 100-летию государственности Удмуртской Республики. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020.

3. Климачева, Т. В. Особенности реконструкции озелененных пространств в виде объектов ландшафтной архитектуры на примере парка им. С. М. Кирова г. Ижевска / Т. В. Климачева, С. Л. Абсалямова, А. А. Климачева // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 томах. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 195–199.

4. Соколова, Т. А. Декоративное растениеводство. Древоводство: учебное пособие для студ. вузов / Т. А. Соколова. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2010. – 352 с.

5. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/566085656> (дата обращения: 01.06.2021 г.).

6. СП 251.1325800.2016 «Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования» (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200139445> (дата обращения: 01.06.2021 г.)

7. Теодоронский, В. С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. С. Теодоронский [и др.]. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 285 с.

8. Теодоронский, В. С. Ландшафтная архитектура и садово-парковое искусство / В. С. Теодоронский, В. Л. Машинский. – М.: МГУЛ, 2001. – 95 с.

УДК663.674.022.39

**К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова,
Т. С. Копысова, А. Б. Спиридонов**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СТРУКТУРИРУЮЩИЕ ДОБАВКИ ИЗ СЕМЯН ЛЬНА

Производится анализ пищевых добавок структурирующей направленности и гидроколлоидов различного происхождения. Рассматривается возможность использования гидроколлоидов семян льна в качестве стабилизирующей добавки при производстве мороженого. Обосновывается перспективность данного предложения.

Актуальность. Современное производство пищевых продуктов не может обойтись без использования пищевых добавок. Согласно данным исследовательской компании LFR [5], самый большой объем потребления среди пищевых добавок составляют ферменты, гидроколлоиды и ароматизаторы. Интенсивный рост производства и потребления гидроколлоидов в пищевых технологиях

происходит благодаря их функционально-технологическим свойствам, которые создают качество продуктов, требуемое современным потребителем. Гидроколлоиды в большей степени способствуют созданию необходимой консистенции пищевого продукта, то есть являются структурирующими компонентами. Они обладают высокими стабилизирующими, структурообразующими и влагоудерживающими свойствами. Гидроколлоиды, производимые в промышленных масштабах и применяемые в пищевых технологиях, делятся на структураторы животного происхождения, например, желатин, растительного – из плодов (пектины), семян (камедь рожкового дерева) и эксудантов (гуммиарабик) растений и водорослей (агар), микробиологического (камеди веланарамзана).

Материалы и методы. Применение структурирующих добавок в пищевых производствах позволяет расширить ассортимент выпускаемой продукции, в том числе специального и профилактического назначения.

Гидроколлоиды используются в качестве загустителей, гелеобразователей, текстураторов или стабилизаторов пищевых эмульсий. Анализ рынка показал, что в России расширяются сферы применения гидроколлоидов. Это мясоперерабатывающая промышленность, молочные продукты и производство различных видов напитков. Увеличилось использование гидроколлоидов-стабилизаторов в производстве выпечных и кондитерских, хлебобулочных изделий, десертов [3, 4, 9, 11, 12].

Гидроколлоиды из растительного сырья по химической природе относятся к классу полисахаридов, которые состоят из нескольких моносахаридов – глюкозы, галактозы, маннозы, рамнозы, арабинозы, глюкуроновых кислот. Они хорошо набухают в воде, формируя растворимые в ней полимеры. Полимеры разделяют на три группы [7]:

- гидроколлоиды плодов и овощей (производные, получаемые модификацией полисахаридов природного происхождения, например, клетчатки, крахмала);
- гидроколлоиды различных семян (из экстрактов семян);
- эксудаты (смолы, выделяемые растениями).

Перспективным источником пищевых добавок являются семена льна, гидроколлоиды, которые находятся в льняной слизи, покрывают семена и придают им блеск. Помимо структурирующих свойств полисахариды семян льна обладают также функциональной направленностью – стимулируют пищеварительные процессы кишечника.

Кроме того полисахаридный комплекс семян льна обладает следующими пищевыми, технологическими и функциональными характеристиками: пищевые волокна, сильный пребиотик, отсутствие токсических свойств, низкая калорийность, термо- и кислотоустойчивость, технологическая стабильность, улучшают текстуру, обладают хорошими влагоудерживающими свойствами, улучшают органолептические свойства продуктов, не изменяя вкуса и запаха. Гидроколлоиды семян льна обладают медико-биогическими свойствами: снижают гликемический индекс, содержание холестерина в крови [6].

Поэтому применение данного компонента в пищевых продуктах в качестве функциональной добавки также обосновано и актуально. Максимальный охват населения функциональными продуктами возможен при обогащении продуктов массового потребления, например, мороженого.

Глобальный рынок мороженого уверенно растет и, по прогнозам различных аналитических агентств, в ближайшей перспективе продолжит рост [4, 6]. В 2018 году мировой рынок мороженого оценивался почти в 5,8 млрд долларов и, согласно прогнозу Statista, к 2024 году увеличится до 75 млрд долларов. Росту глобальных продаж способствуют: урбанизация, рост доходов населения, а также гибкость производителей к изменениям в спросе. Наша страна также не отстает по этому показателю. В частности, на молочном рынке Удмуртии мороженое занимает одно из лидирующих мест. Производители предлагают разнообразные варианты с учетом вкусовых пристрастий населения, в результате чего появляются новые вкусы и виды продукции, такие, как мороженое на растительной основе и с низким содержанием жира, безлактозное и йогуртовое мороженое, биомороженое. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики, за последние 20 лет наблюдается неуклонный рост заболеваний эндокринной системы, расстройства пищеварения и нарушения обмена веществ с 8,5 на 1000 человек населения в 2000 г., до 14,4 – в 2019 г. [10]. Исходя из вышеизложенного, проблема правильного питания в Российской Федерации остра. Решением данного вопроса может стать целенаправленный, законодательно утвержденный переход на производство пищевой продукции и продукции массового питания с функциональной и специализированной направленностью.

Разработка нового вида мороженого с применением функциональной добавки в виде гидроколлоидов семян льна расширит ассортимент полезных продуктов питания.

Результаты исследований. Реальность использования данной технологии связана с доступностью сырья (местная сельскохозяйственная культура), простой технологией получения веществ из семян льна (водная экстракция), а также уже проведенными в области применения семян льна разносторонними научными исследованиями [1, 2, 6].

По реологическим характеристикам данные полисахариды относятся к промежуточным (между гибкими и полугибкими) полимерам. Функциональные свойства зависят от способа сушки продукта после экстракции. Полисахариды слизи семян льна обладают высокой влагоудерживающей способностью, сопоставимой с гуаровой камедью. Регулярное потребление продуктов, содержащих данный компонент, оказывает положительное влияние при профилактике диабета и снижении риска коронарной недостаточности [1, 2].

Тенденция, направленная на здоровый образ жизни и правильное питание, зачастую приводит к ограничению потребления традиционных для нашей страны сладких продуктов. Создание пищевых продуктов специализированного назначения на основе отечественного продовольственного сырья поможет как производителю продукции придерживаться государственной политики в области здорового питания населения, так и потребителю реализовать свои физиологические потребности без ущерба для здоровья [5, 8].

Выводы и рекомендации. Гидроколлоиды семян льна – это растворимые пищевые волокна, которые служат физиологически необходимыми элементами пищи. Данный факт позволяет их рассматривать как биологически активный ингредиент, выполняющий функцию технологической добавки. Новая технология мороженого позволит создать конкурентоспособный продукт с высокими функционально-технологическими характеристиками. А в рационе населения появится полезный сладкий продукт.

Список литературы

1. Sun, J. Influence of Various Levels of Flaxseed Gum Addition on the Water-Holding Capacities of Heat-Induced Porcine Myofibrillar Protein / J. Sun, X. Li, X. Xu, G. Zhou // *Journal of Food Science*. – 2011. – V. 76. – Is. 3. – P. 472–478.
2. Singer, F. A. W. Preparation of Mucilage. Protein Products from Flaxseed / F. A. W. Singer, F. S. Taha, S. S. Mohamed, A. Gibriel, M. El-Nawawy // *American Journal of Food Technology*. – 2011. – № 6. – P. 260–278.
3. Главатских, Н. Г. Обоснованность применения пищевых добавок в молочном производстве / Н. Г. Главатских // *Научное обеспечение развития АПК в со-*

временных условиях: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – С. 8–12.

4. Зиновьева, А. Глобальный рынок мороженого. Выживут только активные: исследования компании «Лаборатория трендов» / А. Зиновьева // Российский продовольственный рынок (Russian Food & Drinks Market Magazine): инф.-аналит. журнал, посвященный продовольственному рынку России [Электронный ресурс]. – 2021. – № 1. – URL: <https://foodmarket.spb.ru/archive.php?year=2021&number=186&article=2779> (дата обращения: 27.05.2021).

5. Инновационные приемы в индустрии питания / И. Ш. Шумилова, А. Б. Спиридонов, К. В. Анисимова [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 2. – С. 205–210.

6. Калмыкова, Е. Н. Анализ рынка молочной продукции / Е. Н. Калмыкова, О. Б. Поробова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 229–232.

7. Миневич, И. Э. Гидроколлоиды семян льна: характеристика и перспективы их использования в пищевых технологиях / И. Э. Миневич, Л. Л. Осипова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2017. – № 3. – С. 16–25.

8. Об утверждении Основ государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020г.: Распоряжение Правительства РФ от 25 октября 2010 г. N 1873-р // Гарант.ру: информационно-правовой портал [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12079847> (дата обращения: 27.05.2021).

9. Петыш, Я. Обзор российского рынка ингредиентов // Российский продовольственный рынок [Электронный ресурс]. – 2014. – № 2. – URL: <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=1948> (дата обращения: 12.05.2021).

10. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721> (дата обращения: 07.06.2021).

11. Шумилова, И. Ш. Изучение влияния добавок гречневой муки на показатели качества кексов / И. Ш. Шумилова, К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских // Хлебопечение России. – 2018. – № 4. – С. 44–47.

12. Шумилова, И. Ш. Особенности применения нетрадиционного сырья при изготовлении соуса майонез на предприятиях питания / И. Ш. Шумилова, К. В. Анисимова // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: м-лы 69-й Междунар. науч.-практ. конф., 25 апреля 2018 г. – Рязань, 2018. – Ч. 1. – С. 120–125.

**К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова,
Т. С. Копысова, А. Б. Спиридонов**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРИОГЕННОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ КЛУБНИКИ

Представлена оценка органолептических показателей замораживания клубники с использованием морозильной камеры, шкафа шоковой заморозки, криогенной установки, а также криогенной установкой с введением ультразвука.

Актуальность. Замораживание – процесс частичного или полного превращения тканевой жидкости замораживаемого продукта в лед. Замораживание позволяет: сохранить продукт в течение длительного времени; подготовить к дальнейшим технологическим операциям; производить пищевые продукты и придавать им вкусовые и товарные качества в независимости от сезона [7].

В пищевой промышленности вкус и аромат клубники является самым популярным, плод используют целиком, частями и в протертом виде. Клубнику глазируют, ею украшают самые разнообразные кондитерские изделия. Но из-за короткого срока хранения и сезонности сбора урожая сложно найти круглый год свежую клубнику. В связи с этим для сохранения нативных свойств клубники используется процесс замораживания.

Материалы и методика. Традиционный способ замораживания продолжителен, а результат не всегда является идеальным по органолептическим характеристикам продукта [2–6, 8, 9].

Экспериментальные исследования замораживания проводились на следующих видах оборудования: холодильник Sharp SJ-R68 MSA, шкаф шоковой заморозки Tefcold BLC10-P, а также криогенная установка с углекислым газом. Осуществлялся контроль температуры в центре продукта и продолжительность процесса.

В таблице 1 приведены данные по условиям различных процессов замораживания, обозначенные соответствующими цифрами:

- Замораживание клубники с использованием углекислого газа и ультразвуковой установки.
- Замораживание клубники с использованием углекислого газа.

– Замораживание клубники с использованием промышленного шкафа шоковой заморозки.

– Замораживание клубники с использованием бытового холодильника Sharp.

Таблица 1 – Технологические характеристики процессов заморозки

Показатель	1	2	3	4
Продолжительность, мин.	13	22	51	141
Конечная температура продукта, °С	минус 18	минус 18	минус 18	минус 18
Дополнительные условия	Использование углекислого газа и ультразвука	Использование углекислого газа	Шоковая заморозка (-35 °С)	Традиционная технология

Результаты исследований. Для определения качественных характеристик замороженной клубники был проведен сенсорный анализ. В таблице 2 представлены органолептические показатели качества ягод быстрой заморозки, регламентируемые государственным стандартом 33823-2016, а также органолептические показатели клубники после проведения экспериментальных исследований четырьмя видами замораживания.

Таблица 2 – Органолептические показатели замороженной клубники

Органолептические показатели	Согласно ГОСТ 33823-2016	1	2	3	4
Внешний вид	Ягоды одного сорта, зрелые, чистые, без повреждений сельскохозяйственными вредителями				
Цвет	Однородный, свойственный данному виду ягод в стадии потребительской зрелости				
Вкус и запах	Свойственный данному виду ягод, без посторонних привкуса и запаха	Свойственный данному виду клубники без посторонних привкуса и запаха	Свойственный данному виду клубники без посторонних привкуса и запаха	Вкус водянистый, а запах приглушен	Вкус более водянистый, а запах сильно приглушен
Консистенция	Близкая к консистенции свежих ягод. Допускается слегка размягченная	Как свежая клубника	Как свежая клубника	Слегка размягченная	Сильно размягченная
Цвет	Однородный, свойственный данному виду ягод	Однородный, красный, свойственный клубнике	Однородный, красный, свойственный клубнике	Однородный, красный, свойственный клубнике	Красно-розовый, потерял свой первоначальный цвет

Выводы и рекомендации. Как показали результаты исследования различных способов замораживания клубники, самым эффективным из предложенных вариантов является замораживание с использованием углекислого газа и ультразвука. В результате такой заморозки влага в продукте превращается в небольшие кристаллы, и после размораживания продукт максимально сохраняет все органолептические показатели [1].

Список литературы

1. Анисимова, К. В. Замораживание пищевых продуктов с использованием ультразвука / К. В. Анисимова, Л. Р. Рахматуллина // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д.х.н., профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию к.т.н., профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 249–251.

2. Анисимова, К. В. Исследование процесса кристаллогидратного замораживания плодов / К. В. Анисимова, А. Б. Анисимов // Научное обеспечение развития АПК в современных условиях: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – С. 3–5.

3. Анисимова, К. В. Исследование безвакуумной сублимационной сушки плодов в поле УЗИ в потоке инертного газа / К. В. Анисимова, А. Б. Анисимов, Н. Ю. Литвинюк // Научный потенциал – аграрному производству: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 450-летию вхождения Удмуртии в состав России. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – Т. 4. – С. 80–85.

4. Анисимова, К. В. Установка для быстрого замораживания пищевых продуктов / К. В. Анисимова, А. Б. Анисимов, О. Б. Поробова // Роль филиала кафедры на производстве в инновационном развитии сельскохозяйственного предприятия: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию филиала кафедры растениеводства ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА в СХПК «Колхоз имени Мичурина» Вавожского района Удмуртской Республики. – Ижевск, 2014. – С. 18–20.

5. Анисимова, К. В. Установка для быстрого замораживания пищевых продуктов / К. В. Анисимова, О. Б. Поробова // Продовольственная индустрия: безопасность и интеграция: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Пермь: Пермская ГСХА им. Д. Н. Прянишникова, 2014. – С. 3–5.

6. Воробьева, Л. С. Моделирование процесса криогенного замораживания плодов / Л. С. Воробьева, К. В. Анисимова, А. П. Ильин // Научный потенциал – аграрному производству: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 450-летию вхождения Удмуртии в состав России, 26.02–29.02.2008 г. – Ижевск, 2008. – Т. 4. – С. 94–97.

7. Касаткин, В. В. Как сохранить урожай круглый год / В. В. Касаткин, И. Г. Поспелова, К. В. Анисимова // Картофель и овощи. – 2007. – № 8 – С. 16.
8. Литвинюк, Н. Ю. Моделирование процесса криогенного замораживания плодов рябины обыкновенной / Н. Ю. Литвинюк, Л. С. Воробьева, А. П. Ильин [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 5. – С. 21–22.
9. Литвинюк, Н. Ю. Способ криогенного замораживания для последующей сублимационной сушки в потоке инертного газа / Н. Ю. Литвинюк, К. В. Анисимова, А. Б. Анисимов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 9. – С. 39–41.

УДК 631.8

С. Л. Белопухов, В. И. Трухачев, М. В. Григорьева
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБУЧЕНИЯ

Показаны условия и специфика разработки, апробации и исследований защитно-стимулирующих комплексов, удовлетворяющих требованиям органического земледелия. Представлена взаимосвязь научной и образовательной деятельности вуза для подготовки квалифицированных специалистов в области органического сельского хозяйства.

Актуальность. Органическая сельскохозяйственная продукция производится и реализуется во всех без исключения странах Евросоюза, США, Китая, во всех развитых странах. В Российской Федерации органическое сельское хозяйство является востребованным и быстроразвивающимся направлением аграрного производства. В настоящее время интенсивно формируется законодательное регулирование. С января 2020 года вступил в силу Федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Законом запрещается применение в органическом земледелии агрохимикатов, пестицидов, методов генной инженерии, гидропонного метода выращивания растений и др. Перед исследователями стоят задачи разработки средств и методов, отвечающих требованиям органического земледелия и направленных на улучшение плодородия почв и качества продовольствия. Вторая нема-

ловажная задача для развития органического земледелия – это подготовка квалифицированных специалистов в этой области [1, 10].

Материалы и методика. Нами проанализирован опыт Российского государственного аграрного университета-МСХА имени К. А. Тимирязева по созданию необходимых условий для разработки, внедрения, исследования новых средств защиты растений. Показана роль отдельных структурных подразделений вуза для решения этой задачи. Представлены образовательные аспекты развития органического растениеводства и их взаимосвязь с научно-исследовательской деятельностью.

Результаты исследования. В 2022 году исполняется 110 лет функционирования Длительного стационарного опыта Российского государственного аграрного университета-МСХА имени К. А. Тимирязева на нашей полевой опытной станции. Опыт уникален тем, что в нем проводятся исследования в бесменном режиме и семипольном севообороте по ряду сельскохозяйственных культур, в том числе по льну-долгунцу. Опыты проводятся по вариантам, где отдельно вносят азот, фосфор, калий, NP (азот и фосфор), NK (азот и калий), PK (фосфор и калий), полное NPK и NPK+навоз на фоне применения извести и без извести. Для сравнения есть опыт без внесения NPK-удобрений.

Полученные за более чем 100 лет уникальные результаты по росту и развитию растений, урожайности и качеству льнопродукции, а также продуктивности других сельскохозяйственных культур, являются хорошей базой для рекомендаций по внесению макро- и микроудобрений, агротехнологий выращивания сельскохозяйственных культур, испытания новых химических и биологических средств защиты растений, новых макро- и микроудобрений, защитно-стимулирующих комплексов и т.п. Эти научные результаты также используются при разработке органических земледельческих технологий [9].

Кроме того, в настоящее время актуальным становится обучение студентов агротехнологиям, применяемым в органическом сельском хозяйстве. С 2021 года наш университет осуществляет прием на 1 курс по направлению 35.03.03. – «Агрохимия и агропочвоведение» по профилю «Органическое сельское хозяйство». Актуальность подготовки специалистов в области органического земледелия определяется тем, что с 1 января 2020 г. вступил в силу Федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты

Российской Федерации». Органическое сельское хозяйство сегодня – это интенсивно развивающаяся отрасль, включающая растениеводство и животноводство. С учетом задач, поставленных Министерством сельского хозяйства Российской Федерации по вводу в оборот сельскохозяйственных земель, необходимо осуществлять подготовку специалистов, которые на таких землях могут выращивать органическую продукцию. И особенно важно научить студентов использованию биопрепаратов и тех природных минералов, которые рекомендованы зарубежными специалистами, а также зарегистрированными в России для применения таких препаратов в органическом земледелии.

Важно понимать, что при органическом земледелии мы можем наблюдать вынос макро- и микроэлементов, которые могут не восполняться, поскольку применение минеральных и органоминеральных удобрений в этих агротехнологиях запрещено. Поэтому разработка, исследование и внедрение препаратов нового поколения для органического сельского хозяйства – это задача, которая решается в Институте агроботехнологий Российского государственного аграрного университета-МСХА имени К. А. Тимирязева.

Также необходимо отметить, что к 2017 году в рамках магистерской программы «Химико-токсикологический и микробиологический анализ объектов агросферы» мы ввели в программу дисциплину «Органическое сельское хозяйство» и начали готовить магистров, преподавая им новые элементы агротехнологий для применения их в органическом земледелии [3, 5, 6, 8].

Одной из важнейших задач органического сельского хозяйства является сохранение и повышение плодородия почв. Для решения этой задачи, по нашему мнению, практический интерес представляют исследования по сравнению трансформации гумусовых соединений почвы в условиях интенсивного и органического сельскохозяйственного производства. Для оценки трансформации гумуса, гуминовых и фульвосоединений нами применяются современные физико-химические методы анализа: электронная микроскопия с энергодисперсионным спектрометром, спектроскопия в ближней инфракрасной области (БИК-анализ) и термический анализ [2, 4].

Наши магистранты проводят оценку накопления углерода в почве, выноса углерода с биомассой сельскохозяйственной продукции, трансформацию углерода в почве и другие потоки. По нашему мнению, это важно для формирования рекомендаций по при-

менению новых агротехнологий выращивания сельскохозяйственных культур с уменьшенным углеродным следом.

Выводы:

1. В Институте агробιοтехнологий Российского государственного аграрного университета-МСХА имени К. А. Тимирязева были разработаны и применены защитно-стимулирующие комплексы для традиционного и органического земледелия.

2. В Российском государственном аграрном университете-МСХА имени К. А. Тимирязева впервые в стране началась подготовка дипломированных специалистов по органическому сельскому хозяйству.

3. Для оценки качества продукции и агроэкологических измерений необходимо использовать современные инструментальные методы анализа, современные тест-методы анализа [4, 7]. Магистерская программа «Химико-токсикологический и микробиологический анализ объектов агросферы» направлена на подготовку специалистов, в полной мере владеющих компетентностью в данном вопросе.

Список литературы

1. Белопухов, С. Л. Подготовка кадров для отрасли производства и переработки лубяных культур / С. Л. Белопухов, М. В. Григорьева // Заметки ученого. – 2020. – № 12. – С. 140–143.

2. Белопухов, С. Л. Исследование качественного состава гумусовых кислот дерново-подзолистой почвы методом термического анализа / С. Л. Белопухов, С. Э. Старых, А. Н. Куприянов, М. В. Григорьева // Природообустройство. – 2020. – № 3. – С. 36–45.

3. Белопухов, С. Л. Формирование познавательного интереса у студентов аграрного вуза при выполнении курсовых проектов / С. Л. Белопухов, М. В. Григорьева // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В. П. Горячкина. – 2019. – № 6 (94). – С. 65–69.

4. Григорьева, М. В. Инструментальные методы исследований объектов агросферы / М. В. Григорьева, С. Л. Белопухов // Мелиорация почв для устойчивого развития сельского хозяйства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию со дня рождения профессора А. Ф. Тимофеева. – Киров: Вятская ГСХА, 2019. – С. 55–58.

5. Григорьева, М. В. Магистерская программа «Агроэкологический менеджмент, химико-токсикологический и микробиологический анализ объектов агросферы»: формирование, становление, развитие / М. В. Григорьева, С. Л. Белопухов // Современное состояние и приоритетные направления развития аграрной экономики и образования: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Пос. Персиановский, 2020. – С. 26–30.

6. Григорьева, М. В. Проектные работы при обучении по магистерской программе «Химико-токсикологический анализ объектов агросферы» / М. В. Григорьева, Н. Л. Багнавец, С. Л. Белопухов // *Агроинженерия*. – 2020. – № 2 (96). – С. 64–69.
7. Григорьева, М. В. Тест-методы в технологиях производства и переработки продукции растениеводства / М. В. Григорьева, С. Л. Белопухов, И. И. Дмитриевская // *Состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки на современном этапе: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием*. – Чебоксары, 2020. – С. 130–133.
8. Григорьева, М. В. Химические дисциплины в системе «бакалавриат – магистратура – аспирантура аграрного вуза» / М. В. Григорьева, С.Л. Белопухов // *История и педагогика естествознания*. – 2020. – № 2. – С. 5–8.
9. Дмитриевская, И. И. Применение регулятора роста растительного происхождения Ратифур для выращивания льна / И. И. Дмитриевская, С. Л. Белопухов, Н. Л. Багнавец, М. В. Григорьева // *Агрехимический вестник*. – 2020. – № 3. – С. 5356.
10. Трухачев, В. И. О системе подготовки кадров для органического сельского хозяйства / В. И. Трухачев, С. Л. Белопухов, М. В. Григорьева // *Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации: м-лы Всерос. науч.-практ. конф.* – Махачкала, 2021. – С. 20–23.

УДК 631.862.1 : 636.5 : 635.342 : 631.559: 631.452 (571.13)

**И. А. Бобренко, И. О. Шалак,
Н. В. Гоман, Н. К. Трубина, В. П. Кормин**
ФГБОУ ВО Омский ГАУ

ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОЙ ФРАКЦИИ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО СВИНОГО НАВОЗА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯЧМЕНЯ

В исследованиях разработаны агрохимические нормативные параметры применения твердой фракции бесподстилочного свиного навоза для управления питанием ячменя на лугово-черноземной почве лесостепи Западной Сибири. Установлены количественные характеристики интенсивности действия 1 т навоза в год действия на урожайность ячменя и на основе этого предложена формула для расчета доз на плановую прибавку урожая.

Актуальность. Управление питания растений с помощью использования органических удобрений является важной составляющей системы органического земледелия [1].

Перепревшая твердая фракция бесподстилочного навоза после стадии обеззараживания (естественным биотермическим способом) относится к отходам производства IV класса опасности для окружающей среды. Навоз при получении из него органических удобрений размещается для временного хранения и обеззараживается на специально оборудованных площадках.

Для обеззараживания от возбудителей инфекционных заболеваний дегельминтизация и ликвидация всхожести семян сорных трав осуществляется в естественных условиях пассивным способом в буртах на специализированных площадках. В подготовленном к использованию навозе в качестве органического удобрения должны отсутствовать возбудители инвазионных и инфекционных болезней, свободны от личинок гельминтов жизнеспособных яиц и патогенных микроорганизмов и жизнеспособных семян сорных растений. Органическим удобрением твердая фракция навоза считается при условии, что их качество оценено по показателям удобрительной ценности и безопасности специализированными организациями и подтверждено заключениями соответствующих органов государственного надзора, позволяющими использовать их в сельскохозяйственном производстве в качестве органического удобрения [2].

Цель исследований – разработать агрохимические нормативные параметры применения твердой фракции бесподстилочного свиного навоза для управления питанием ячменя.

Материалы и методика. Эксперименты проводились на опытном поле ФГБОУ ВО Омский ГАУ в 2015–2017 гг. Сорт ячменя – «Подарок Сибири», почва – лугово-черноземная маломощная малогумусовая тяжелосуглинистая. Содержание в почве $N-NO_3$ – 2,44–4,85, P_2O_5 – 98–112, K_2O – 222–338 мг/кг. Расположение делянок систематическое. Повторность вариантов трёхкратная. Площадь делянок – 20 м²; учётная – 16 м². Агротехника – общепринятая для зоны. С каждой тонной органического удобрения на основе твердой фракции бесподстилочного свиного навоза поступало в почву 5,7–5,9 кг N, 0,97–1,11 P_2O_5 и 1,4–2,1 кг K_2O .

В почвенных пробах определяли содержание нитратного азота с дисульфифеноловой кислотой по Грандваль-Ляжу; подвижного фосфора и калия – из одной вытяжки по Чирикову (ГОСТ 26204-84). Показатели качества определяли общепринятыми методами.

Результаты исследований. При исследовании действия твердой фракции бесподстилочного свиного навоза на урожай-

ность зерна ячменя установлено, что все дозы обеспечили достоверные прибавки зерна ячменя (табл. 1).

Таблица 1 – Действие твердой фракции бесподстилочного свиного навоза на урожайность зерна ячменя (среднее 2015–2017 гг.)

Доза навоза, т/га	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль (без удобрений)	2,11	–	–
20 т/га	2,42	0,30	14,27
30 т/га	2,65	0,54	25,46
40 т/га	2,73	0,61	29,01
50 т/га	2,93	0,82	38,60
60 т/га	2,96	0,84	39,84
НСР ₀₅	0,17		

В эксперименте ячмень в среднем сформировал урожайность без удобрения 2,11 т/га, все применяемые дозы навоза достоверно увеличивали урожайность. Наилучшим было использование 50 т/га – прибавка урожая составила 0,82 т/га или 38,6 %. Это подтверждает и высокая функциональная зависимость урожайности (У, т/га) от доз органических удобрений (Х, т/га) в диапазоне до оптимальных доз (уравнение 1):

$$y = 0,0147x + 2,14 \quad r = 0,77. \quad (1)$$

Из уравнения 1 следует, что коэффициент интенсивности действия (b) 1 т/га органического удобрения на формирование величины урожая зерна ячменя в год действия составляет 0,0147 т/га. Данный норматив эффективности органических удобрений на основе твердой фракции бесподстилочного свиного навоза делает возможным в условиях производства осуществлять планирование прибавок урожайности культуры. Например, зная, что для получения дополнительно 1 ц/га зерна ячменя необходимо внести 6,8 т навоза ($0,1 \text{ т/га} : 0,0147 \text{ т/га} = 6,8$), расчёт прибавки урожая можно провести по формуле (2):

$$П = Д / 6,8, \quad (2)$$

где П – плановая прибавка урожайности зерна, ц/га;

Д – доза твердой фракции бесподстилочного свиного навоза, т/га;

6,8 – затраты навоза для создания 1 ц зерна в год действия, т/га.

Информация о плановой прибавке урожайности (Π , ц/га) и коэффициентах интенсивности действия изучаемых органических удобрений ($b = 0,0147$ т/га зерна ячменя) делает возможным рассчитать дозу твердой фракции бесподстилочного свиного навоза (т/га, формула 3):

$$D = \Pi / b. \quad (3)$$

По данным ряда исследователей, органические удобрения позитивно действуют на качество зерна ячменя [3–6], что подтвердилось в наших экспериментах (табл. 2). При внесении всех доз навоза наблюдалось увеличение данного показателя в зерне: в контрольном варианте содержалось 13,52 %, при внесении удобрений – 14,01–14,50 %. При этом наибольшее содержание сырого протеина в зерне наблюдалось при внесении 50 т/га.

Таблица 2 – Показатели качества зерна ячменя в зависимости от твердой фракции бесподстилочного свиного навоза (среднее 2015–2017 гг.), %

Доза навоза, т/га	Влага	Сырой протеин	Жир	Клетчатка
Контроль (без удобрений)	11,6	13,5	1,87	4,51
20 т/га	13,9	14,0	1,88	4,72
30 т/га	13,3	14,1	1,87	4,41
40 т/га	12,2	14,2	1,82	4,51
50 т/га	12,5	14,5	1,86	5,23
60 т/га	12,8	14,3	1,86	4,30
НСР ₀₅	0,69	0,72	0,12	0,38

Выводы и рекомендации. При применении твердой фракции бесподстилочного свиного навоза максимальная урожайность зерна ячменя сформировалась от дозы 50 т/га – прибавка урожая составила 0,82 т/га или 38,6 %. В эксперименте выявлено положительное действие навоза на качество зерна. Установлены количественные характеристики интенсивности действия 1 т навоза на урожайность ячменя и на основе этого предложена формула для расчета доз на плановую прибавку урожая.

Список литературы

1. Учебное пособие по органическому сельскому хозяйству / Сост. И. Гомес, Л. Тивант. – Будапешт, 2017. – 116 с.
2. Тарасов, С. И. Актуальные направления исследований по экологически безопасному использованию бесподстилочного навоза. Сообщение 1. Акту-

альные вопросы нормативного регулирования обращения с бесподстилочным навозом / С. И. Тарасов, Г. Е. Мерзлая, А. С. Максимова // Плодородие. – 2018. – № 5 (104). – С. 39–41.

3. Voronkova, N. A. Efficiency of biologization of agriculture in Western Siberia (on the example of the Omsk region) / N. A. Voronkova, I. A. Bobrenko, N. M. Nevenchannaya, V. I. Popova // III International Scientific Conference. – 2020. – № 659. – 022071.

4. Оптимизация применения птичьего помета под ячмень на лугово-черноземной почве южной лесостепи Западной Сибири / И. А. Бобренко, Н. В. Гоман, Н. К. Трубина, А. Г. Шмидт // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 23–25.

5. Применение птичьего помета в земледелии Западной Сибири: учебное пособие / В. М. Красницкий, И. А. Бобренко, А. Г. Шмидт, Н. В. Гоман, В. И. Попова. – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2020. – 59 с.

6. Эффективность применения твердой фракции свиного бесподстилочного навоза под ячмень на агрочерноземе квазиглеевом Западной Сибири / И. О. Шалак, И. А. Бобренко, Н. В. Гоман, Н. К. Трубина, В. П. Кормин // Вестник Омского ГАУ. – 2020. – № 4 (40). – С. 68–75.

7. Эффективность применения жидкой фракции бесподстилочного свиного навоза под яровую пшеницу на лугово-черноземной почве / Н. В. Гоман, И. А. Бобренко, Н. К. Трубина, И. О. Шалак // Вестник Красноярского ГАУ. – 2018. – № 5 (140). – С. 51–59.

УДК 635.136

Ю. Д. Боднарчук

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ В ЛИНИИ ДЛЯ СОРТИРОВКИ КАРТОФЕЛЯ

Рассматривается картофелеводство как одна из важных отраслей сельского хозяйства в агропромышленном комплексе России. Проведен поиск запатентованных технических решений и проанализированы патентные документы.

Актуальность. Сельское хозяйство является основной из сфер агропромышленного комплекса в России. В сельском хозяйстве происходит разделение на отрасли, такие, как овощеводство, животноводство, картофелеводство и др. (рис. 1).

Картофелеводство является важной отраслью сельского хозяйства в России и зарубежных странах [7, 8, 12]. Картофель со-

держит большое количество питательных веществ, таких, как витамин С, витамин В6, клетчатка, кальций, железо.

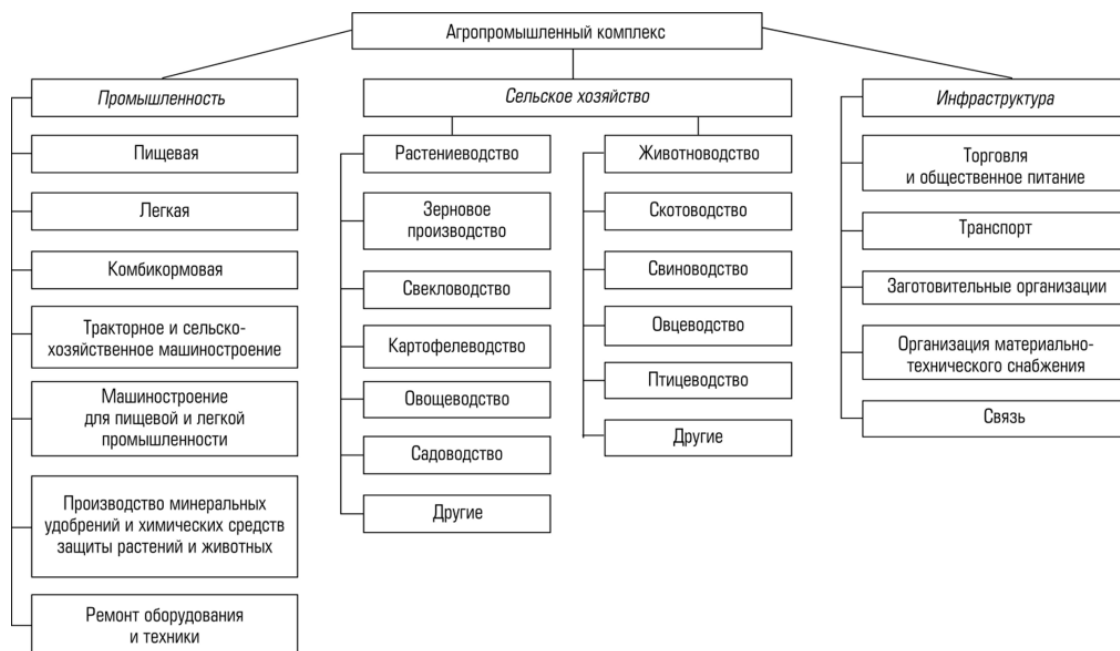


Рисунок 1 – Структура отраслей агропромышленного комплекса в России

Питательные вещества картофеля важны для здорового образа жизни и питания человека.

Выращивание картофеля происходит в крестьянско-фермерских хозяйствах и сельскохозяйственных организациях [3, 6, 10, 15, 16]. Высокая урожайность картофеля зафиксирована в Центрально-Черноземных и в Нечерноземных зонах.

За 2020 г. сбор картофеля составил 4 906,5 тыс. тонн, что на 740,4 тыс. тонн меньше, чем за 2019 г. Наибольший сбор картофеля зафиксирован в Брянской области – 13,6 %, Тульская область – 7 %, Нижегородская область – 6,5 %.

Материалы и методика. Исследования проводились с использованием поиска запатентованных технических решений и метода критического анализа.

Результаты исследований. На данный момент картофель можно выращивать в разных районах и хозяйствах при внедрении в технологический процесс новых технологий выращивания и уборки картофеля, а также применение современного оборудования.

Технология выращивания картофеля делится на три этапа:

1. Посадка картофеля.
2. Уход за картофельным полем.
3. Уборка картофеля.

Уборка картофеля является важным этапом, так как правильно выполненный послеуборочный процесс и хранение повлияет на качество поставляемого товара [1, 2, 4, 5, 9, 11, 13, 14]. Среди заказчиков и потребителей высоким спросом пользуется здоровый и качественный картофельный продукт. Обработанный и отсортированный картофель попадает на продовольственный рынок или на дальнейшую переработку.

В России с целью повышения производительности послеуборочной линии и точности сортирования клубней картофеля разработана линия с машинным зрением – патент на изобретение RU № 2711780, дата публикации 22.01.2020 (рис. 2).

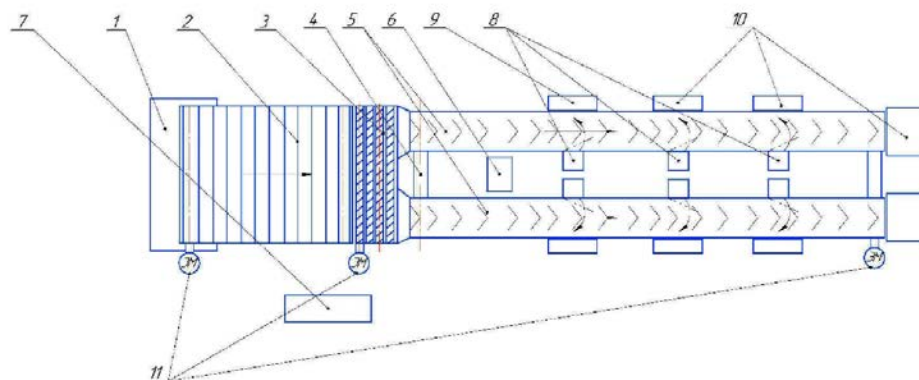


Рисунок 2 – Конструкция линии для послеуборочной сортировки:

- 1 – приемный бункер, 2 – передаточный транспортер,
- 3 – спиральный очиститель вороха, 4 – транспортерное сортировочное устройство,
- 5 – транспортерные ленты, 6 – камера технического зрения, 7 – блок управления,
- 8 – исполнительный механизм, 9 – лоток для поврежденных клубней,
- 10 – лоток для клубней по размеру, 11 – электродвигатель

Конструкция линии для послеуборочной сортировки работает следующим образом: клубни картофеля из транспортного средства загружаются в приемный бункер 1. Подача клубнеплодов из бункера 1 на передаточный транспортер 2 осуществляется автоматически, порционно. Передаточный транспортер 2 подает массу на спиральный очиститель вороха 3, на котором отделяются почвенные примеси и растительные остатки, отводящиеся в лоток 9. Предварительно очищенные клубнеплоды картофеля поступают на транспортерное сортировочное устройство 4.

По мере продвижения клубнеплодов по транспортерным лентам 5, камера технического зрения 6 сканирует их и передает данные о здоровых, больных и поврежденных клубнях в блок управления 7 сортирующего устройства 4. В блоке управления 7 проис-

ходит обработка полученной информации, сравнение с заданными требованиями к размерной фракции и об отсева больных и поврежденных клубней. Далее блоком управления 7 вырабатываются соответствующие сигналы, поступающие на исполнительные механизмы 8. Упруго-эластичные рабочие органы приводятся в действие электроприводами исполнительного механизма 8. В момент прохождения распознанного клубнеплода около соответствующего лотка 9 или 10, рабочие органы совершают поворот, например, на угол 450, перемещая картофель в соответствующий ему лоток 9 (больные и поврежденные) или 10 (по размеру).

Исполнительный механизм в виде упруго-эластичных рабочих органов подбирается таким образом, чтобы исключить повреждение поверхности корнеплодов, но при этом создавать достаточную силу для перемещения их в лотки 9 или 10.

Выводы и рекомендации. Использование линии позволит повысить качество и точность сортирования по размерному признаку. За счет точной идентификации материала на сортирующей поверхности с учетом внешних его повреждений, распознавание зараженных клубней и отвода примеси. Рекомендуется продолжить исследования в данной технической области с расширением классификаций поиска.

Список литературы

1. Боднарчук, Ю. Д. Исследование технологического процесса калибрования клубней картофеля на фракции / Ю. Д. Боднарчук // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 560–564.
2. Боднарчук, Ю. Д. Исследование процесса послеуборочной доработки картофеля / Ю. Д. Боднарчук // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 1024–1028.
3. Боднарчук, Ю. Д. Особенности внедрения интеллектуальных систем в сельском хозяйстве / Ю. Д. Боднарчук // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 1028–1031.
4. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. в 3 томах. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 7–10.
5. Боднарчук, Ю. Д. Анализ существующих конструкций для калибрования картофеля / Ю. Д. Боднарчук // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 220–222.

6. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., 24–26 февраля 2021 г. – Ижевск, 2021. – С. 3–7.
7. Возделывание картофеля на кормовые цели / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., 20 июля 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 71–76.
8. Комплекс оборудования для возделывания картофеля в хозяйствах малых форм собственности / А. Г. Иванов, К. И. Шубин, Р. Р. Шакиров, Д. А. Марков // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 78–86.
9. Костин, А. В. Влияние коэффициента трения на процесс перемещения и ориентирования клубней картофеля в пространстве при взаимодействии с дисками калибрующего устройства / А. В. Костин, Ю. Д. Боднарчук, Р. Р. Шакиров // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 3. – С. 94–98.
10. Костин, А. В. Применение компьютерных и автоматизированных систем в образовательном процессе / А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская, 2019. – С. 214–218.
11. 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: м-лы Нац. науч.-практ. конф., 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 202–207.
12. Оборудование для подготовки картофеля к кормопроизводству / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., 20 июля 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 96–103.
13. Останин, Р. И. Оценка точности калибрования клубней картофеля / Р. И. Останин, А. В. Костин // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 6. – С. 49–50.
14. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля: монография / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]; под общей ред. А. Г. Иванова. – Ижевск: ООО «Цифра», 2021. – 260 с.
15. Применение современных технологий в агроинженерии / А. В. Костин, Ю. Д. Боднарчук, А. Г. Иванов, [и др.] // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Нац. науч.-практ. конф., 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 360–365.
16. Шакиров, Р. Р. Цифровые технологии в животноводстве и растениеводстве / Р. Р. Шакиров, А. В. Костин, А. Г. Иванов // Аграрное образование и наука –

УДК 633.11"321":581.192

Б. Б. Борисов, Ч. М. Исламова, И. Ш. Фатыхов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ЗЕРНЕ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Зерно сортов яровой пшеницы урожая 2020 г. отличалось относительно высоким содержанием 2,41 % азота, урожая 2017 г. – содержанием фосфора (1,11 %) и калия (0,63 %). Наибольшее содержание азота 2,50 % в среднем за годы исследований было в зерне у сорта Ирень. Среди сортов яровой пшеницы по относительно высокому содержанию фосфора в зерне (1,15 %) выделились сорта Ирень и Йолдыз, по содержанию калия – 0,58 % – сорта Ирень и Гранни.

Актуальность. Одной из самых важных зерновых культур России является пшеница. На ее долю приходится более половины всего отечественного производства зерна, и занятые под ее посевами площади превышают площади под всеми остальными зернобобовыми и зерновыми культурами, вместе взятыми. В основе хозяйственного использования зерновых культур лежит химический состав зерна, который зависит от вида и сорта. Он сильно изменяется под влиянием почвенных и погодных условий. Химический состав зерна имеет большое практическое значение, так как количество и свойства веществ, из которых оно состоит, – основа качества, пищевой ценности и потребительских достоинств получаемых продуктов. Химический состав является определяющим фактором при оценке цены на продукцию [1, 3].

На кафедре растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА проведены исследования [2, 4–19] по определению содержания химических элементов в зерне и в семенах разных полевых культур и было отмечено, что сельскохозяйственные культуры в процессе роста и формирования урожайности потребляют из почвы неодинаковое количество питательных веществ.

Цель исследований – определить содержание основных макроэлементов в зерне сортов яровой пшеницы, сформировавшихся в разных абиотических условиях.

Материалы и методика. Объектом исследований явились сорта яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Опыты проводили в колхозе (СХПК) им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики. Пахотный слой почвы опытных участков характеризовался средним содержанием гумуса, от среднего до повышенного – подвижного фосфора, от среднего до высокого – обменного калия, от слабокислой до близкой к нейтральной обменной кислотностью. Метеорологические условия вегетационных периодов 2017–2020 гг. были различными от средних многолетних значений как по температурным условиям, так и по увлажнению.

Химический состав зерна определяли: содержание азота по ГОСТ 13496.4-2019, фосфора – по ГОСТ 26257-97 и калия – по ГОСТ 30504-97.

Результаты исследований. Концентрация основных химических элементов в зерне яровой пшеницы зависела от сорта и абиотических условий года. Химический анализ зерна яровой пшеницы показал, что сорта отличались разным содержанием общего азота, фосфора и калия. Концентрация общего азота в зерне у сортов пшеницы составляла – 1,91–2,64 %, фосфора – 0,89–1,25 % и калия – 0,45–0,71 % (табл. 1). В абиотических условиях 2020 г. сорта яровой пшеницы отличались относительно высоким содержанием 2,41 % азота в зерне. Зерно урожая 2017 г. выделилось наибольшим содержанием фосфора (1,11 %) и калия (0,63 %).

Таблица 1 – Химический состав зерна сортов яровой пшеницы

Сорт	Содержание, % абсолютно сухого вещества			
	2017 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Азот				
Симбирцит, st	2,15	2,31	2,48	2,31
Ирень	2,36	2,49	2,64	2,50
Буляк	2,01	2,12	2,15	2,09
Йолдыз	1,91	2,36	2,25	2,17
Гранни	1,95	2,56	2,51	2,34
Среднее	2,08	2,37	2,41	2,28
Фосфор				
Симбирцит, st	1,16	1,02	1,12	1,10
Ирень	1,11	1,16	1,19	1,15
Буляк	1,02	1,06	0,89	0,99
Йолдыз	1,25	1,12	1,09	1,15
Гранни	0,99	1,04	1,12	1,05
Среднее	1,11	1,08	1,08	1,09

Сорт	Содержание, % абсолютно сухого вещества			
	2017 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Калий				
Симбирцит, st	0,58	0,45	0,62	0,55
Ирень	0,58	0,54	0,61	0,58
Буляк	0,65	0,51	0,48	0,55
Йолдыз	0,65	0,49	0,54	0,56
Гранни	0,71	0,45	0,59	0,58
Среднее	0,63	0,49	0,57	0,56

Наибольшее содержание азота 2,36 % в 2017 г. и 2,64 % в 2020 г. в зерне яровой пшеницы выявлено у сорта Ирень, в 2019 г. 2,56 % у сорта Гранни. В среднем за годы испытаний концентрация азота в зерне данного сорта была больше на 0,16–0,41 % относительно других аналогичных показателей у сортов. Сорт Буляк имел наименьшее содержание азота (в среднем за годы исследований – 2,09 %). Контрольный вариант сорт Симбирцит отличался разным содержанием азота в зерне в зависимости от года. В абиотических условиях 2020 г. концентрация азота в зерне данного сорта была выше на 0,04–0,33 %.

Химический анализ зерна разных сортов яровой пшеницы показал, что изучаемые сорта отличались также по содержанию фосфора и калия. Среди сортов по наибольшему содержанию фосфора в зерне (1,15 %) выделились сорта Ирень и Йолдыз. Низкая концентрация фосфора в зерне (0,99 %) была у сорта Буляк. Относительно высокое содержание калия наблюдали в зерне урожая 2017 г. у сорта Гранни (0,71 %). В среднем за годы исследований большим содержанием (0,58 %) данного элемента отличились сорта Ирень и Гранни.

Выводы. Зерно сортов яровой пшеницы урожая 2020 г. характеризовалось относительно высоким содержанием 2,41 % азота, урожая 2017 г. – содержанием фосфора (1,11 %) и калия (0,63 %). Наибольшее содержание азота 2,50 % в среднем за годы исследований было в зерне сорта Ирень. Среди сортов яровой пшеницы по относительно высокому содержанию фосфора в зерне (1,15 %) выделились сорта Ирень и Йолдыз, по содержанию калия – 0,58 % – сорта Ирень и Гранни.

Список литературы

1. Протасова, Н. А. Химические элементы в жизни растений / Н. А. Протасова, А. Б. Беляев // Биология. – 2001. – Том 7. – № 3. – С. 25–33.

2. Гореева, В. Н. Влияние предпосевной обработки семян и приемов посева на вынос азота, фосфора и калия с урожаем льна масличного ВНИИМК 620 в условиях Среднего Предуралья / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, К. В. Корепанова // Пермский аграрный вестник. – 2015. – № 4 (12). – С. 13–20.
3. Дуктова, Н. А. Химический состав зерна твердой пшеницы в условиях интродукции / Н. А. Духтанова, В. В. Павловский // Научное обеспечение аграрного производства в современных условиях: м-лы Междунар. науч.-практ. конф.: в 2-х ч.: Ч. I. – Смоленск: ФГОУ ВПО Смоленская ГСХА, 2010. – С. 94–96.
4. Колесникова, В. Г. Сравнительный химический состав зерна сортов овса посевного / В. Г. Колесникова, Т. Н. Рябова, И. Ш. Фатыхов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2015. – № 1 (42). – С. 8–12.
5. Общее земледелие, растениеводство: учебное пособие / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, Ч. М. Исламова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 172 с.
6. Программирование урожайности полевых культур в Уральском регионе Нечерноземной зоны России: учебное пособие / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, Ч. М. Исламова, В. Н. Гореева. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – 147 с.
7. Фатыхов, И. Ш. Элементный состав зерна овса сорта конкур, выращенного в условиях Среднего Предуралья / И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова, Т. Н. Рябова // Агрохимический вестник. – 2013. – № 5. – С. 24–25.
8. Фатыхов, И. Ш. Элементный состав семян льна-долгунца и зерновок овса в условиях Среднего Предуралья / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, В. Г. Колесникова, Т. Н. Рябова // Вестник Ижевской ГСХА. – 2015. – № 4 (45). – С. 76–82.
9. Фатыхов, И. Ш. Влияние почвенно-климатических условий Удмуртской Республики на урожайность и химический состав зерна ячменя сорта Раушан / И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова, Б. Б. Борисов, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, О. С. Тихонова // Вестник Казанского ГАУ. – 2020. – Т. 15. – № 4 (60). – С. 61–66.

Д. А. Васильев, Л. А. Пантелеева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Выполнен анализ схем замещения асинхронного двигателя и их параметров, выявлена целесообразность разработки методики идентификации и определения составляющих потерь асинхронного двигателя в установившихся режимах работы. Принято решение использовать схему замещения одной фазы асинхронного двигателя, выраженной через проводимости статора и ротора.

Актуальность. Частотное управление асинхронного электродвигателя заключается в том, что для регулирования скорости вращения ротора необходимо изменять частоту и амплитуду питающего напряжения. В связи с чем основной задачей при разработке закона частотного управления асинхронным электроприводом было определение необходимого соотношения между амплитудой и частотой питающего напряжения, обеспечивающие оптимальные показатели как с точки зрения экономических показателей, так и оптимального управления технологическим процессом. Основоположником развития частотного управления электроприводом является М. П. Костенко, который сформулировал закон соотношения между амплитудой и частотой питающего напряжения идеализированного двигателя с учетом момента нагрузки на его валу. Последующие работы А. А. Булгакова, И. Я. Браславского, А. Б. Виноградова, Ю. А. Сабинаина, А. С. Сандлера, Р. С. Сарбатова, В. Н. Полякова и других исследователей в области частотного управления на основе все более полного учета свойств асинхронных двигателей, основные результаты которых изложены и обобщены в монографиях [1–7], расширили область знаний в сфере частотного управления асинхронным электроприводом.

Несмотря на то, что по созданию регулируемого асинхронного двигателя и оптимизации его режимов достаточно большое количество разнообразных научных работ и приемлемых для практической реализации результатов, все еще нет единого общепризнанного подхода для решения данной проблемы [8, 9]. В этой связи вопрос синтеза скалярных систем управления, обеспечивающих

минимальное значение того или иного критерия энергоэффективности, является актуальным.

Материалы и методика. Для оценки режимов работы электродвигателя и баланса мощности в разных режимах в качестве формализованного описания двигателя используется его схема замещения [10–14]. Схемы замещения, приводимые в разных библиографических источниках, варьируются. В [14] рассматривается упрощенная схема замещения, приведенная на рисунок 1.

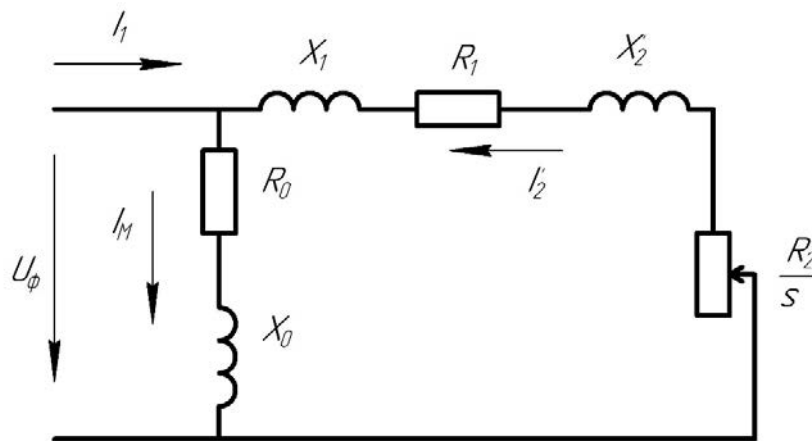


Рисунок 1 – Упрощённая схема замещения асинхронного двигателя:

U_ϕ – первичное фазное напряжение, В; I_1 – фазный ток статора, А;
 I'_2 – приведенный ток ротора, А; X_1 и X'_2 – первичное и вторичное приведенные реактивные сопротивления рассеивания, Ом; R_0 , X_0 – активное и реактивное сопротивления контура намагничивания, Ом; $s = (\omega_0 - \omega)/\omega_0$ – скольжение двигателя, о.е.; $\omega_0 = (2\pi n_0)/60$ – синхронная угловая скорость двигателя, рад/с;
 $\omega_0 = 2\pi f_1/p$, рад/с; R_1 и R'_2 – первичное и вторичное приведенные активные сопротивления, Ом; f_1 – частота сети, Гц; p – число пар полюсов

В соответствии с приведенной схемой замещения (рис. 1), можно получить выражения для вторичного тока (I'_2 , А):

$$I'_2 = \frac{U_\phi}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}. \quad (1)$$

Момент асинхронного двигателя может быть определен из выражения потерь $M \cdot \omega_0 \cdot s = 3 \cdot (I'_2)^2 \cdot R'_2$, откуда (М, Н·м):

$$M = \frac{3 \cdot (I'_2)^2 \cdot R'_2}{\omega_0 \cdot s}. \quad (2)$$

Подставляя значение тока I'_2 в (2), получаем:

$$I'_2 = \frac{3 \cdot U_\phi^2 \cdot R'_2}{\omega_0 \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right] \cdot s}. \quad (3)$$

Здесь следует подчеркнуть весьма важное обстоятельство — влияние изменения напряжения сети на механические характеристики асинхронного двигателя. Как видно из формулы (3), при данном скольжении момент двигателя пропорционален квадрату напряжения, поэтому двигатель этого типа чувствителен к колебаниям напряжения сети.

Схема замещения, приводимая в [10], имеет ряд отличий и показана на рисунке 2.

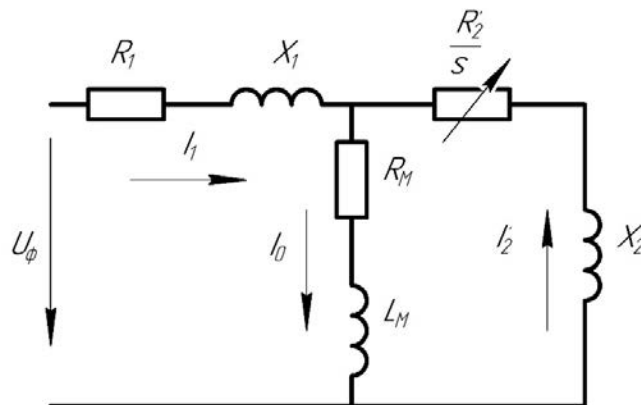


Рисунок 2 – Детализированная схема замещения асинхронного двигателя:

R_1, X_1 – активное и реактивное сопротивления обмотки статора, Ом;
 X'_2, R'_2 – приведенные к первичной обмотке реактивное и активное сопротивления ротора, Ом;
 R_M, X_M – активное и реактивное сопротивления намагничивающего контура, Ом

Основные соотношения для детализированной схемы замещения асинхронного двигателя приведены ниже.

Потери в меди цепи статора (P_{n1} , Вт):

$$P_{n1} \approx 3 \cdot (I_0^2 + (I'_2)^2) \cdot R_1. \quad (4)$$

Потери в цепи ротора (Вт) можно найти, если учесть, что приведенное сопротивление ротора равно R'_2 (P_{n2} , Вт):

$$P_{n2} \approx 3 \cdot (I'_2)^2 \cdot R'_2. \quad (5)$$

Суммарная электромагнитная мощность, передаваемая на ротор ($P_{ЭМ}$, Вт):

$$P_{\text{ЭМ}} = 3 \cdot (I'_2)^2 \cdot \frac{R'_2}{s}. \quad (6)$$

Механическую мощность асинхронного двигателя можно выразить как разность электромагнитной мощности и активной мощности потерь цепи ротора ($P_{\text{МЭХ}}$, Вт):

$$P_{\text{МЭХ}} = P_{\text{ЭМ}} - P_{\text{па}} = 3 \cdot (I'_2)^2 \cdot R'_2 \frac{1-s}{s}. \quad (7)$$

В [13] приведена Т-образная схема замещения асинхронного двигателя при вращающемся роторе (рис. 3).

На рисунке 3 обозначены: X'_2 – противление обмотки затор-моженного ротора:

$$X_2 = 2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot L_2, \quad (8)$$

где f_1 – частота сети, Гц;

L_2 – индуктивное сопротивление обмотки ротора, Гн;

R'_2 – активного сопротивления обмотки ротора, по которой вычисляются активные электрические потери ротора, Ом;

R_m, X_m – активное и реактивное сопротивления контура намагничивания, Ом.

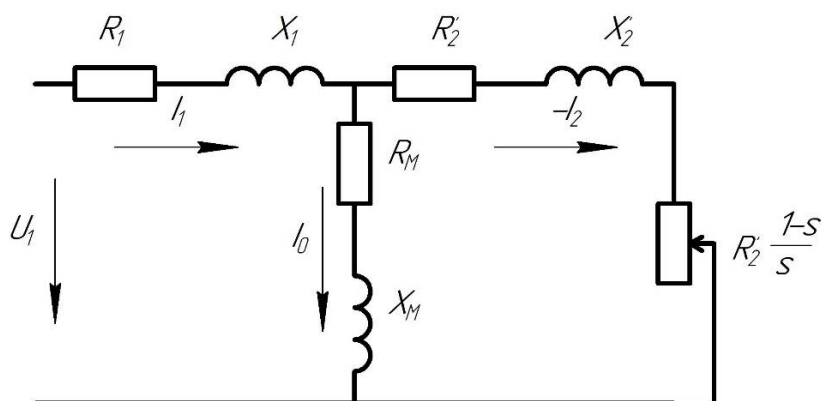


Рисунок 3 – Т-образная схема замещения асинхронного двигателя

Мощность электрических потерь в цепи ротора в соответствии со схемой на рисунке 3 и с учетом принятых обозначений может быть определена по формуле (P_p , Вт):

$$P_p = m_2 \cdot I_2'^2 \cdot R_2, \quad (9)$$

где m_2 – число фаз обмотки ротора.

Суммарная электромагнитная мощность, передаваемая на ротор, будет равна ($P_{эм}$, Вт):

$$P_{эм} = m^2 \cdot I_2^2 \cdot \frac{R'_2}{s}. \quad (10)$$

Механическую мощность асинхронного двигателя можно выразить как разность электромагнитной мощности и активной мощности потерь цепи ротора ($P_{мех}$, Вт):

$$P_{мех} = P_{эм} - P_p = m_2 \cdot I_2^2 \cdot R'_2 \frac{1-s}{s}. \quad (11)$$

На сопротивлении $R'_2(1-s)/s$ выделяется мощность, равная механической мощности двигателя.

Индекс «штрих» на рисунке 3 относится к сопротивлениям, приведенным к цепи статора:

$$R'_2 = k^2 \cdot R_2, X'_2 = k^2 \cdot X_2,$$

где k – коэффициент трансформации электродвигателя, о.е.

При анализе частотного регулирования скорости электродвигателей в [11] используется схема замещения одной фазы асинхронного двигателя, приведенная на рисунке 4.

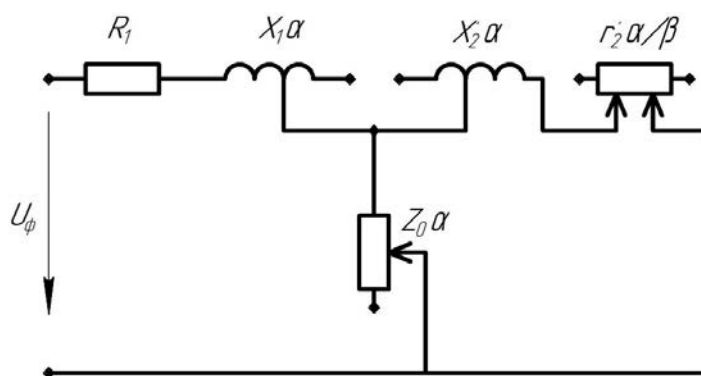


Рисунок 4 – Модель асинхронного двигателя с учётом частоты питания

Параметры схемы замещения на рисунке 4 определяются при номинальных значениях напряжения и частоты сети. При отклонениях параметров сети от номинальных выполняется пересчет сопротивлений по следующим выражениям: индуктивные со-

противления статора, ротора и намагничивающей ветви растут пропорционально частоте ($X_{1\alpha}$, Ом):

$$X_{1\alpha} = X_1 \cdot \alpha, X'_{2\alpha} = X'_2 \cdot \alpha, X_{0\alpha} = X_0 \cdot \alpha, \quad (13)$$

где $\alpha = f_1 / f_{1ном}$ – относительная частота статора.

Активное сопротивление статора не зависит от частоты $R_{1\alpha} = R_1$.

Активное сопротивление ротора обратно пропорционально скольжению s (R'_{2s} , Ом):

$$R'_{2s} = \frac{R'_2}{s}. \quad (14)$$

При этом скольжение зависит от частоты и определяется по выражению:

$$s = (\omega_1 - \omega) / \omega_1 = \omega_{\Delta} / \omega_1 = f_2 / f_1 = \frac{\beta}{\alpha'}, \quad (15)$$

где f_1 и f_2 – частоты тока статора и ротора соответственно, Гц;

ω и ω_1 – угловые скорости вала ротора и поля статора соответственно, рад/с;

$\omega_{\Delta} = \omega_1 - \omega = 2\pi f_1 / p - \omega = \omega_{1ном} \alpha - \omega$ – абсолютное скольжение ротора, рад/с;

$\beta = f_2 / f_{1ном} = \omega_{\Delta} / \omega_{ном}$ – относительная частота ротора и вместе с тем относительный параметр абсолютного скольжения, о.е.;

p – число пар полюсов обмотки статора.

Ветвь схемы замещения Z_0 , соответствующая магнитной цепи машины, представим последовательной цепью из активного сопротивления R_0 , учитывающего потери в стали статора, и индуктивного X_0 , представляющего индуктивное сопротивление цепи намагничивания.

Активное сопротивление цепи намагничивания определяется с учетом следующих допущений: потери в стали изменяются пропорционально произведению квадрата потока в воздушном зазоре на первую степень частоты (P_{cm} , Вт):

$$P_{cm} \approx K_{cm} \cdot \Phi^2 \cdot f_{1ном} = m_1 \cdot I_{0ном}^2 \cdot r_0^2, \quad (16)$$

где m_1 – число фаз обмотки статора;

I_0 – ток ветви;

Z_0 – схемы замещения, А

Следовательно, активное сопротивление будет изменяться пропорционально частоте ($R_{0\alpha}$, Ом):

$$R_{0\alpha} = R_0 \cdot \alpha. \quad (17)$$

Таким образом, с указанным приближением для R_0 все параметры схемы замещения при произвольной частоте просто выражаются через параметры при номинальной частоте, найденные доступным методом, например, вычисленные по опытам холостого хода и короткого замыкания.

Из приведенного выше литературного обзора можно сделать вывод, что для оценки режимов работы асинхронного электродвигателя в библиографических источниках используются различные схемы замещения, представленные в виде электрических цепей, содержащие активные и индуктивные сопротивления.

Результаты исследований. При исследовании установившихся режимов работы асинхронного двигателя важно знать не только падение напряжения на отдельных сопротивлениях схемы замещения, но и токи фазы, их активные и индуктивные составляющие, посредством которых определяются активная и реактивная мощности, коэффициент мощности и другие составляющие рабочих характеристик асинхронной машины. В связи с этим предлагается схему замещения асинхронного двигателя представлять в виде логического набора проводимостей: активных и индуктивных.

Используя известные из электротехники формулы преобразования в электрических цепях [15], Г-образная схема замещения (рис. 1) с набором сопротивлений может быть преобразована в эквивалентную схему с набором проводимостей, которая изображена на рисунке 5 [16–18].

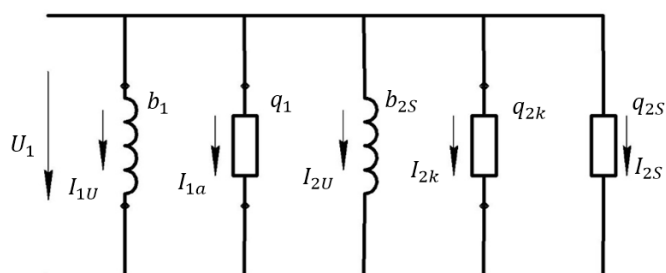


Рисунок 5 – Схема замещения одной фазы асинхронного двигателя, выраженная через проводимости статора и ротора

Проводимости схемы замещения одной фазы асинхронного двигателя, выраженной через проводимости статора и ротора, определяются по параметрам схемы замещения, изображенной на рисунке 5:

- активная проводимость цепи намагничивания (q_1 , 1/Ом):

$$q_1 = \frac{R_0}{R_1^2 + X_0^2} = \frac{R_0}{Z_1^2}, \quad (18)$$

- индуктивная проводимость цепи намагничивания (b_1 , 1/Ом):

$$b_1 = \frac{X_0}{R_1^2 + X_0^2} = \frac{X_0}{Z_1^2}, \quad (19)$$

- индуктивная проводимость рассеяния цепи ротора (b_{2s} , 1/Ом):

$$b_{2s} = \frac{X_{2k}}{(R_1 + R_2/s)^2 + X_{2k}^2} = \frac{X_{2k}}{Z_{2k}^2}; \quad (20)$$

- активная проводимость цепи ротора, по которой определяются потери активной мощности в фазе (q_{2k} , 1/Ом):

$$q_{2k} = \frac{R_1 + R_2/s}{(R_1 + R_2/s)^2 + X_{2k}^2} = \frac{R_{2k}}{Z_{2k}^2}; \quad (21)$$

- активная проводимость цепи ротора, по которой определяется активная составляющая тока и мощности при преобразовании электрической мощности в механическую (q_{2s} , 1/Ом):

$$q_{2s} = \frac{R_2 \cdot (1 - s)/s}{(R_1 + R_2/s)^2 + X_{2k}^2} = \frac{R_2 \cdot (1 - s)/s}{Z_{2k}^2}; \quad (22)$$

где s – скольжение ротора, о.е.;

R_0, R_1, R_2 – активные сопротивления цепей Г-образной схемы замещения, Ом;

X_0, X_{2k} – индуктивные сопротивления Г-образной схемы замещения, Ом.

Проводимостям b_1 и q_1 соответствуют токи (I_{lu} , А; I_{la} , А), на схеме рисунка 5:

$$I_{1u} = U_{\phi} \cdot b_1, \quad (23)$$

$$I_{1a} = U_{\phi} \cdot q_1, \quad (24)$$

которые не зависят от скольжения ротора, не зависят от нагрузки асинхронного двигателя.

Проводимостям b_{2s} , q_{2k} , q_{2s} соответствуют токи (I_{2u} , А; I_{2k} , А; I_{2s} , А):

$$I_{2u} = U_{\phi} \cdot b_{2s}, \quad (25)$$

$$I_{2k} = U_{\phi} \cdot q_{2k}, \quad (26)$$

$$I_{2s} = U_{\phi} \cdot q_{2s}, \quad (27)$$

которые зависят от скольжения ротора, от нагрузки асинхронного двигателя.

На основании схемы замещения (рис. 5) асинхронного двигателя могут быть рассчитаны рабочие характеристики.

Выводы и рекомендации. По результатам проведенного библиографического анализа можно утверждать о целесообразности дальнейшего развития теории асинхронного электропривода с учетом изменения частоты питания и частоты вращения ротора двигателя, необходимости разработки алгоритмов и программ для управления асинхронным двигателем с минимизацией потерь и определению оптимальных зависимостей амплитуды и частоты напряжения обмотки статора от частоты вращения ротора и требуемого электромагнитного момента.

Выполнен анализ схем замещения фазы асинхронного двигателя и их параметров, выявлена целесообразность разработки методики идентификации и определения составляющих потерь асинхронного двигателя в установившихся режимах работы.

Принято решение использовать схему замещения одной фазы асинхронного двигателя, выраженной через проводимости статора и ротора. По найденным аналитическим зависимостям проводимостей для предложенной схемы замещения можно рассчитать соответствующие им токи и мощности фазы асинхронного двигателя.

Актуальным является построение математической модели асинхронного двигателя с учетом разделения потерь на активные и реактивные составляющие в обмотках статора и ротора, что по-

зволит разрабатывать энергосберегающие алгоритмы управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода.

Список литературы

1. Браславский, И. Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод / И. Я. Браславский, З. Ш. Ишматов, В. Н. Поляков. – М.: Академия, 2004. – 256 с.
2. Вольдек, А. И. Электрические машины: учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений / А. И. Вольдек. – Л.: Энергия, 1974. – 840 с.
3. Сандлер, А. С. Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями / А. С. Сандлер, Р. С. Сарбатов. – М.: Энергия, 1974. – 328 с.
4. Сандлер, А. С. Частотное управление асинхронными двигателями / А. С. Сандлер, Р. С. Сарбатов. – М.: Энергия, 1966. – 144 с.
5. Поляков, В. Н. Экстремальное управление электрическими двигателями / В. Н. Поляков, Р. Т. Шрейнер. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. – 420 с.
6. Сабинин, Ю. А. Частотно-регулируемые асинхронные электроприводы / Ю. А. Сабинин, В. Л. Грузов. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 126 с.
7. Ковчин, С. А. Теория электропривода / С. А. Ковчин, Ю. А. Сабинин. – СПб.: Энергоатомиздат, 1994. – 496 с.
8. Попов, А. Н. Энергосберегающие регуляторы для систем автоматизированного электропривода / А. Н. Попов // Инженерный вестник Дона. 2016. – № 4 (43). – С. 55. – URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_14_Popov.pdf_178a73239e.pdf.
9. Кулаев, Н. А. Учет намагничивания асинхронной машины при энергооптимальном управлении / Н. А. Кулаев, П. С. Зубков, Н. В. Дубов, В. Ю. Артамонов // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 6 (66). – С. 12. – URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_10__5_Kulaev_Zubkov.pdf_70c9df37c8.pdf.
10. Бойко, Е. П. Асинхронные двигатели общего назначения / Е. П. Бойко, Ю. М. Ковалев и др.; под ред. В. М. Петрова и А. Э. Кравчика. – М.: Энергия, 1980. – 488 с.
11. Булгаков, А. А. Частотное управление асинхронными двигателями / А. А. Булгаков. – М.: Наука, 1966. – 297 с.
12. Кононенко, Е. В. Электрические машины (спец. курс): учебное пособие для вузов / Е. В. Кононенко. – М.: Высшая школа, 1975. – 279 с.
13. Радин, В. И. Электрические машины: Асинхронные машины: Учеб для электромех. спец. вузов / В. И. Радин, Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович; под ред. И. П. Копылова. – М.: Высш. шк., 1988. – 328 с.
14. Чиликин, М. Г. Общий курс электропривода. Учебник для вузов. 6-е изд. / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. – М. Энероиздат 1981. – 576 с.
15. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи / Л. А. Бессонов. – М.: Высшая школа, 1978. – 528 с.

16. Vasiliev, D. A. Improving the efficiency of a variable frequency asynchronous electric drive / D. A. Vasiliev, L. A. Panteleeva, P. L. Lekomcev, K. V. Martynov, S. I. Kokonov, M. L. Shavkunov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science The proceedings of the conference AgroCON-2019. – 2019. – С. 012120.

17. Васильев, Д. А. Разработка математической модели асинхронной машины по М-образной схеме замещения в пакете Simulink / Д. А. Васильев, Е. В. Дресвянникова, Л. А. Пантелеева, В. А. Носков // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 4 (83). – С. 38–54.

18. Носков, В. А. М-образная схема замещения асинхронной машины / В. А. Носков // Электричество. – 2012. – № 10. – С. 50–53.

УДК 656.052.1:63

О. П. Васильева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВ

Рассмотрен основной технологический тренд сельского хозяйства – точное земледелие. В основе точного земледелия лежит понимание того, что земельные угодья неоднородны и нельзя их обрабатывать гектарами или условными полями.

Актуальность. Для получения урожая лучшего качества нужно обрабатывать поля отдельными участками. Нужно оценивать неоднородность всходов, вегетации, влажности и продуктивности почвы. Необходима точечная тактика внесения удобрений [9, 10].

Материалы и методы. Определять неоднородные участки сельхозугодий помогают снимки со спутников и БПЛА (беспилотные летательные аппараты) [2, 8]. Датчики на технике и полях позволяют оценивать ландшафт, показатели влажности, температуры, уровня рН (рис. 1). Также важный источник данных – метеостанции.

Технологии точного земледелия собирают и анализируют данные о каждом вашем действии на поле. Они помогают принимать как быстрые, так и долгосрочные решения: какие семена на каком участке сеять, какое количество удобрений или химикатов нужно и др.

Затем, когда есть представление о том, что нужно сделать в хозяйстве, оборудование для точного земледелия претворяет план в жизнь. Например, можно точно управлять трактором и агрегатами с помощью автоматизированной системы рулевого управления.



Рисунок 1 – Разбитие полей на множество микроучастков по типу культур, почвы и т.д. Границы участков определяются автоматически

Результаты исследований. Весь рынок цифровизации агротеха стремится к этой идеальной картинке. Из этого можно выделить четыре крупных сегмента:

- Производители техники и оборудования для сельского хозяйства. Это производители тракторов, комбайнов, уборочной техники [4–7].

- Софтверные компании. Здесь разработчики софта, с помощью которого можно объединить технику различных производителей, автоматизировать процессы, собирать аналитику.

- Производители удобрений. Цифровые продукты позволяют им продавать больше удобрений – система автоматически считает расход и напоминает о внесении фермеру. Кроме того приложения улучшают их клиентский сервис.

- Операторы связи занимают сильные позиции в сфере мониторинга транспорта, в том числе сельскохозяйственной техники. Мониторинг крупного рогатого скота [1].

Общий принцип большинства сервисов для агротеха достаточно прост: данные нужно собрать, передать по каналам связи, объединить данные из разных источников и провести их анализ, на основе полученной аналитики построить прогнозы будущих событий.

С сельхозтехники, метеостанций, дронов и других объектов в поле данные по каналам связи (ГЛОНАСС, GSM) передаются на облачный сервер. Система проводит анализ полученных дан-

ных и выдаёт аналитику (рис. 2). Разница лишь в датчиках, каналах связи, типах собираемых данных и алгоритмах их обработки. Сам принцип один.

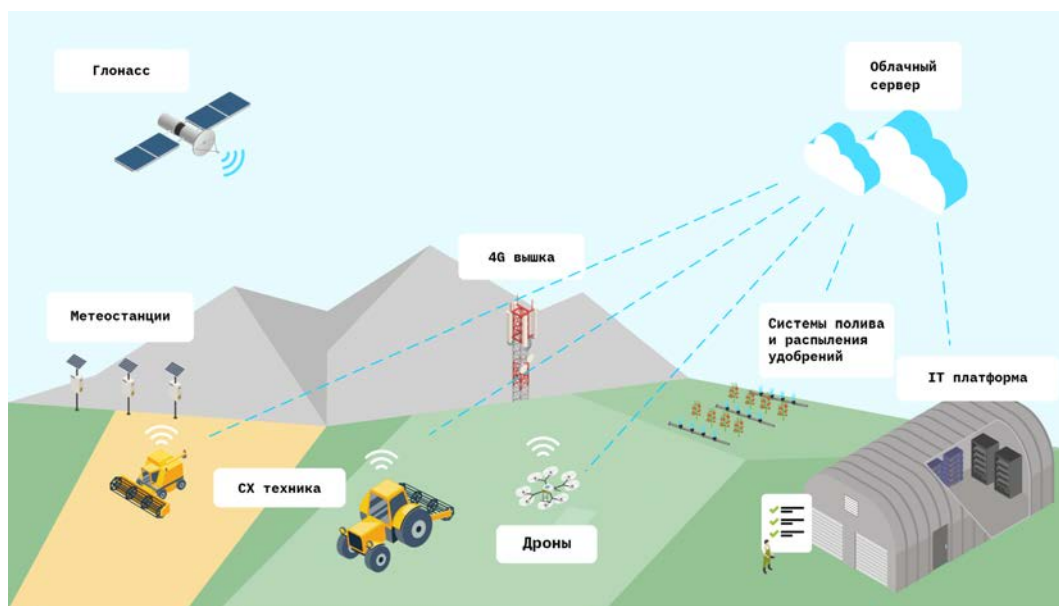


Рисунок 2 – Общий принцип работы сервисов

На основе картографирования полей и многих других данных системы выявляют проблемы с дренажем, уплотнением, питанием, сорняками и вредителями, прежде чем это станет разрушительным. Далее они составляют план работ, которые необходимо провести специалисту хозяйства, чтобы улучшить ситуацию на поле.

Как правило, решения основаны на машинном обучении и интеллектуальном прогнозировании. Данные собираются ежедневно, накладываются на архивные данные. Это позволяет определять тенденции и производить более точный анализ, позволяющий отслеживать действия и их последующие результаты (рис. 3).

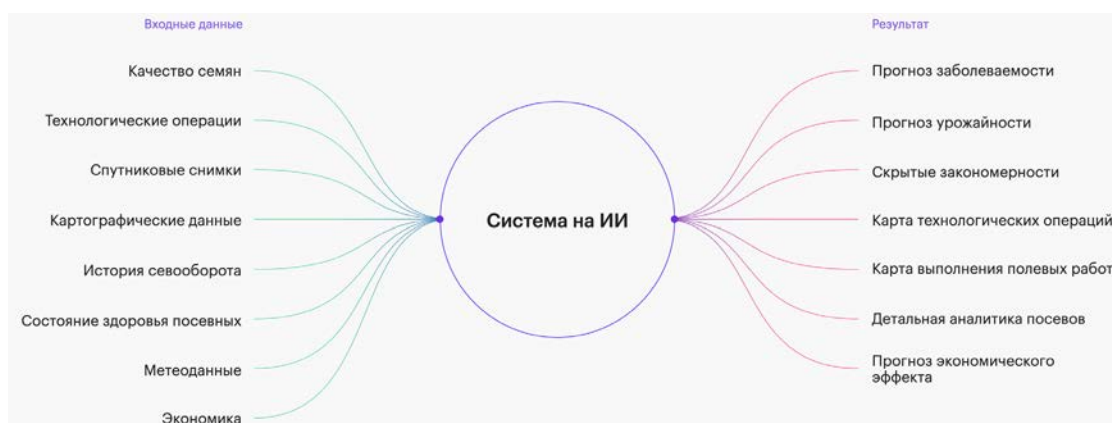


Рисунок 3 – Составляющие интеллектуальной системы

Выводы. Цифровизация отрасли постепенно меняет суть профессии специалиста хозяйства и помогает вести хозяйство более эффективно и устойчиво. Аналитика, полученная с сервиса, помогает агрономам принимать своевременные и взвешенные решения, цель которых повышение урожайности, оптимизация внесения удобрений и СЗР, и как результат – устойчивое земледелие [3].

Список литературы

1. Babintseva, T Studying the factors affecting the state of cattle hoof horn / T. Babintseva, E. Mikheeva, A. Shishkin [et al.] // Advances in Animal and Veterinary Sciences. – 2020. – Т. 8. – Special Issue 3. – P. 11–17.
2. Кто зарабатывает на цифровизации сельского хозяйства [Электронный ресурс] // Агенство МЭЙК: интернет-портал. – URL: <https://vc.ru/offline/233706-ko-zarabatyvaet-na-cifrovizacii-selskogo-hozyaystva> (дата публикации: 21 апреля 2021).
3. Плотников, М. Н. Электронные карты полей / М. Н. Плотников, А. В. Кардапольцев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2020. – С. 1673–1678.
4. Шкляев, А. Л. Анализ основных видов силовых установок и обоснование выбора электродвигателя в качестве энергосиловой установки для мобильной автоматизированной транспортной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Аграрное образование и наука – в развитии отраслей животноводства: м-лы Междун. научн.-практ. конф. посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВО РФ, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова А. И., 20 июля 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 150–156.
5. Шкляев, А. Л. Выбор типа движителя для мобильной роботизированной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: м-лы Нац. научн.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 377–383.
6. Шкляев, А. Л. Гусеничный движитель для сельскохозяйственного робота / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: м-лы Нац. научн.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 383–389.
7. Шкляев, А. Л. Мобильная энергетическая платформа / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. научн.-практ. конф. молодых ученых, 04–05 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 299–305.
8. Шкляев, К. Л. Картирование сельскохозяйственных земель / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Нац. научн.-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, 2020. – С. 389–395.

9. Шкляев, К. Л. Навигационные системы в агропроизводстве / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. научн.-практ. конф. молодых ученых, 04–05 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 306–310.

10. Шкляев, К. Л. Проблемы внедрения точного земледелия в Удмуртской Республике / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Международн. науч.-практ. конф., 13–16 фев. 2018 г. – Ижевск, 2018. – Т. 2. – С. 203–205.

УДК 633.853.494"321":581.1.045

Э. Ф. Вафина

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АБИОТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В РАЗВИТИИ РАСТЕНИЙ ЯРОВОГО РАПСА И ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ

На основании трехлетних данных установлено сокращение продолжительности отдельных периодов развития и периода вегетации ярового рапса при повышении среднесуточной температуры воздуха. Урожайность, густота продуктивного стеблестоя прямо коррелировали со среднесуточной температурой воздуха и суммой осадков в фазах розетка – стеблевание и стеблевание – бутонизация, в период от цветения до созревания семян имели отрицательную корреляционную связь с суммой осадков.

Актуальность. Формирование урожайности растений полевой культуры самым тесным образом связано с условиями окружающей его среды. Согласно общепринятой классификации, факторы внешней среды можно разделить на абиотические, биотические, антропогенные. Все эти факторы воздействуют комплексно на рост и развитие растений. Определение роли каждого из них в формировании продуктивности сельскохозяйственных растений являлось и является в настоящее время объектом исследования ряда ученых. Т. А. Бабайцева [2], определяя экологическую пластичность коллекционных образцов озимой тритикале по зимостойкости в условиях Удмуртской Республики, установила до-

минирующее влияние фактора «условие» (42 %) и взаимодействие факторов «условие – сорт» (46 %). По данным М. П. Масловой [8] за 2011–2014 гг., прохладная и влажная погода в первой половине вегетации льна-долгунца способствует формированию относительно высокой урожайности всего волокна и семян с хорошими технологическими показателями. Э. Д. Акманаев [1], определяя формирование урожайности одноукосного и двухукосного клевера лугового в зависимости от агрометеорологических условий Пермского края, установил, что «продуктивность первого укоса в большей степени зависит от суммы активных температур, а второго укоса – от суммы осадков за период от отрастания до укосной спелости». По Р. Б. Нурлыгаянову [9], орошение агроценозов сои в условиях Республики Башкортостан увеличивало выживаемость продуктивных растений к уборке на 7 %. По данным Е. Ю. Колесниковой [7], более урожайным на Можгинском ГСУ Удмуртской Республики являлся сорт яровой пшеницы Черноземноуральская 2, обеспечивший 46,3 ц/га зерна. Сорт Омская 36 имел относительно более высокий показатель массы 1000 зерен (43,7 г) и высоты растений (116 см). Сорт Иргина в меньшей степени поражался болезнями и вредителями. С. Л. Елисеевым [6] для условий Пермского края установлено, что «при возделывании по органической системе земледелия пшеница яровая испытывает дефицит поступления минерального азота. Содержание общего азота в листьях в фазе кущения было ниже оптимальных значений в 3 раза, в фазе колошения на 1–2 %». Анализ данных за 9 лет позволил А. В. Ястребовой [10] определить роль внешних условий в формировании урожайности сухого вещества люпина узколистного в условиях Удмуртской Республики, согласно данным автора, данный показатель составил 93,6 %. Одной из культур, привлекающих внимание сельхозтоваропроизводителей в последние годы, является рапс, возможности возделывания и перспективы которого показаны в ряде работ [3–5, 11].

Цель исследования – определить связь урожайности семян ярового рапса и элементов ее структуры с абиотическими условиями отдельных фаз развития при применении удобрений и без их применения.

Материалы и методика. Основой работы являются результаты полевого опыта, проведенного в течение трех вегетационных периодов (2018–2020 гг.). Опыт заложен и проведен согласно общепринятой методике полевого опыта. В схему опыта входили

шесть вариантов: 1 – без удобрения рапса (контроль), 2 – допосевное внесение азотного удобрения из расчета на планируемый уровень урожайности семян 1,5 т/га, 3 – дробное внесение расчетной дозы азотного удобрения – до посева и в фазе розетки рапса, 4 – некорневая подкормка посевов микроудобрением (сернокислый марганец) в фазе бутонизации, 5 и 6 – допосевное и дробное внесение азота в сочетании с подкормкой микроудобрением (сернокислый марганец). Для достижения поставленной цели в данной статье были использованы данные контрольного варианта и варианта с дробным внесением макроудобрения с последующим опрыскиванием сернокислым марганцем.

Результаты исследований. Метеорологические условия в годы проведения исследования были различны. Посев рапса был проведен в первой декаде мая. Продолжительность вегетационного периода рапса была большей в 2019 г. и составила 147 сут., в 2018 и 2020 гг. 112 и 109 сут. соответственно. Продолжительность отдельных периодов вегетации связана со среднесуточной температурой воздуха (рис. 1).

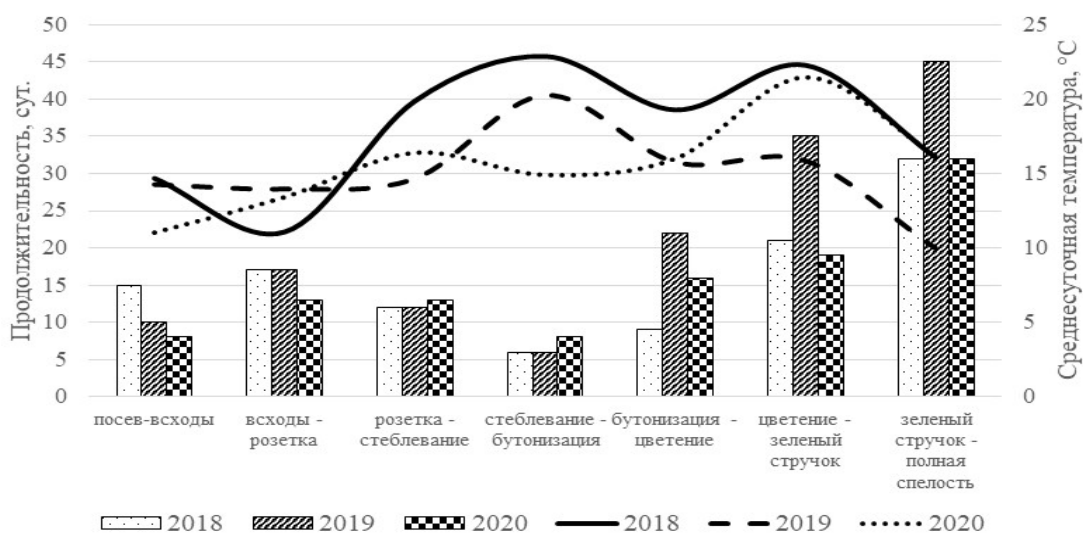


Рисунок 1 – Продолжительность отдельных периодов развития рапса и среднесуточная температура воздуха в данные периоды

В начальные периоды развития она была относительно низкой в 2018 г., в связи с чем период посев – всходы и всходы – розетка в данный год длился 15 и 17 сут. соответственно, что больше в сравнении с аналогичными показателями 2019 г. (10 и 17 сут.) и 2020 г. (8 и 13 сут.). В период стебление – бутонизация температура среднесуточная воздуха 14,9 °C в 2020 г. удлинит продол-

жительность указанного периода. В период от цветения до созревания в 2019 г. осадков выпало более 200 мм, температура воздуха была ниже аналогичных значений 2018 и 2020 гг., что привело к затягиванию созревания рапса и проведения уборочных работ.

При выращивании рапса без применения удобрений, а также при их применении установлена положительная средняя связь урожайности со среднесуточной температурой воздуха в период розетка – стебление, а также с суммой осадков в периоды розетка – стебление и стебление – бутонизация (табл. 1). Связь урожайности с абиотическими условиями периода созревания семян зависела в том числе от применения удобрений – выявлены различия в отношении среднесуточной температуры воздуха, с суммой осадков – связь отрицательная средняя.

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции между урожайностью и среднесуточной температурой воздуха, суммой осадков в отдельные периоды развития рапса (среднее 2018–2020 гг.)

Показатель	Без удобрений	Дробное внесение азотного удобрения, подкормка микроудобрением
Период розетка – стебление		
Среднесуточная температура воздуха	0,52*	0,60*
Сумма осадков	0,50*	0,59*
Период стебление – бутонизация		
Среднесуточная температура воздуха	0,31	0,32
Сумма осадков	0,52*	0,58*
Период цветение – созревание		
Среднесуточная температура воздуха	0,40	0,49*
Сумма осадков	–0,49*	–0,58*

Примечание: * – достоверно на 5 % уровне значимости

Между густотой продуктивных растений перед уборкой и рассматриваемыми факторами внешней среды выявлены аналогичные связи (табл. 2). В отличие от урожайности количество растений к уборке имело положительную связь со среднесуточной температурой воздуха в период стебление – бутонизация.

В исследуемые годы как при применении удобрений, а также при их отсутствии продуктивность отдельного растения рапса не имела существенной связи с суммой осадков и температурой воздуха в анализируемые периоды (табл. 3).

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции между густотой продуктивного стеблестоя и среднесуточной температурой воздуха, суммой осадков в отдельные периоды развития рапса (среднее 2018–2020 гг.)

Показатель	Без удобрений	Дробное внесение азотного удобрения, подкормка микроудобрением
Период розетка – стеблевание		
Среднесуточная температура воздуха	0,83*	0,90*
Сумма осадков	0,75*	0,83*
Период стеблевание – бутонизация		
Среднесуточная температура воздуха	0,75*	0,71*
Сумма осадков	0,91*	0,95*
Период цветение – созревание		
Среднесуточная температура воздуха	0,46	0,57*
Сумма осадков	–0,70*	–0,78*

Примечание: * – достоверно на 5 % уровне значимости

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции между продуктивностью растения и среднесуточной температурой воздуха, суммой осадков в отдельные периоды развития рапса (среднее 2018–2020 гг.)

Показатель	Без удобрений	Дробное внесение азотного удобрения, подкормка микроудобрением
Период розетка – стеблевание		
Среднесуточная температура воздуха	0,36	0,41
Сумма осадков	0,37	0,43
Период стеблевание – бутонизация		
Среднесуточная температура воздуха	0,09	0,09
Сумма осадков	0,30	0,35
Период цветение – созревание		
Среднесуточная температура воздуха	0,35	0,41
Сумма осадков	–0,37	–0,43

Масса семян растения в годы исследования не имела больших различий.

Выводы и рекомендации. Продолжительность межфазных периодов развития, а также в целом период вегетации ярового рапса сокращается при повышении среднесуточной температуры воздуха – от 147 сут. при температуре 15,0 °С до 112 сут. при 17,3 °С. Независимо от применения удобрения установлена прямая сред-

няя корреляционная связь урожайности, густоты продуктивного стеблестоя со среднесуточной температурой воздуха и суммой осадков в начальные периоды. При созревании семян корреляционная связь с суммой осадков – обратная средняя; со среднесуточной температурой воздуха существенная прямая средняя связь установлена на фоне применения удобрений.

Список литературы

1. Акманаев, Э. Д. Формирование урожайности одноукосного и двухукосного клевера лугового в зависимости от агрометеорологических условий / Э. Д. Акманаев // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 3 (23). – С. 30–34.
2. Бабайцева, Т. А. Экологическая пластичность коллекционных образцов озимой тритикале по зимостойкости / Т. А. Бабайцева, Е. Н. Полторыдядко, Е. В. Кузнецова // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 6 (54). – С. 7–11.
3. Вафина, Э. Ф. Реакция сортов ярового рапса на абиотические условия в Среднем Предуралье формированием урожайности / Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов // Вестник Башкирского ГАУ. – 2018. – № 2 (46). – С. 25–31.
4. Вафина, Э. Ф. Сбор сухого вещества растениями рапса при применении удобрений / Э. Ф. Вафина // Аграрная наука – сельскому хозяйству: м-лы XV Международ. науч.-практ. конф. В 2-х книгах. – Барнаул, 2020. – С. 167–169.
5. Вафина, Э. Ф. Элементы структуры урожайности семян ярового рапса при ее программировании / Э. Ф. Вафина // Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур: м-лы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии. Отв. за выпуск И. Ш. Фатыхов. – Ижевск, 2020. – С. 77–81.
6. Елисеев, С. Л. Содержание азота, фосфора и калия в листьях яровой пшеницы в условиях органического земледелия Среднего Предуралья / С. Л. Елисеев, Т. С. Калабина, В. П. Мурыгин, Э. Ф. Сатаев // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию основания университета. – Пермь, 2020. – С. 19–22.
7. Колесникова, Е. Ю. Сортоиспытание яровой пшеницы на Можгинском ГСУ / Е. Ю. Колесникова, Ч. М. Исламова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. В 3 томах. – Ижевск, 2020. – С. 112–115.
8. Маслова, М. П. Реакция сортов льна-долгунца на метеорологические условия Среднего Предуралья / М. П. Маслова, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2018. – № 2 (55). – С. 57–66.
9. Нурлыгаянов, Р. Б. Возделывание сои на семена в различных уровнях водного режима / Р. Б. Нурлыгаянов, А. В. Комиссаров, К. Р. Исмагилов, Ф. Ф. Гиниятова // Российский электронный научный журнал. – 2019. – № 4 (34). – С. 207–219.

10. Ястребова, А. В. Сравнительная оценка адаптивных свойств и эффективность возделывания сортов люпина узколистного / А. В. Ястребова, С. И. Коконков, Т. Н. Рябова // Вестник Ижевской ГСХА. – 2020. – № 4 (64). – С. 12–19.

11. 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.

УДК 633.112.9"324":631.559(470.51)

Э. Ф. Вафина

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Расчеты уровня прогнозируемой урожайности зерна озимой тритикале, основанные на принципах программирования, показали, что условия региона соответствуют биологическим требованиям культуры. Приход фотосинтетически активной радиации (ФАР) позволяет формировать урожайность зерна 6,65 т/га. Влагообеспеченность вегетационного периода способствует получению урожайности зерна на уровне 3,36 т/га, а тепловые ресурсы (по гидротермическому показателю ГТП) – 4,82 т/га.

Актуальность. Тритикале – искусственно созданная культура, начало происхождения которой относится к 1875 г., когда А. Вильсон получил первый искусственный стерильный гибрид между пшеницей и рожью. Первое сообщение об октоплоидных формах, возникших в результате спонтанного удвоения числа хромосом у пшенично-ржаных гибридов, принадлежит В. Римпау и относится к 1891 г. [8]. В настоящее время культура имеет довольно разнообразное значение – кормовое [2, 3, 7, 11], продовольственное [13], в том числе для производства муки для разных целей [5, 6, 15]. Площади посева данной культуры в Российской Федерации за последние пять лет изменялись от 235 тыс. до 114 тыс. га при урожайности 23,1–29,1 ц/га [9]. В Удмуртской Республике посевная площадь тритикале сократилась с 1539 га в 2015 г. до 481 га в 2020 г., урожайность за данный период 14,6–20,3 ц/га [10]. Таким образом, культура эта в данный момент является малораспро-

страненной. Одним из важных методов растениеводства является программирование урожайности сельскохозяйственных культур, позволяющее определить ее потенциальный и действительно возможный уровень, выявить причины несоответствия фактической урожайности и действительно возможной и разработать приемы, обеспечивающие получение запрограммированного уровня продуктивности [4, 16]. *Цель* – определить уровень программируемой урожайности семян озимой тритикале по абиотическим факторам.

Материалы и методика. Удмуртская Республика по сельскохозяйственному районированию находится в южнотаёжно-лесной зоне умеренного природно-сельскохозяйственного пояса [1]. Объект исследования – справочные данные по агроклиматическим условиям Удмуртской Республики [1]. Методы исследования – сравнение, анализ, расчетный. Для расчета возможного уровня урожайности семян ярового рапса по агроклиматическим ресурсам республики использованы формулы, разработанные И. С. Шатиловым [14].

Результаты исследований. Потенциальную урожайность основной продукции рассчитаем по приходу ФАР за период вегетации культуры и коэффициенту ее использования. Для этого сначала определим коэффициент хозяйственной эффективности урожая (K_T) по формуле 1:

$$K_T = \frac{Ч_T \times 100}{\sum a \times (100 - B_{cm})}, \quad (1)$$

$$K_T = \frac{1 \times 100}{\sum 4,5 \times (100 - 14)} = 0,26,$$

где K_T – коэффициент хозяйственной эффективности урожая или доля основной продукции в общей биомассе;

$Ч_T$ – доля основной продукции в общей надземной биомассе (принимают равной единице);

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

Затем рассчитаем потенциальную урожайность абсолютно сухой биомассы ($Y_{биол}$) по формуле 2:

$$Y_{биол} = \frac{Y_T \times (100 - B_{cm}) \times \sum a}{100}, \quad (2)$$

$$Y_{\text{биол}} = \frac{6,62 \times (100 - 10) \times 4,5}{100} = 25,6 \text{ т/га},$$

где Y_T – потенциальная урожайность товарной продукции, т/га (используем показатели урожайности сортов, полученные при сортоиспытании на ГСУ [12]);

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

B_{CT} – стандартная влажность основной продукции, %.

Определяем КПД ФАР – коэффициент использования фотосинтетически активной радиации (η) (3):

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

$$\eta = \frac{25,6 \times 18526}{10^3 \times 103} = 4,6.$$

Потенциальную урожайность основной продукции ($Y_{\text{ПВ}}$) рассчитаем по приходу ФАР за период вегетации культуры и коэффициенту ее использования (4):

$$Y_{\text{ПВ}} = \frac{10^3 \times \eta \times K_T \times \sum Q}{q}, \quad (4)$$

$$Y_{\text{ПВ}} = \frac{10^3 \times 4,6 \times 0,26 \times 103}{18526} = 6,65 \text{ т/га},$$

где $Y_{\text{ПВ}}$ – потенциальная урожайность основной продукции по приходу ФАР, т/га;

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

K_T – коэффициент хозяйственной эффективности урожая или доля основной продукции в общей биомассе;

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

q – теплотворная способность сухой биомассы, кДж/кг.

Действительно возможная урожайность (ДВУ) – это урожайность, которая теоретически может быть обеспечена генетическим потенциалом сорта или гибрида и основным лимитирующим фак-

тором. Определяем количество доступной влаги за время вегетации по следующей формуле (5):

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

$$W = 140 + 0,71 \times 229 = 302 \text{ мм},$$

где W_o – запас доступной для растений влаги в метровом слое почвы в период посева, мм;

$\sum O$ – количество атмосферных осадков по средним многолетним данным за вегетационный период культуры, мм;

k – коэффициент использования осадков на суглинистой почве.

Определение действительно возможной урожайности по влагообеспеченности проведем по соотношению (6):

$$y_{ДВ} = \frac{10 \times (W_o + k \times \sum O)}{K_B}, \quad (6)$$

$$y_{ДВ} = (10 \times 302)/90 = 33,6 \text{ ц/га} = 3,36 \text{ т/га},$$

где K_B – коэффициент водопотребления, м³ на 1 ц.

Действительно возможную урожайность по тепловым ресурсам определим по гидротермическому показателю (ГТП).

Для этого определим коэффициент увлажнения (7):

$$K_{увл} = \frac{2453 \times W}{10^4 \times R}, \quad (7)$$

$$K_{увл} = \frac{2453 \times 302}{10^4 \times 53,56} = 1,38,$$

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

W – количество продуктивной влаги за период вегетации, мм;

R – суммарный радиационный баланс за этот период, как правило, на 4–5 % выше показателя ФАР (48 %) и составляет примерно 52 % интегральной радиации, кДж/см².

Затем определяем гидротермический показатель продуктивности (8):

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

$$ГТП = 0,46 \times 1,38 \times 14 = 8,89,$$

где $K_{увл}$ – коэффициент увлажнения;

T – период вегетации, декады.

Имея все необходимые данные, определяем действительно возможную урожайность (9):

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

$$U_{ДВУ} = (22 \times 8,89 - 10) \times 0,26 = 48,2 \text{ ц/га} = 4,82 \text{ т/га},$$

где $U_{ДВУ}$ – действительно возможная урожайность основной продукции, ц/га;

$ГТП$ – гидротермический показатель продуктивности.

Выводы и рекомендации. Проведенные расчеты показывают уровень потенциальной урожайности зерна озимой тритикале для центрального агроклиматического района Удмуртской Республики 6,65 т/га, действительно возможной урожайности по влагообеспеченности 3,36 т/га, по тепловым ресурсам 4,82 т/га. Лимитирующим фактором для получения действительно возможной урожайности зерна озимой тритикале 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. Акманаев, Э. Д. Сравнительная оценка направлений использования озимой ржи и озимого тритикале в Среднем Предуралье / Э. Д. Акманаев // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 1 (27). – С. 3.
3. Бердникова, И. Н. Влияние сроков скашивания озимой тритикале Ижевская 2 на урожайность зеленой массы в условиях Среднего Предуралья / И. Н. Бердникова, Т. А. Бабайцева // Молодые ученые в XXI веке: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Ижевск, 2005. – С. 3–5.
4. Вафина, Э. Ф. Оценка производства ярового рапса в Удмуртской Республике / Э. Ф. Вафина // Вестник Ижевской ГСХА. – 2020. – № 4 (64). – С. 4–12.
5. Грабовец, А. И. Направления селекции озимого тритикале на Дону // Идеи Н. И. Вавилова в современном мире: тезисы докладов IV Вавиловской Междунар. науч. конф. – Санкт-Петербург, 2017. – С. 243.

6. Грабовец, А. И. Селекция озимого тритикале для использования в кондитерском производстве / А. И. Грабовец, О. Г. Попова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – № 5. – С. 3–6.
7. Коконов, С. И. Адаптивные свойства и качество сухого вещества сортообразцов озимой тритикале в условиях Среднего Предуралья / С. И. Коконов, М. С. Чумарев // Вестник Ижевской ГСХА. – 2017. – № 1 (50). – С. 31–36.
8. Манукян, И. Р. Селекция озимой пшеницы и тритикале для предгорной зоны Северного Кавказа / И. Р. Манукян, М. А. Басиева, В. Б. Абиев. – Владикавказ: ООО НП КП «МАВР», 2018. – 54 с.
9. Посевные площади тритикале в России. Итоги 2019 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://ab-centre.ru/news/posevnyye-ploschadi-tritikale-v-rossii-itogi-2019-goda> (дата обращения: 15.07.2021).
10. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в 2020 году по Удмуртской Республике [Электронный ресурс]: стат. сб. (№ 87 по каталогу). №-002 / Территор. орган Федеральной службы гос. стат. по УР. – Электрон. дан. – Ижевск: Удмуртстат. – on-line.
11. Потапова, Г. Н. Перспективы использования посевов озимой тритикале на корм в Свердловской области / Г. Н. Потапова, Н. Л. Зобнина // Координационный совет по селекции и семеноводству зернофуражных культур: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2019. – С. 86–91.
12. Результаты государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур за 2008–2011 гг. Характеристики сортов сельскохозяйственных культур, вновь включенных в Государственный реестр селекционных достижений и допущенных к использованию по Удмуртской Республике. – Можга, 2011. – 93 с.
13. Ториков, В. Е. Сравнительная характеристика качества зерна сортов озимой тритикале, выращиваемых на юго-западе России / В. Е. Ториков, Н. С. Шпилев, В. В. Мамеев, И. Н. Яценков // Вестник Алтайского ГАУ. – 2019. – № 2 (172). – С. 49–56.
14. Шатилов, И. С. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая / И. С. Шатилов, А. Ф. Чудновский. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. – 320 с.
15. Шишлова, Н. П. Характеристика хлебопекарного потенциала тритикале по результатам лабораторной выпечки / Н. П. Шишлова, В. Н. Буштевич, Т. П. Шемпель, Е. В. Лапутько, Е. Л. Долгова // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2017. – № 53. – С. 181–189.
16. 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. В. Верзилин¹, Е. Н. Закабунина¹, А. В. Гончаров¹,
Н. А. Хаустова¹, А. Н. Тимофеев², Н. Д. Верзилина³**

¹ФГБОУ ВО Российский ГАЗУ

²ФГБОУ ВО Воронежский ГПУ

³ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. Петра I

БИОЛОГИЗАЦИЯ КАК ФАКТОР ИНТЕНСИФИКАЦИИ И ЭКОЛОГИЗАЦИИ АГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Рассмотрены приоритетные направления и возможности современного этапа развития земледелия в направлении биологизации и экологизации процессов сохранения и расширенного воспроизводства почвенного плодородия в агроландшафтных системах земледелия, условий формирования экологически сбалансированной системы производства растениеводческой продукции и обеспечения экологической устойчивости окружающей среды.

Актуальность приведенных исследований заключается в анализе существующих в настоящее время направлений развития биологического земледелия и определения возможностей активизации биологических факторов в агроландшафтных системах земледелия разных зон земледелия России.

Материалы и методы. Проведен анализ существующих литературных источников и собственных исследований [1–7] по основным составляющим биологического земледелия в региональных агроландшафтных системах земледелия.

Результаты исследований. Биологизация агроландшафтных систем земледелия – современный этап более высокого уровня развития земледелия, основанный на новых научных знаниях, раскрывающих современный уровень взаимоотношений в системе «почва-растения-окружающая среда».

Наряду с этим многовековой опыт развития земледелия, и особенно этап его интенсификации со второй половины прошлого столетия, нередко связанный с чрезмерным использованием химических средств, показал, что стремление к получению максимального количества производимой продукции полеводства в большинстве случаев привело к снижению её качества до уровня оказывающего отрицательное влияние на здоровье населения,

перестройку живого компонента почвы в сторону увеличения численности токсических форм микроорганизмов, ухудшение факторов воспроизводства показателей почвенного плодородия.

Все это привело к нарастанию эрозионных процессов, значительному снижению количественного и видового разнообразия полезной флоры и фауны, росту поражения агроэкосистем болезнями, вредителями, сорняками, что обусловило ряд экологических проблем, связанных с усилением антропогенного воздействия на почву, и снижение экологической устойчивости окружающей среды, которая в большей части загрязняется разного рода токсическими веществами.

В мировом земледелии разнообразные факторы интенсификации превратили целые районы в зоны экологического бедствия, масштабы которых указывают на угрозу экологического глобального кризиса.

Постоянно возрастающее использование в земледелии факторов интенсификации для решения проблем обеспечения растущего населения продуктами питания привело к снижению нормативного качества получаемой продукции, росту загрязнения нитратами, накоплению остатков пестицидов, ухудшению потребительских качеств растениеводческой продукции. В связи с этим в современном земледелии проблемы экологической безопасности производимой продукции растениеводства и устойчивости земледелия вышли на передовые рубежи научного познания и практического применения.

В России стратегия научно-технологического развития, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642, указывает на рост антропогенных нагрузок на окружающую среду, угрожающих воспроизводству природных ресурсов и связанных с этим рисков для жизни и здоровья граждан. В числе приоритетов и перспектив научно-технологического развития на ближайшие 10–15 лет определён переход к органическому, высокопродуктивному и экологически чистому производству сельскохозяйственной продукции, получению здоровой пищи и сырья для переработки.

Для решения этих проблем в последние десятилетия в земледелии сформировалось новое научное направление – «биологизация земледелия», предусматривающее интенсификацию земледелия за счёт активизации биологических факторов воспроизводства агроэкологических ресурсов, перманентного замещения агрохи-

микатов биологическими средствами естественного происхождения (*навоз, компосты, солома, сидераты, сапрпель, энтомофаги, энтомопатогенные организмы и т.д.*).

Термин «биологическое земледелие» применим к системам земледелия, в которых использование агрохимикатов исключено полностью. Такие системы земледелия в мировом и отечественном земледелии встречаются не так уж часто. В тех же случаях, когда система земледелия предусматривает снижение объемов применения химических средств, следует говорить о биологизации земледелия. Суть этого понятия в том, что в агроценозах сокращается использование пестицидов и минеральных удобрений за счет природных средств. Другими словами, биологизация земледелия – это процесс замещения части агрохимикатов объектами биологического происхождения.

В настоящее время в среде учёных и практиков существует ряд понятий и формулировок, отражающих различные стороны биологического земледелия (*экологическое земледелие, органическое земледелие, природоохранное земледелие, прецизионное (точное), альтернативное земледелие и т.д.*). По своему содержанию в достижении конечной цели эти термины синонимичны.

При этом отдельные авторы, характеризуя биологические системы земледелия, обращают внимание на строгое нормирование и применение в них минеральных удобрений и пестицидов.

Такой подход определяет в разряд биологического и системы земледелия, основанные на полном отказе от использования агрохимикатов, и системы земледелия, предполагающие ограниченное их применение. С учётом широкого разнообразия в различии толкований понятия «биологическое земледелие» в настоящее время предлагается использовать два термина.

Термин «биологическое земледелие» целесообразно применять к системам земледелия, в которых использование агрохимикатов исключено полностью или предусматривается снижение объемов использования минеральных удобрений и средств защиты растений. Когда в агроценозах перманентно сокращается использование пестицидов, минеральных удобрений и нарастает использование биологических факторов (*органические удобрения, сидеральные культуры, нетоварная часть продукции и др.*) целесообразно говорить о биологизации земледелия.

Как видно из приведенных выше определений «биологического земледелия», каждое полностью или частично исключает

ет применение минеральных удобрений, химических средств, и на этой основе, по мнению авторов, обеспечивается получение экологически чистой продукции возделываемых культур.

По нашему мнению, такой подход не гарантирует получения экологически безопасной и здоровой продукции и сырья нормативного качества для здорового питания и переработки.

Считаем, что критериями оценки системы «биологического земледелия» должны быть показатели:

- получения экологически безопасной продукции и сырья для переработки нормативного качества, показатели которого утверждены медицинскими нормативами, а определение таких показателей должно стать обязательным для всех видов производимой сельскохозяйственной продукции и сырья, поступающих на рынок;

- сохранение и расширенное воспроизводство показателей почвенного плодородия, интегрированных в гумусе на основе активизации биологических факторов;

- постоянно нарастающая экологическая устойчивость агроэкосистем и окружающей среды.

Разработка и внедрение агроландшафтных систем земледелия должны основываться на управлении локальными земельными ресурсами с технологиями дифференцированного использования земель на уровне полей севооборота, а впоследствии к конкретным участкам внутри полей в соответствии с их почвенно-экологическими характеристиками, что позволит обеспечить не только экономию ресурсов на 20–30 %, но и существенно повысить эффективность и экологические показатели использования земельных ресурсов [6].

В разработке и совершенствовании подходов к освоению технологий биологического земледелия большое значение имеет использование эколого-ландшафтного подхода в зональных системах земледелия, который позволяет реализовывать дополнительные возможности для производства экологически чистой и безопасной продукции и предотвращения деградации почвенного покрова как основы продуктивности и устойчивости производства возделываемых культур и экологической безопасности производимой продукционного процесса.

При этом первостепенным является разработка системы воспроизводства плодородия почв на основе повышения экологической ёмкости агроэкосистем и оптимизации биологической актив-

ности почвы. Для этого необходимо помнить о травосеянии и бобовых культурах, их роли в биологическом земледелии. Многолетние травы и зернобобовые культуры – это ведущий биологический фактор оптимизации биогенности и биологической активности почвы в биологическом земледелии, надежный и экологически безопасный источник биологического азота, дающий возможность замены части азота минеральных удобрений на азот биологический.

В настоящее время в земледелии России имеются все возможности для использования элементов биологического земледелия и внедрения в неё элементов точного земледелия, для чего в этом направлении необходимо развивать научные исследования.

В биологическом земледелии особую роль и значение приобретает оптимизация севооборотов с учётом зональных особенностей, как ведущего элемента системы земледелия, обеспечивающего не только экономическую эффективность, равную полной дозе минеральных удобрений в конкретной зоне земледелия, но в большей мере биологическое равновесие и экологическую устойчивость агроэкосистем.

К сожалению, в современной земледелии нашей страны нередко наблюдается пренебрежительное отношение к соблюдению норм и принципов научно обоснованного чередования культур в севооборотах среди собственников земли и арендаторов, которые не несут профессиональной и юридической ответственности за свою деятельность на земле, за её сохранение и улучшение для будущих поколений земледельцев.

При этом государственные органы всех уровней закрывают глаза на такое отношение к земле, почве, её плодородию, хотя располагают всеми полномочиями и несут персональную ответственность за сохранение основного богатства всех времен и народов перед своими детьми, внуками и последующими поколениями.

Наряду с этим нужно с удовлетворением отметить профессионально проводимую работу по разработке и внедрению биологической системы земледелия в отдельных субъектах Российской Федерации.

Наиболее показательным примером внедрения биологизации агроландшафтных систем земледелия на уровне целого региона является Белгородская область. Программа, отмечает Е. С. Савченко [8], разработана с учетом решения региональных проблем, обострившихся в земледелии за последние десятилетия: большой площади эродированных земель, сокращения гумусового горизон-

та на 14 %, отрицательного баланса питательных веществ, роста доли кислых почв до 45 %, сокращения запасов почвенной влаги на 10–48 %, и решает следующие задачи: обеспечение устойчивого сельскохозяйственного производства в условиях глобальных изменений климата, поддержка плодородия почвы, снижение негативного влияния экономических, экологических и природных рисков за счет внедрения биологической системы земледелия, перехода сельхозтоваропроизводителей всех форм собственности на биологизированные севообороты, увеличение площадей многолетних трав, внедрение сидеральных и промежуточных культур и перехода на технологию прямого сева всех сельскохозяйственных культур. При этом важной составляющей биологизации земледелия является забота не только о почве и окружающей среде, но и о здоровье людей. Задача при этом – повысить отдачу от почвы, как минимум, в полтора раза, выйти на производство экологически безопасной сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, что в конечном итоге позволит решить главнейшую задачу – улучшить здоровье человека.

Важным отличием программы является системный подход, наличие научного обоснования, широкая пропаганда. За годы реализации (2011 г.) программа обеспечила увеличение числа биологизированных сельхозпредприятий и положительную динамику роста посевов многолетних трав, сидератов, внесения органических удобрений, внедрения No-till. С 2017 г. снижена пестицидная нагрузка на 30 %, увеличено введение адаптивно-ландшафтных систем земледелия на уровне предприятий разных форм собственности.

Важным звеном биологического земледелия является система защиты возделываемых культур биологическими методами и препаратами. ФГБНУ «ВНИИ биологической защиты растений» имеет многолетний опыт и наращивает исследования по созданию и внедрению комплексной биологической защиты большинства полевых культур от вредителей и болезней по стандартам органического земледелия. По результатам исследований коллектива установлено, что биологическая защита от болезней и вредителей в органическом сельхозпроизводстве полностью оправдывает себя экономически и экологически. При этом отмечается восстановление естественной биоценотической регуляции, в результате которой отпадает необходимость в обработках от вредителей и болезней.

Разработки учреждения внедрены и действуют в сертифицированных органических хозяйствах, а также в биологизированных

хозяйствах Краснодарского, Ставропольского края, Белгородской, Ростовской и др. областей.

В биологическом земледелии воспроизводство почвенного плодородия является особенно актуальным [2, 4, 5]. Актуальность вопроса связана как с эколого-ресурсными и экономическими условиями использования энергетических и минеральных ресурсов, так и с угрозой экологической – антропогенных нагрузок на биосферу. В биологическом земледелии важно помнить, что система агроландшафтного земледелия, независимо от формы собственности и хозяйствования, должна быть максимально биологизирована, исходя из возможности использования всех биологических факторов, имеющихся в хозяйстве или регионе, с учетом природных и антропогенных факторов для расширенного воспроизводства почвенного плодородия.

Базовым элементом биологизации земледелия является севооборот – единственное агротехническое звено в системе земледелия, действие которого основано на природных механизмах взаимодействия в системе «почва – растение – окружающая среда». В отличие от других звеньев системы земледелия – обработке почв, удобрений и химической защиты растений – применение севооборота не связано с существенными энергетическими и ресурсными затратами.

Научно обоснованное чередование является фактором наиболее полного использования экологических ресурсов продуктивности сельскохозяйственных культур: света, тепла, влаги, естественного плодородия почв, находящихся на территории агроландшафта. Правильное размещение культур, их оптимальное чередование являются основой высокопродуктивного функционирования и устойчивости агроэкосистем.

Разработка и внедрение севооборотов в биологическом земледелии должны выполняться на агроландшафтной основе с учётом дифференцированного использования пашни. С целью рационального использования и предотвращения смыва почв на стадии землеустройства пахотные земли разделяют на категории интенсивного, умеренного и ограниченного использования. Культуры с большой почвозащитной способностью в гораздо меньшей степени снижают урожайность на эродированных почвах. Поэтому дифференцированное использование пашни позволяет без дополнительных затрат повысить её продуктивность на 10–15 % и уменьшить эрозию минимум в два раза.

В заключение необходимо отметить, что внедрению биологической системы земледелия должна предшествовать качественная экспертная оценка всех факторов и приёмов биологизации. Только в этом случае биологизация будет работать на улучшение использования земли, повышение эффективности биологических факторов расширенного воспроизводства плодородия почвы и повышение экологической устойчивости агроэкосистем и окружающей среды. Для основных зон земледелия определить научно обоснованные нормативы биологических составляющих расширенного воспроизводства почвенного плодородия в структуре посевных площадей (многолетние травы, сидеральные культуры, возделываемые в парах и пожнивно, нетоварная часть продукции возделываемых культур и др.).

Таким образом, сочетание новых технологий в земледелии с классическими приоритетами позволит успешно решать задачи биологизации земледелия.

Список литературы

1. Баздырев, Г. И. Фитосанитарное состояние почвы в условиях интенсификации земледелия / Г. И. Баздырев // Известия ТСХА. – 1983. – № 3. – С. 28–39.
2. Верзилин, В. В. Сидераты и их роль в воспроизводстве плодородия чернозёмов / В. В. Верзилин, С. И. Коржов, Н. Н. Королев // Воронежский ГАУ им. Императора Петра I. – Воронеж, 2011. – С. 175.
3. Кирюшин, В. И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12–14.
4. Лобков, В. Т. Экономическая и биоэнергетическая оценка факторов биологизации в звене севооборота / В. Т. Лобков, Н. И. Абакумов, А. Н. Кружков // Вестник Орловского ГАУ. – 2009. – Т. 19. – № 4. – С. 15–23.
5. Лобков, В. Т. Приоритетные направления развития земледелия / В. Т. Лобков, С. А. Плыгун // Вестник Орловского ГАУ. – 2012. – Т. 1. – № 12. – С. 10–14.
6. Лобков, В. Т. Почвенно-биологический фактор в земледелии / В. Т. Лобков. – Орёл: НПО «Экология села», 1998. – 112 с.
7. Ларина, Г. Е. Сорные и культурные растения как консорбенты агрофитоценоза / Г. Е. Ларина, Л. Д. Протасова // Агро XXI. – 2007. – № 4–6. – С. 34–36.
8. Савченко, Е. С. Адаптивно-ландшафтная система земледелия как основа социально-экономического благополучия региона / Е. С. Савченко // Современные проблемы адаптации: в рамках IV Жученковских чтений: Междунар. науч.-практ. конф. – Белгород, 2018. – С. 10.

УДК 63.633.65 (471.35)

**В. В. Верзилин¹, Е. Н. Закабунина¹, А. В. Гончаров¹,
Н. А. Хаустова¹, А. Н. Тимофеев², Н. Д. Верзилина³**

¹ФГБОУ ВО Российский ГАЗУ

²ФГБОУ ВО Воронежский ГПУ

³ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. Петра I

БИОРАЗНООБРАЗИЕ АГРОЦЕНОЗОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ АГРОЭКОСИСТЕМ

Приведены результаты исследований, выполненных в стационарных опытах на чернозёме выщелоченном при использовании разных факторах воспроизводства плодородия почвы, определения роли сельскохозяйственных культур и сорного компонента агроценозов в формировании биоразнообразия и экологической устойчивости агроэкосистем.

Актуальность приведенных результатов исследований определяется ролью отдельных агроценозов, их рудерального компонента и разных комплексов воспроизводства органического вещества в формировании биоразнообразия и экологической устойчивости агроэкосистем и окружающей среды.

Материалы и методы. Исследования проводили в агроэкосистемах стационарного опыта, агроценозах по схеме чередования: предшественники озимых (*чистый пар, сидеральный пар – горчица сарепская, гречиха (непаровой предшественник)*) – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень – озимый рапс, горчица – озимая пшеница – кукуруза на зерно – соя – ячмень. Повторность опыта трехкратная, площадь учетной делянки – 120 м².

Результаты исследований. Биоразнообразие агроэкосистем в значительной степени определяется разнообразием и биологическими особенностями сельскохозяйственных культур, возделываемых в агроценозах, составом органического вещества, поступающего с удобрениями, растительными и корневыми остатками возделываемых культур, сидеральными растениями и минеральными удобрениями [1, 2].

Состав и качество органического вещества в агроэкосистемах определяют динамику биогенности почвы и показатели ее биологической активности, что оказывает определяющее влияние на формирование уровня экологической устойчивости окружаю-

щей среды, количество и качество продукции растениеводства, производимой в агроценозах [3, 4].

Биоразнообразие агроэкосистем формируется не только возделываемыми в агроценозах культурами, но также численностью и видовым разнообразием сорного компонента, разными комплексами воспроизводства плодородия чернозема выщелоченного, среди которых преобладали биологические (*многолетние травы, навоз, солома озимой пшеницы и ячменя, сидераты (эспарцет, редька масличная)*) в пару и пожнивно (табл. 1).

Таблица 1 – Комплексы воспроизводства плодородия почвы в агроэкосистемах стационарного опыта

Варианты	Эспарцет	Озимая пшеница	Сахарная свёкла	Ячмень	Сумма по севообороту
С занятым паром					
1.	–	N30	ППк + Соп	–	ППк + Соп + N30
2.	–	(NPK)100	ППк + Соп + + (NPK)100	–	ППк + Соп + (NPK)200
3.	–	(NPK)100	ППк + Н + + (NPK)100	–	ППк + Н + (NPK)200
4.	–	(NPK)100	ППк + Соп + Н + + (NPK)100	–	ППк + Соп + + Н + (NPK)200
5.	(NPK) 50	(NPK)100	ППк + 2Соп + + (NPK)200	–	ППк + 2Соп + (NPK)350
С сидеральным паром					
1.	Ся	БЭу + N30	ППу + Соп	–	Ся + БЭу + ППу + + Соп + N30
2.	Ся	БЭу + + (NPK)100	ППу + Соп + + (NPK)100	–	Ся + БЭу + ППу + Соп + + (NPK)200
3.	Ся	БЭу + + (NPK)100	ППу + Н + + (NPK)100	–	Ся + БЭу + + ППу + Н + (NPK)200
4.	Ся	БЭу + + (NPK)100	ППу + Соп + Н + + (NPK)100	–	Ся + БЭу + + ППу + Соп + Н + + (NPK)200
5.	Ся + (NPK) 50	БЭу + + (NPK)100	ППу + 2Соп + + (NPK)200	–	Ся + БЭу + ППу + 2Соп + + (NPK)350

Примечание: Ся – оставление на поле соломы ячменя; БЭу – запашка урожая биомассы эспарцета; Соп, 2 Соп – запашка одного и двух урожаев соломы озимой пшеницы соответственно; ППк, ППу – пожнивный посев редьки масличной соответственно на хозяйственные нужды и удобрение; Н – навоз 40 т/га.

Исследуемые в опыте культуры агроценозов, разные комплексы воспроизводства органического вещества, численный и ком-

понентный состав сорного компонента оказывали неодинаковое влияние на содержание в почве питательных веществ, что связано не только с различным их поступлением в почву по вариантам опыта, но и с разным уровнем их отчуждения из почвы фитоконпонентами агроценозов. Неодинаковое содержание в почве питательных веществ отразилось соответствующим образом на количестве и массе сорняков в посевах опытных культур.

Наши исследования показали, что в составе агроценоза с занятым паром наименьшее количество и масса сорняков были обнаружены на контрольном варианте – 124 шт./м² и 182 г/м² (табл. 2).

Внесение минеральных удобрений под озимую пшеницу и сахарную свеклу (вар. 2) на фоне пожнивного посева сидеральной культуры (*редька масличная*) и внесения одного урожая соломы озимой пшеницы (ППк + Соп) увеличило количество и массу сорняков в среднем по агроценозу в сравнении с неудобренным вариантом соответственно на 23 % и 10 %. Замена соломы озимой пшеницы на 40 т/га навоза под сахарную свеклу (вар. 3) количество сорняков увеличилось на 2 %, а их масса – на 6 %. Таким образом, заплата урожая соломы и внесение 40 т/га навоза по своему влиянию на среднюю по агроценозу засоренность посевов оказалась практически одинаковой.

Таблица 2 – Численность сорного компонента в агроценозах перед уборкой культур (среднее за 2008–2015 гг.)

Культуры	Агроценозы с занятым паром					Агроценозы с сидеральным паром				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Эспарцет	<u>69</u> 197	<u>78</u> 172	<u>81</u> 187	<u>87</u> 26	<u>80</u> 178	<u>80</u> 170	<u>82</u> 186	<u>88</u> 209	<u>83</u> 209	<u>85</u> 191
Озимая пшеница	<u>87</u> 131	<u>94</u> 165	<u>96</u> 165	<u>108</u> 190	<u>93</u> 164	<u>110</u> 167	<u>122</u> 184	<u>126</u> 221	<u>130</u> 209	<u>123</u> 189
Сахарная свёкла	<u>39</u> 207	<u>40</u> 234	<u>44</u> 248	<u>46</u> 238	<u>40</u> 230	<u>39</u> 223	<u>44</u> 246	<u>56</u> 283	<u>39</u> 268	<u>43</u> 248
Ячмень	<u>299</u> 194	<u>402</u> 233	<u>403</u> 257	<u>502</u> 281	<u>377</u> 249	<u>285</u> 183	<u>385</u> 226	<u>445</u> 280	<u>460</u> 292	<u>398</u> 266
Среднее по сев-ту: шт/м ²	<u>124</u> 182	<u>153</u> 201	<u>156</u> 214	<u>186</u> 231	<u>148</u> 205	<u>129</u> 186	<u>158</u> 211	<u>179</u> 248	<u>178</u> 245	<u>162</u> 224
%	<u>100</u> 100	<u>123</u> 110	<u>125</u> 118	<u>150</u> 126	<u>119</u> 113	<u>100</u> 100	<u>122</u> 113	<u>139</u> 133	<u>138</u> 132	<u>126</u> 120

Примечание: над чертой – количество сорняков, шт./м²; под чертой – сырая масса сорняков, г/м².

При совместной запарке соломы и навоза на фоне $(NPK)_{200} + ППк$ (вар. 4) количество и масса сорняков в посевах культур увеличились по сравнению с вариантом запарки одной соломы (вар.2) соответственно на 21,5 и 14,9 %, а по сравнению с вариантом внесения одного навоза (вар. 3) – на 19,2 и 7,9 %.

С увеличением дозы минеральных удобрений в 1,75 раза ($N_{350}P_{350}K_{350}$), а соломы озимой пшеницы в 2 раза (вар. 5) количество и масса сорняков были практически такими же, как и на варианте с внесением одинарных доз минеральных удобрений и соломы (вар. 2).

При совместном внесении навоза и минеральных удобрений на фоне $ППк + Соп$ (вар. 3) количество и масса сорных растений возросло по сравнению с вариантом -1 соответственно на 50 и 27 %, что связано как с поступлением семян сорняков с навозом, так и улучшением условий питания растений.

Средняя по агроэкосистеме засоренность посевов – результат засоренности возделываемых в ней культур. Засоренность посевов конкретной культуры агроценоза зависела от биологии культуры, технологии её возделывания, уровня удобренности, вида и формы удобрений, формирования густоты растений.

Наши исследования показали, что на неудобренном варианте наибольшее количество сорных растений в среднем за три года было в посевах ячменя – 289 шт./м², что связано с его биологической особенностью – слабой способностью противостоять сорнякам, так и особенностями технологии его возделывания – отсутствием возможности бороться с сорняками в посевах агротехническими приёмами. Наименьшее же количество сорняков на неудобренном варианте было в посевах сахарной свеклы (39 шт./м²), что в первую очередь связано с технологией ее возделывания – проведением междурядных обработок в течение вегетации культуры.

Масса сорняков в посевах не коррелировала с их численностью, и наибольшей она была в посевах сахарной свеклы (207 г/м²), что объясняется длительным периодом вегетации культуры и практическим отсутствием мер борьбы с сорняками в ее посевах во второй половине вегетационного периода. Наименьшая же масса сорняков была в посевах озимой пшеницы, затем эспарцета, что связано как с высокой их способностью угнетать сорняки благодаря раннему возобновлению вегетации и высокой плотности стеблестоя, так и более ранними сроками их уборки, прерывающими рост сорняков.

На удобренных вариантах численность сорняков была больше, чем на не удобренных, однако, ранжирование культур по количеству сорняков было таким же, как и без удобрения.

Масса же сорняков на всех вариантах с удобрениями наиболее высокой была в посевах ячменя (235–281 г/м²), а наименьшая – в посевах озимой пшеницы, что объясняется ранним ее отрастанием и лучшей способностью использовать удобрения, особенно азотные, а, следовательно, и угнетать рост и развитие сорных растений.

Необходимо также отметить различное влияние изучаемых комплексов воспроизводства плодородия почвы на засоренность посевов культур в агроценозах. Так, количество сорняков в посевах ячменя, использующего последствие вносимых под сахарную свеклу удобрений, возросло на 27–69 % в зависимости от уровня удобренности, эспарцета – 14–28 %, озимой пшеницы – 9–26 % и сахарной свеклы – 5–16 %. Причем, чем выше был уровень удобренности, тем больше численность сорняков.

По-разному изменялась и масса сорных растений в посевах различных агроценозов в зависимости от уровня удобренности. Так, в посевах озимой пшеницы и ячменя она изменялась на 24–46 %, а в посевах сахарной свеклы – на 12–16 %, причем наибольший прирост массы сорняков от удобрений отмечен на вариантах, где их больше вносилось. В посевах эспарцета, который использовал последствие удобрений, внесенных под сахарную свеклу, влияние их на массу сорняков не установлено.

В агроэкосистемах с сидеральным паром по сравнению с вариантами, где его не было, дополнительно запахивалась биомасса предшественника озимой пшеницы – эспарцета, а под сахарную свеклу – биомасса пожнивного посева редьки масличной, а также солома ячменя, тогда как в первом севообороте они использовались на хозяйственные цели, что не могло не отразиться на засоренности посевов. Наименьшая численность и масса сорняков были на контрольном варианте – 129 шт./м² и 186 г/м², то есть почти столько же, сколько на аналогичном варианте в севообороте с занятым паром.

Внесение минеральных удобрений на фоне Бэу + ППу + Соп + Ся (вар. 2) увеличило количество и массу сорняков по сравнению с контролем (вар. 1) соответственно на 21 и 14 %, то есть настолько же, насколько и на аналогичном варианте севооборота с занятым паром. Таким образом, при дополнительной запашке биомассы сидератов в пару и под сахарную свеклу, а также соломы ячме-

ня количество и масса сорняков остались практически такими же, как и в севообороте с занятым паром. По сравнению с аналогичным вариантом севооборота с занятым паром количество и масса сорняков были выше соответственно на 4 и 6 %.

Внесение под сахарную свеклу 40 т/га навоза вместо заправки соломы (вар. 3) повысило количество и массу сорняков в среднем по севообороту по сравнению с вариантом 2 на 13–17 %, что обусловлено большим количеством семян сорных растений, сохранивших всхожесть в навозе. По сравнению с аналогичным вариантом в севообороте с занятым паром количество и масса сорняков на данном варианте оказалось на 14 и 15 % больше. Увеличение засоренности посевов культур севооборота произошло в основном за счет посевов озимой пшеницы и сахарной свеклы, под которые запахивалась биомасса сидератов и вносился навоз, с которыми поступали в почву и семена сорняков, тогда как в севообороте с занятым паром биомасса эспарцета и пожнивного посева сидерата отчуждалась с поля. Другой причиной увеличения засоренности посевов на этом варианте является улучшение питательного режима почвы при заправке биомассы сидератов.

При совместном использовании соломы и навоза на фоне БЭу+ППу + Ся + (NPK)₂₀₀ (вар. 4) численность и масса сорняков в посевах культур в среднем по севообороту увеличивались по сравнению с вариантом заправки одной соломы (вар. 2) соответственно на 13 и 16 %, а по сравнению с вариантом внесения одного навоза (вар. 3) засоренность практически не изменилась. Следовательно, заправка соломы на фоне навоза в этом севообороте практически не оказывала влияния на засоренность посевов культур севооборота. По сравнению с аналогичным вариантом севооборота с занятым паром масса сорняков на этом варианте оказалась больше на 6 %, хотя количество сорняков стало меньше на 4,3 %, что связано с лучшими условиями питания растений в этом севообороте.

При увеличении дозы минеральных удобрений в 1,75 раза, а соломы озимой пшеницы в два раза (вар. 5) количество и масса сорняков увеличились по сравнению с вариантом одинарных их доз (вар. 2) соответственно на 2,5 и 6 %. По сравнению с аналогичным вариантом севооборота с занятым паром численность и масса сорняков на этом варианте были выше на 9,5–9,2 %, что объясняется лучшими условиями питания растений на этом варианте.

Совместное использование навоза и минеральных удобрений на фоне Бэу +ППу + Ся + Соп (вар. 4) способствовало росту чис-

ленности и массы сорняков в посевах культур по сравнению с фоном (вар. 1) соответственно на 38 и 32 %, что связано с улучшением условий питания растений, так и поступлением семян сорняков с навозом. По сравнению с аналогичным вариантом севооборота с занятым паром масса сорняков также была выше на 6 %.

Таким образом, в агроэкосистеме с сидеральным паром на удобренных вариантах в среднем по агроценозам численность сорняков была выше по сравнению с неудобренным вариантом на 22–39 %, что зависело от варианта удобренности, а их масса – на 13 %.

Выводы и рекомендации:

1. Биоразнообразие агроценозов – компонентов агроэкосистем определяется численностью возделываемых культур, их видовым разнообразием, биологическими особенностями и характером взаимодействия растений в системе «почва-растение-окружающая среда».

2. Сорный компонент агроценозов, наряду с возделываемыми культурами, обеспечивает особенности биоразнообразия и уровень взаимодействия компонентов агроэкосистем, их устойчивость и экологическую связь с элементами окружающей среды.

3. Органоминеральные комплексы воспроизводства почвенного плодородия, изучаемые в агроценозах стационара, по-разному влияли на формирование биоразнообразия, продуктивности и экологическое взаимодействие компонентов агроэкосистем с окружающей средой.

4. Количественное и видовое разнообразие сорного компонента в изучаемых агроэкосистемах определялось биологическими особенностями культур, технологиями их возделывания и уровнями удобренности. Самые низкие показатели отмечены на неудобренных контрольных вариантах, а рост в почве элементов питания (*фосфора, калия, азота*) повысил численность и массу сорняков в агроценозах с занятым паром на 23 и 10 %, сидеральным – 22–13 %.

5. Более высокий уровень биоразнообразия агроэкосистем с занятым и сидеральными парами отмечен при совместном использовании навоза, соломы озимой пшеницы и ячменя, минеральных удобрений.

6. Биомасса сидератов, возделываемых в пару и пожнивно, а также использование соломы ячменя в агроэкосистеме с сидеральным паром, в сравнении с занятым, приводили к росту биоразнообразия за счет рудерального компонента на 13–15 % а их массы соответственно на 15–16 %.

Список литературы

1. Верзилин, В. В. Способ обогащения чернозёмной почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / В. В. Верзилин, С. И. Коржов, Н. И. Придворев // Патент на изобретение RUS 2309571 02.05.2006.
2. Верзилин, В. В. Экологическая роль полевых культур и комплексов биологизации в формировании питательного режима почвы агроценозов / В. В. Верзилин, Е. Н. Закабунина, Н. Д. Верзилина, А. Н. Тимофеев, А. В. Гончаров // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития агропромышленного комплекса: м-лы Всерос. (Нац.) науч.-практ. конф. – Курган, 2020. – С. 239–243.
3. Зезюков, Н. И. Использование соломы на удобрение – важнейший резерв воспроизводства плодородия черноземов / Н. И. Зезюков // Проблема гумуса в земледелии и использование органических удобрений: Всесоюзн. конф. и заседание секции земледелия и химизации сельского хозяйства объединенного межведомственного совета при ГКНТ СССР. – Владимир, 1987. – С. 33–34.
4. Кирюшин, В. И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12–14.
5. Lobkov, V. T. Soil and biological aspects of a biologization of modern agriculture / V. T. Lobkov, S. A. Plygun, A. I. Zolotukhin // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. – 2016. – Т. 49. – № 1. – С. 67–72.

УДК 633.854.54:631.5

В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СОДЕРЖАНИЕ ЖИРА И СБОР МАСЛА С УРОЖАЕМ СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПРИ РАЗНЫХ ПРИЕМАХ УБОРКИ

Проводится изучение сроков десикации разными десикантами и сроков уборки на посевах льна масличного. При десикации в фазы ранней желтой и желтой спелости наблюдается тенденция увеличения содержания жира и повышается сбор масла с урожаем. При уборке однофазным способом через 5 суток от десикации в фазе ранней желтой спелости Бастой и через 10 суток от десикации в этой же фазе Реглоном Супер получен наибольший сбор масла.

Актуальность. Предуборочная десикация является одним из важнейших агроприемов технологии возделывания полевых культур. Применение десикации ускоряет технологическое созревание культуры, облегчает и удешевляет уборку, а также защищает

посевы от поражения болезнями, что в целом способствует сохранению урожая и качества [3]. Лен масличный – это специфическая в созревании культура: коробочки и семена в них становятся бурыми, коробочки впоследствии начинают растрескиваться, а стебли льна остаются зелеными, что затрудняет уборку. Десикация позволяет в оптимальные сроки проводить уборку, предотвращает потери урожая и повышает его качество за счет подавления болезней и сорняков.

В Среднем Предуралье проведены исследования по влиянию десикации на продуктивность различных культур [4, 5, 6, 10], для льна масличного разработаны основные элементы технологии [1, 2, 7–9, 11], однако не изучались приемы уборки, а именно содержание жира в семенах льна масличного ВНИИМК 620 в зависимости от разных сроков десикации и уборки.

Цель исследований – разработать оптимальные приемы уборки льна масличного ВНИИМК 620 в Среднем Предуралье. Одной из задач является выявление влияния сроков десикации и уборки на содержание жира и сбор масла с урожаем семян.

Материалы и методика. Исследования проводились в 2020 г. на опытном поле УНПК – Агротехнопарк ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА по следующей схеме: Фактор А – десикант: A_1 – Баста (к); A_2 – Реглон Супер; Фактор В – срок десикации: B_1 – без обработки (к); B_2 – ранняя желтая спелость; B_3 – желтая спелость; Фактор С – срок уборки: A_1B_1 – желтая спелость (к); A_1B_2 – через 5 суток от желтой спелости; A_1B_3 – через 10 суток от желтой спелости; $A_{(2,3)}B_1$ – через 5 суток от десикации; $A_{(2,3)}B_2$ – через 10 суток от десикации; $A_{(2,3)}B_3$ – через 15 суток от десикации. За контроль использовали вариант уборки льна однофазным способом при естественном созревании растений в жёлтую спелость. Расход рабочего раствора 100–200 л/га.

Метеорологические условия отличались от среднесуточных значений как по температурному режиму, так и по количеству осадков. В мае среднесуточная температура воздуха и количество осадков было на уровне среднесуточных значений, что позволило провести посев в оптимальные сроки. Июнь характеризовался более прохладной погодой и сопровождался малым выпадением осадков. В июле установилась относительно тёплая погода в сочетании с обильным выпадением осадков. Созревание и уборка происходили при относительно благоприятных метеорологических условиях.

Пахотный слой дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы опытного участка имел: содержание гумуса – среднее; подвижного фосфора – повышенное, обменного калия – очень высокое. Обменная кислотность почвы среднекислая.

Результаты исследований. Анализ семян льна масличного ВНИИМК 620 позволил установить, что содержание жира в среднем по опыту было неодинаковым и относительно низким (табл. 1). При проведении десикации растений в раннюю желтую и желтую спелость независимо от срока уборки наблюдалась тенденция к увеличению содержания жира в семенах до 38,2–38,9 % сравнительно с аналогичным показателем в варианте без десикации. Относительно высокое содержание жира 41,2 % и 41,5 % наблюдалось при уборке однофазным способом через 5 суток от десикации препаратом Баста в раннюю желтую и желтую спелость.

Таблица 1 – Содержание жира в семенах льна масличного ВНИИМК 620 при разных приёмах уборки, %

Срок десикации (В)	Срок уборки (С)	Десикант (А)		Среднее (В)	Отклонение по В
		Баста (к)	Реглон Супер		
Без десикации (к)	жёлтая спелость (к)	35,3	35,7	36,4	
	через 5 суток от жёлтой спелости	35,7	37,8		
	через 10 суток от желтой спелости	35,4	38,8		
Ранняя жёлтая спелость	через 5 суток от десикации	41,2	39,0	38,2	1,8
	через 10 суток от десикации	35,9	37,6		
	через 15 суток от десикации	37,6	37,8		
Жёлтая спелость	через 5 суток от десикации	41,5	40,6	38,9	2,5
	через 10 суток от десикации	37,8	36,7		
	через 15 суток от десикации	39,6	37,4		
Среднее (А)		37,8	37,6		
Отклонение по А			-0,2		

В условиях 2020 г. десикация в фазе ранней желтой и желтой спелости увеличила сбор масла с урожаем семян льна масличного на 31 и 18 кг/га соответственно по сравнению со сбором масла в варианте при естественном созревании растений при НСР₀₅ главных эффектов В – 15 кг/га (табл. 2).

Наибольший сбор масла получен при уборке однофазным способом через 5 суток от десикации в раннюю желтую спелость препаратом Баста 384 кг/га и через 10 суток от десикации в раннюю желтую спелость препаратом Реглон Супер 387 кг/га соответственно.

Таблица 2 – Сбор масла с урожаем семян льна масличного ВНИИМК 620 при разных приёмах уборки, кг/га

Срок десикации (В)	Срок уборки (С)	Десикант (А)		Среднее (В)	Отклонение по В
		Баста (к)	Реглон Супер		
Без десикации (к)	жёлтая спелость (к)	326	325	322	
	через 5 суток от жёлтой спелости	320	341		
	через 10 суток от желтой спелости	288	335		
Ранняя жёлтая спелость	через 5 суток от десикации	384	358	353	31
	через 10 суток от десикации	351	387		
	через 15 суток от десикации	304	335		
Жёлтая спелость	через 5 суток от десикации	374	375	340	18
	через 10 суток от десикации	324	329		
	через 15 суток от десикации	315	322		
Среднее (А)		332	345		
Отклонение по А			14		
НСР ₀₅	десикант (А)	срок десикации (В)		срок уборки (С)	
частных различий	$F_{\phi} < F_{05}$	37		38	
главных эффектов		15		16	

Выводы и рекомендации. При десикации в фазы ранней желтой и желтой спелости наблюдается тенденция увеличения содержания жира и повышается на 18–31 кг/га сбор масла с урожаем. При уборке через 5 суток от десикации в фазе ранней желтой спелости Бастой и через 10 суток от десикации в этой же фазе Реглоном Супер получен наибольший сбор масла с урожаем семян.

Список литературы

1. Гореева, В. Н. Агроэнергетическая оценка предпосевной обработки семян и приемов посева в технологии возделывания льна масличного ВНИИМК 620 / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии. – Ижевск, 2020. – С. 81–86.
2. Гореева, В. Н. Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность и формирование фотосинтетического аппарата сортов льна масличного / В. Н. Гореева, Р. Р. Галиев, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 3 (194). – С. 2–12.
3. Гринько, А. В. Десикация посевов гороха / А. В. Гринько, Е. А. Полиенко // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 7–1. – С. 104–106.

4. Колесникова, В. Г. Влияние десикантов и сроков их применения на урожайность овса Яков в условиях Среднего Предуралья / В. Г. Колесникова, Т. И. Кузнецова, И. Ш. Фатыхов // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2016. – С. 37–40.
5. Корепанова, Е. В. Десикация и продуктивность льна-долгунца Восход в Среднем Предуралье / Е. В. Корепанова, И. И. Фатыхов // Известия Оренбургского ГАУ. – 2011. – № 4 (32). – С. 82–85.
6. Корепанова, Е. В. Реакция льна-долгунца Восход на сроки десикации и уборки при возделывании на семена в условиях Среднего Предуралья / Е. В. Корепанова, И. И. Фатыхов // Вестник Казанского ГАУ. – 2011. – Т. 6. – № 4 (22). – С. 132–136.
7. Корепанова, Е. В. Реакция сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный на приемы зяблевой обработки почвы / Е. В. Корепанова, Р. Р. Галиев, В. Н. Гореева // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – Т. 14. – № 1 (52). – С. 27–33.
8. Корепанова, Е. В. Повышение эффективности льноводства оптимизацией приемов возделывания / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, В. Н. Гореева // Льноводство: реалии и перспективы: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 24–30.
9. Крысов, Д. А. Влияние удобрений и инсектицидов на заселенность растений льна масличного вредителями / Д. А. Крысов, Р. Р. Галиев, В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – В 3 томах. – 2020. – С. 127–130.
10. Мухаметшина, С. И. Урожайность семян ярового рапса при разных сроках десикации и уборки / С. И. Мухаметшина, Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 11. – С. 33–38.
11. Goreeva, V. N. Response of oil flax varieties to abiotic conditions of the middle cis-ural region by formation of seed yield / V. N. Goreeva, E. V. Korepanova, I. Sh. Fatykhov, Ch. M. Islamova // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. – 2020. – Т. 48. – № 2. – С. 1005–1016.

**В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова,
И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

УРОЖАЙНОСТЬ МАСЛОСЕМЯН ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СОРТОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Приводится сравнительный анализ продуктивности отечественных и зарубежных сортов льна масличного. В итоге выявлено, что среди сортов льна масличного по урожайности семян выделились ЛМ-92 – из России, Clark – из Голландии и Linda – из Франции, сформировавшие наибольшую урожайность семян 76, 77 и 80 г/м² соответственно.

Актуальность. В технологии возделывания полевых культур особую актуальность приобретает подбор сортов [1, 3–5, 7–10]. В последние годы среди полевых культур большой интерес как масличная культура приобретает лен масличный [2, 6, 11, 12–14]. Для получения гарантированных урожаев льна масличного в нечерноземной зоне России необходимы сорта с высоким потенциалом продуктивности, непродолжительным вегетационным периодом, устойчивые к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды.

Материалы и методика. В испытаниях участвовали 16 сортов льна масличного различного эколого-географического происхождения: 1) ВНИИМК 620 – стандарт (Россия, Краснодар); 2) Norlin (Канада); 3) Воронежский (Россия); 4) ЛМ–96 (Россия, ВНИИМК); 5) N 3829 (Россия, Краснодар); 6) Atalante (Франция); 7) Mo Eregor (Венгрия); 8) ЛМ–92 (Россия, ВНИИМК); 9) Clark (Голландия); 10) Culbert (США); 11) Barbara (Венгрия); 12) Северный (Россия); 13) Ставропольский край (Россия); 14) ЛМ–98 (Россия); 15) Linda (Франция); 16) Flanders (Канада). В качестве контроля использовали сорт ВНИИМК 620, включенный в Гостреестр селекционных достижений и допущенный к использованию по Волго-Вятскому региону [Государственный реестр, 2012].

Метеорологические условия отличались от среднеголетних значений как по температурному режиму, так и по количеству осадков. Метеорологические условия мая позволили провести посев в оптимальные сроки. Июнь характеризовался более прохлад-

ной погодой и сопровождался малым выпадением осадков. В июле установилась относительно тёплая погода в сочетании с обильным выпадением осадков. Созревание и уборка происходили при благоприятных метеорологических условиях. Пахотный слой дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы опытного участка имел содержание гумуса – среднее; подвижного фосфора – повышенное, обменного калия – очень высокое. Обменная кислотность почвы среднекислая.

Результаты исследований. Реакция сортов льна масличного на абиотические условия 2020 г. урожайностью семян была разной (табл. 1). Среди испытываемых сортов наиболее продуктивным 80 г/м² оказался лён масличный Linda, превышающий стандарт по продуктивности на 18 г/м² (30 %) при НСР₀₅ – 14 г/м². Существенно превышали на 14–15 г/м² (23–25 %) стандартный сорт ВНИИМК 620 по урожайности семян также сорта ЛМ-92 и Clark. Сорта Norlin и ЛМ-96 имели урожайность семян на 18–21 г/м², или на 30–34 %, ниже относительно аналогичного показателя у ВНИИМК 620. Остальные изучаемые сорта сформировали урожайность семян на уровне стандартного сорта.

Таблица 1 – Урожайность семян сортов льна масличного, г/м²

Сорт	Урожайность	Отклонение	
		г/м ²	%
ВНИИМК 620 – стандарт	62	-	
Norlin	44	-18	-30
Воронежский	50	-12	-19
ЛМ-96	41	-21	-34
N 3829	64	3	4
Atalante	58	-4	-6
Mo Eregor	69	7	11
ЛМ-92	76	14	23
Clark	77	15	25
Culbert	72	10	17
Barbara	72	10	17
Северный	57	-4	-7
Ставропольский край	50	-12	-19
ЛМ-98	65	4	6
Linda	80	18	30
Flanders	60	-2	-3
Среднее	62		
НСР ₀₅		14	

Разная урожайность семян сортов льна масличного обусловлена элементами её структуры (табл. 2). У сортов льна масличного Norlin, Воронежский, N 3829 Clark Barbara, Северный, Ставропольский край, ЛМ-98 отмечено существенное снижение на 4–16 % полевой всхожести семян, относительно полевой всхожести семян стандартного сорта при НСР₀₅ – 4 %. У остальных изучаемых сортов полевая всхожесть семян была на уровне стандарта.

Выживаемость растений за вегетацию у сортов Atalante, Clark, ЛМ-92 и Ставропольский край оказалась на одном уровне (76–79 %) с выживаемостью растений у стандарта. Остальные сорта имели выживаемость растений за вегетацию на 6–18 % больше, относительно данного показателя у стандарта при НСР₀₅ – 5 %.

Исследуемые сорта льна масличного сформировали 437–604 шт./м² растений к уборке. Сорт ВНИИМК 620 сформировал больше на 63 шт./м², или на 13 %, растений к уборке в сравнении с данным показателем у сорта Barbara (НСР₀₅ – 42 шт./м²). У сортов Воронежский, ЛМ-96, Mo Eregor, Culbert, Linda, Flanders густота стояния растений к уборке существенно превышала на 50–104 шт./м² аналогичный показатель у стандартного сорта.

Таблица 2 – Элементы структуры урожайности семян сортов льна масличного

Сорт	Полевая всхожесть семян, %	Выживаемость растений за вегетацию, %	Густота стояния растений к уборке, шт./м ²
ВНИИМК 620, стандарт	83	76	500
Norlin	76	85	519
Воронежский	77	94	577
ЛМ-96	78	88	552
N 3829	69	84	465
Atalante	81	78	503
Mo Eregor	81	89	577
ЛМ-92	80	79	503
Clark	78	76	473
Culbert	81	93	604
Barbara	67	82	437
Северный	69	83	460
Ставропольский край	77	77	474
ЛМ-98	76	81	497
Linda	76	90	550
Flanders	84	90	600
НСР ₀₅	4	5	42

Больше на 0,5–1,0 шт. коробочек на растении было у сортов ЛМ-92, Clark, Barbara, ЛМ-98 и Linda по сравнению с данным показателем у сорта стандарта ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 0,5 шт. (табл. 3). Меньше на 0,7–1,0 шт. коробочек на растении сформировалось у сортов Norlin, ЛМ-96, Atalante, Flanders.

Таблица 3 – Продуктивность растения у сортов льна масличного

Сорт	На растении, шт.		Масса семян растения, г	Масса 1000 семян, г
	коробочек	семян		
ВНИИМК 620 – стандарт	3,6	24,7	0,12	5,0
Norlin	2,9	19,4	0,08	4,3
Воронежский	3,2	23,5	0,09	3,7
ЛМ-96	2,6	19,7	0,07	3,8
N 3829	3,6	26,7	0,14	5,2
Atalante	2,9	23,0	0,12	5,0
Mo Eregor	3,2	28,4	0,12	4,1
ЛМ-92	4,5	38,4	0,15	4,0
Clark	4,4	38,7	0,16	4,2
Culbert	3,6	31,3	0,12	3,8
Barbara	4,1	34,4	0,16	4,8
Северный	3,4	25,5	0,12	4,9
Ставропольский край	3,5	25,6	0,11	4,1
ЛМ-98	4,2	32,2	0,13	4,1
Linda	4,1	32,3	0,15	4,5
Flanders	2,9	23,6	0,10	4,2
НСР ₀₅	0,5	4,3	0,02	0,4

Сорт ВНИИМК 620 имел на 6,6–14,0 шт. семян на растении меньше, чем их количество на растении у сортов Clark, Culbert, ЛМ-92, Barbara, Linda, ЛМ-98 при НСР₀₅ – 4,3 шт. Сорта N 3829, ЛМ-92, Clark, Barbara, Linda сформировали большую на 0,02–0,04 г массу семян на растении, в сравнении с массой семян на растении у стандарта (НСР₀₅–0,02 г). Этим обусловлена прибавка урожайности семян 14–18 г/м² у сортов ЛМ-92, Clark и Linda. У стандартного сорта ВНИИМК 620 масса 1000 семян составила 5,0 г. Сорта N 3829, Atalante, Barbara и Северный сформировали семена с массой 1000 штук 4,8–5,2 г на уровне стандарта.

Выводы и рекомендации. Среди сортов льна масличного в абиотических условиях 2020 г. по урожайности семян выделились ЛМ-92 – из России, Clark – из Голландии и Linda – из Франции, сформировавшие наибольшую урожайность семян 76, 77

и 80 г/м² при густоте стояния растений к уборке 503, 473 и 550 шт./м², количестве семян с растения 38,4 38,7 и 32,4 шт. и их массе 0,15, 0,16 и 0,15 г соответственно.

Список литературы

1. Вафина, Э. Ф. Урожайность и кормовые качества сортов и гибридов ярового рапса в СХПК им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики / Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов, В. А. Капеев, Б. Б. Борисов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы 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 Любимова Александра Ивановича. – 2020. – С. 13–17.

2. Галиев, Р. Р. Химический состав семян сортов льна масличного при применении гербицида и разных приемах зяблевой обработки почвы / Р. Р. Галиев, В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – 2020. – С. 62–65.

3. Галиева, Г. Р. Продуктивность сортов среднерусской однодомной конопли при разных нормах высева в технологии возделывания на волокно в Среднем Предуралье / Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, Р. Р. Галиев // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 22–30.

4. Галиева, Г. Р. Реакция сортов среднерусской однодомной конопли на метеорологические условия в Среднем Предуралье / Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, Р. Р. Галиев // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию основания университета. – Пермь, 2020. – С. 14–18.

5. Гореева, В. Н. Качественные показатели тресты отечественных и зарубежных сортов льна-долгунца / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Современному АПК – эффективные технологии: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВПО РФ В. М. Макаровой. – Ижевск, 2019. – С. 122–126.

6. Гореева, В. Н. Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность и формирование фотосинтетического аппарата сортов льна масличного / В. Н. Гореева, Р. Р. Галиев, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 3 (194). – С. 2–12.

7. Исламова, Ч. М. Площади посева и сравнительная урожайность сортов яровой пшеницы в АО «Учхоз "Июльское" ИжГСХА» в разных абиотических усло-

виях // Ч. М. Исламова, Е. Л. Дудина // Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии. – Ижевск, 2020. – С. 169–172.

8. Исламова, Ч. М. Экологическая пластичность и стабильность сортов озимой пшеницы на Увинском ГСУ Удмуртской Республики / Ч. М. Исламова, И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, М. И. Камаев, Г. М. Камаева // Сортовую агротехнику полевых культур – в производство: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения профессора кафедры растениеводства И. В. Осокина. – Пермь, 2020. – С. 43–46.

9. Колесникова, В. Г. Реакция сортов овса на абиотические условия в СХПК им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики / В. Г. Колесникова, В. В. Зорина // Эффективность адаптивных технологий в сельском хозяйстве: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию СХПК имени Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики. – 2016. – С. 70–76.

10. Корепанова, Е. В. Экономическая и энергетическая оценки технологии возделывания сортов льна-долгунца на сортоучастке ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА / Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, М. П. Маслова // Вестник Ижевской ГСХА. – 2012. – № 3 (32) – С. 7–8.

11. Корепанова, Е. В. Повышение эффективности льноводства оптимизацией приемов возделывания / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, В. Н. Гореева // Льноводство: реалии и перспективы: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 24–30.

12. Корепанова, Е. В. Сравнительная продуктивность сортов среднерусской однодомной конопли в абиотических условиях Среднего Предуралья / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, В. Н. Гореева, Г. Р. Галиева, В. А. Капеев, Б. Б. Борисов // Сортовую агротехнику полевых культур – в производство: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения профессора кафедры растениеводства И. В. Осокина. – Пермь, 2020. – С. 97–100.

13. Фатыхов, И. Ш. От Московской до Казанской, или озимая пшеница на территории Удмуртской Республики / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, Ч. М. Исламова, В. Н. Гореева, В. А. Капеев, Б. Б. Борисов // Агропром Удмуртии. – 2021. – № 4. – С. 50–51.

14. Goreeva, V. N. Response of oil flax varieties to abiotic conditions of the middle cis-ural region by formation of seed yield / V. N. Goreeva, E. V. Korepanova, I. Sh. Fatykhov, Ch. M. Islamova // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. – 2020. – Т. 48. – № 2. – С. 1005–1016.

И. В. Грабовский

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЫСОКОТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДРОНОВ

Рассматривается использование БПЛА (дрон), сравнение характеристик наземного и воздушного методов для вычисления эффективности при распылении гербицидов.

Актуальность. Сельскохозяйственные дроны помогают работать и оптимизировать систему, известную под названием «высокоточное земледелие». Этот подход к возделыванию сельскохозяйственных культур включает наблюдение, измерение и принятие мер на основе информации о состоянии возделываемых культур и скота в режиме реального времени.

Цель: показать эффективность применения дронов-распылителей.

Результаты исследования. За один полет дрон может распылить гербициды на площади до 4 га за 15 минут, это в 4 раза эффективнее, чем распыление трактором.

В последние годы стоимость сельскохозяйственных беспилотников заметно снизилась, что привело к росту спроса и превратило дроны в привлекательный объект инвестирования для фермеров.

Ожидается, что в ближайшие годы рынок сельскохозяйственных беспилотников вырастет более чем на 38 %. В связи с ростом численности населения и изменением климата необходимость повышения эффективности сельского хозяйства будет только увеличиваться [2].

Имеется несколько вариантов использования сельскохозяйственных дронов, например:

- Разведка земельных участков и посевов.
- Поиск сорняков и точечная обработка растений.
- Контроль общего состояния урожая.
- Управление животноводческим хозяйством и контроль состояния здоровья [3].

Дроны оснащены такими системами и функциями, как силовые установки, инфракрасные камеры, система GPS и навигационные системы, программируемые контроллеры и автоматическое планирование полёта. Кроме того, с помощью специального программного обеспечения для обработки данных любая собранная информация может быть сразу же использована для принятия оперативных управленческих решений [1].

Дроны применяются для посева и обработки полей удобрениями, пестицидами.

Опрыскивание с дронов может проводиться как минимум в двух форматах: «классическом авиационном», когда химикаты распыляются по всему полю, и «точечном», совмещенном, например, с предварительным осмотром посевов при помощи мультиспектральных камер [5].

Факторы, стимулирующие внедрение агродронов. Беспилотники эффективны в районах со сложным рельефом, например, на фермах с крутыми склонами. В таких условиях эффективность ручного труда сокращается, к тому же многие малые хозяйства не могут оплатить услуги традиционной пилотируемой авиации.

БЛА отлично подходят для работы в условиях повышенной влажности, там, где использование наземной техники невозможно или затруднено [4].

Внедрение дронов обеспечивает отказ от ручного опрыскивания – сезонные рабочие не контактируют с опасными химикатами.

Дроны летают ниже, чем пилотируемые самолеты и вертолеты, что обеспечивает высокую точность опрыскивания, экономию химикатов и минимизацию вреда для окружающей среды [5].

В развитых странах имеет смысл задействовать дроны, способные заменить пилотируемую авиацию или дорогостоящую наземную технику.

Дроны можно использовать для точечного опрыскивания сорняков гербицидами или полезных культур – пестицидами. Точечный подход, основанный на предварительном анализе цифровых изображений с камер робота, позволяет минимизировать расходы химии, снизить химическую нагрузку на почву, воду, культуру и, в конечном счете, на организм потребителей, добиваясь при этом более высоких результатов выращивания культуры, чем при традиционных подходах.

Факторы, сдерживающие распространение агродронов. Несмотря на высокую автономность современных беспилотников,

большинство из них до сих пор требуют наличия «группы поддержки», состоящей из операторов, программистов и обслуживающего персонала, что, в свою очередь, негативно отражается на издержках потребителей.

Перспективы развития. Такие технологии, как удержание высоты и полосы опрыскивания, постепенно становятся отраслевым стандартом.

Разработчики оптимизируют геометрию аппаратов – пропеллеры отдельных современных дронов порождают воздушные потоки, искажающие траектории движения капель распыляемых веществ. Управление потоками выпускаемой жидкости станет центральным вопросом, связанным с оптимизацией и разработкой агродронов [5].

Ожидается появление формализованных отраслевых стандартов.

Ожидается рост конкуренции со стороны наземных роботов с функциональностью химической обработки.

Показатель эффективности применения дронов-распылителей.

Расход готового раствора в среднем 15 л/га, при этом концентрация пестицида больше, чем при опрыскивании с самолета или трактора (табл. 1) [5].

Таблица 1 – Сравнение эффективности применения опрыскивания

№ п/п	Способ опрыскивания	Площадь опрыскивания	Количество пестицидов	Количество воды	Время на работу
1.	Трактор	1 га	4 л	200 л	30–40 мин.
2.	Дрон	1 га	4 л	11 л	4–6 мин.

Для гербицида главное – сохранить необходимую пропорцию, например, 2 %, соответственно уменьшив количество гербицида, распыляемого на 1 га. Таким образом, при обработке поля дроном расход раствора гербицида составит 15 л/га. Уменьшение расхода раствора гербицида возможно за счёт более точного, адресного и эффективного опрыскивания с дрона и меньшего размера капли раствора (50–200 микрон) [5].

За один полет дрон может распылить гербициды на площади до 4 га за 15 минут.

Один из образцов дронов-распылителей – дрон-распылитель JT32L-606QC (рис. 1) [4].



Рисунок 1 – Дрон-распылитель JT32L-606QC

Характеристики:

- Ёмкость бака: 32 л.
 - Время полета: 10 ~ 15 мин.
 - Аккумулятор: 2 шт 16S 16000 мАч.
 - Ширина распыления: 10 м.
 - Производительность распыления: 14 ~ 16 га/ч.
 - Форсунка: 4 центробежных форсунки.
 - Алюминиевый транспортировочный ящик: 1 шт.
 - Комплект инструмента для ремонта и обслуживания дрона: 1 к-т.
 - Пульт управления с интегрированной телеметрией + FPV камера ночного видения+5-дюймовый экран.
 - 2-позиционное зарядное устройство 2200 Вт.
 - Программное обеспечение.
- Опционально:**
- Радар для предупреждения столкновения с препятствиями: 2 шт.
 - Радар слежения за местностью: 1 шт.
 - Аккумулятор: 14 шт 16S 16000 мАч.
 - 2-позиционное зарядное устройство 2200 Вт: 2 шт.

Список литературы

1. Коротаяев, А. А. Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга сельскохозяйственных угодий и посевных площадей в аграрном секторе / А. А. Коротаяев, Л. А. Новопашин // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 12. – С. 38–42.
2. Сметнев, А. С. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельскохозяйственном производстве / А. С. Сметнев, В. К. Зимин, Ю. Б. Юдин,

И. Н. Скобеев // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2015. – № 18 (23). – С. 51–56.

3. Петрушин, А. Ф. Опыт использования БПЛА для мониторинга состояния сельскохозяйственных земель / А. Ф. Петрушин, Е. П. Митрофанов // Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве: м-лы Всерос. научн. конф. – СанктПетербург: ФГБНУ АФИ, 2015. – С. 81–84.

4. Использование дронов для внесения СЗР и удобрений [Электронный ресурс]. – URL: <https://russiandrone.ru/publications/ispolzovanie-dronov-dlya-vneseniya-szr-i-udobreniy/> (дата обращения: 10.07.21).

5. Агрохимическая обработка с БПЛА, дронов, квадрокоптеров [Электронный ресурс]. – URL: <https://enterprise.4vision.ru/otrasli/selskoe-hoziaistvo/agrohimicheskaja-obrabotka/> (дата обращения: 10.07.21).

УДК 531.1

Н. В. Гусева, М. А. Витвинова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ДВИЖЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПО РАССЕИВАЮЩЕМУ ОРГАНУ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КУЗОВНЫХ РАЗБРАСЫВАТЕЛЕЙ

Получен закон относительного движения частиц удобрений по рассеивающему органу центробежных кузовных разбрасывателей.

Актуальность. Большинство современных машин для внесения минеральных удобрений имеет в качестве рассеивающего рабочего органа вращающийся диск с радиальными лопатками [1–3]. Исследование закономерностей относительного движения частиц по вращающемуся диску является актуальной задачей, позволяющей оптимизировать законы движения.

Материалы и методика. Использовались методы теоретической механики, в частности, методы исследования динамики относительного движения материальной точки.

Результаты исследования. Рассмотрим движение частиц удобрений относительно горизонтально расположенного вращающегося диска. Примем, что основная масса удобрений движется вдоль лопаток и, достигнув их конца, сбрасывается [4–8].

Рассмотрим движение частиц удобрения как сложное [9, 10]. С диском свяжем систему координат $Oxyz$, ось Oz совпадает с осью вращения диска, ось Ox направлена вдоль лопатки, ось Oy лежит в плоскости диска (рис. 1). В системе отсчета, связанной с вращающимся диском, на частицы действуют силы: \vec{P} – сила тяжести; \vec{N}_z и \vec{N}_y – составляющие нормальной реакции; \vec{F}_{mp} – сила трения скольжения; F_e^i – переносная сила инерции; F_c^i – кориолисова сила инерции (рис. 1).

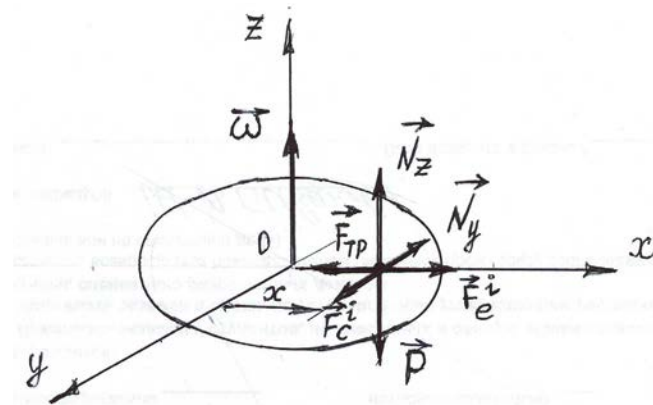


Рисунок 1 – Силы, действующие на частицу удобрений и выбранные координатные оси

Для частиц удобрения закон динамики относительного движения имеет вид:

$$m\vec{a}_r = \vec{P} + \vec{N}_z + \vec{N}_y + \vec{F}_{mp} + \vec{F}_e^i + \vec{F}_c^i, \quad (1)$$

где m – масса частицы.

В уравнении (1) модули действующих сил определяются по формулам: переносная сила инерции $F_e^i = m\omega^2x$ (ω – угловая скорость рабочего органа, x – расстояние от частицы до оси вращения диска); кориолисова сила инерции $F_c^i = 2m\omega V_r$ ($V_r = |\dot{x}|$ – модуль скорости удобрения относительно диска.); сила тяжести $P = mg$ (g – ускорение свободного падения). Сила трения, действующая на удобрение F_{mp} имеет две составляющих: $F_{mp1} = fN_z$, обусловленную вертикальным давлением на диск за счет силы тяжести (f – коэффициент трения скольжения); $F_{mp2} = fN_y$, обусловленную давлением на лопатку за счет кориолисовой силы инерции.

Спроецируем выражение (1) на координатные оси, получим:

$$m\ddot{x} = m\omega^2x - fN_z - fN_y, \quad (2)$$

$$0 = m\omega\dot{x} - N_y, \quad (3)$$

$$0 = N_z - mg. \quad (4)$$

Выражения, полученные из формул (3) и (4), подставим в (2) и получим дифференциальное уравнение относительного движения:

$$\ddot{x} - \omega^2 x + 2f\omega\dot{x} = fg. \quad (5)$$

Полученное линейное неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка после решения и некоторых преобразований дает закон движения частиц удобрений вдоль лопаток вращающегося диска:

$$x = \frac{\omega^2 r_0 - fg}{\omega^2 (k_1 - k_2)} \cdot (k_1 e^{k_1 t} - k_2 e^{k_2 t}) + \frac{fg}{\omega^2}, \quad (6)$$

где r_0 – расстояние от центра O диска до места подачи удобрений;

$$k_1 = \omega (\sqrt{f^2 + 1} - f); k_2 = \omega (\sqrt{f^2 + 1} + f).$$

Выводы и рекомендации. Проанализировано движение частиц удобрения по рабочему органу центробежного кузовного разбрасывателя, на основе законов механики получено и решено дифференциальное уравнение движения частиц удобрения.

Список литературы

1. Лебедев, Л. Я. Пневмотранспорт для механизации погрузочно-разгрузочных работ сельскохозяйственными сыпучими грузами / Л. Я. Лебедев // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 47–53.
2. Исследование движения сферического клубня по рабочему органу дисковой плоскорешетной картофелесортировки. Сообщение 1. Определение начальных условий для сферического движения клубня / А. Л. Шкляев, А. Г. Иванов, К. Л. Шкляев [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2 (32). – С. 46.
3. Исследование движения сферического клубня по рабочему органу дисковой плоскорешетной картофелесортировки. Сообщение 2. Исследование сферического движения клубня / А. Л. Шкляев, А. Г. Иванов, К. Л. Шкляев [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2 (32). – С. 47.

4. Шварц, А. А. Экспериментально-теоретическое обоснование параметров рабочего органа разбрасывателя удобрений / А. А. Шварц, С. А. Шварц // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении: 4-ая Всерос. науч.-техн. конф. с международ. участием. – Курск, 2019. – С. 301–318.
5. Поробова, О. Б. Определение условий транспортирования клубней в центробежной картофелесортировке / О. Б. Поробова, А. Г. Иванов, К. В. Анисимова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 5. – С. 14–16.
6. Савиных, П. А. Исследование движения измельченной частицы зерна в конической части сепарирующего решета «циклона-сепаратора» дробилки зерна / П. А. Савиных, О. С. Федоров, А. Г. Иванов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2012. – № 1 (26). – С. 60–63.
7. Васильченко, М. Ю. Математическая модель движения клубней картофеля по вращающемуся решету картофелесортировки / М. Ю. Васильченко, А. Г. Иванов, О. Б. Поробова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 4. – С. 73–76.
8. Савиных, П. А. Теоретическое обоснование параметров цилиндрической части решета сепарирующего конуса дробилки зерна / П. А. Савиных, О. С. Федоров, А. Г. Иванов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2011. – № 5 (24). – С. 64–69.
9. Гусева, Н. В. Кинематика / Н. В. Гусева, М. М. Киселев, Р. Р. Шакиров // Решение задач по теоретической механике. – Ижевск, 2018.
10. Дерюшев, И. А. Сошник с дисковым распределителем семян / И. А. Дерюшев, Р. Р. Шакиров, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 16–17.

УДК 631.445.24

А. В. Дмитриев, А. М. Гизатуллина

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОСТАГРОГЕННЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ

Высокие запасы семян сорных растений в почвах залежных земель обеспечивают высокую засоренность посевов, особенно в первые годы использования. Показано влияние способа обработки залежи на засоренность первого и второго года использования без применения гербицидов. Установлено положительное влияние отвальной обработки почвы на снижение засоренности, особенно на второй год освоения.

Актуальность. Сорные растения являются неотъемлемой частью агрофитоценозов и в большей степени определяют их продуктивность. По информации, приведенной ЦИНАО, более 60 % площадей зерновых озимых и яровых культур характеризуется сильной и средней степенью засоренности [11]. Одной из главных причин высокой засоренности посевов является значительный запас семян сорных растений в почве, накопленный в результате исключения из активного использования пахотных угодий в связи с различными причинами, коррелирующими с периодом зарастания [6]. Чтобы разработать агротехнику восстановления пашни из-под залежи и в дальнейшем ее использования в сельском хозяйстве, в первую очередь нужно оценить плодородие почвы, которое определяется комплексом показателей, которые могут служить критериями для установления возможности и целесообразности использования почв залежей в различных направлениях. Использование залежных земель в качестве ресурса органического земледелия предполагает выращивание полевых культур без использования химической прополки. Исключенные из оборота пахотные земли под влиянием зарастания сорно-рудеральной растительностью и усилением зональных естественных процессов приводит к изменению направленности и интенсивности элементарных процессов почвообразования, что определяет изменение морфологических признаков, агрохимических и агрофизических свойств агрогенных почв, основанных на их свойствах и культуртехническом состоянии земельных участков [2, 3, 5, 7, 9, 10].

Целью нашей работы являлось изучение влияния способов обработки постагрогенных дерново-подзолистых суглинистых почв разного уровня плодородия на засоренность посевов первых годов использования.

Материалы и методика. Изучение влияния краткосрочной залежи проводилось на агродерново-подзолистой среднесуглинистой почве [4] опытного участка, имеющей следующие агротехнические показатели: содержание гумуса колебалось от 1,65 до 2,53 %, обеспеченность подвижным фосфором по Кирсанову – от высокого до очень высокого, обменным калием – от среднего до высокого, обменная кислотность – от слабокислой до близкой к нейтральной (табл. 1). Согласно Приказу от 6 июля 2017 г. № 325 «Об утверждении Методики расчета показателя почвенного плодородия в субъекте Российской Федерации» [8] был рассчитан показатель почвенного плодородия (КПП) для каждой ключе-

вой площадки, которые были затем объединены в три группы: менее 0,80 – средний 0,81–0,90 – повышенный и более 0,90 – высокий уровни плодородия.

Таблица 1 – Агрохимические показатели почв до их зарастания (0–10 см слой)

Уровень плодородия	КПП	ОВ, %	рН _{KCl}	Физико-химические свойства, ммоль/100 г		Химические свойства, мг/кг	
				Н _r	S	P ₂ O ₅	K ₂ O
Средний	0,73	1,78 ± 0,18	5,25 ± 0,07	2,75 ± 0,21	10,7 ± 0,5	213 ± 13	148 ± 68
Повышенный	0,83	2,26 ± 0,11	5,40 ± 0,23	2,80 ± 0,80	12,1 ± 0,7	303 ± 20	116 ± 31
Высокий	0,92	2,48 ± 0,07	5,47 ± 0,40	2,97 ± 0,29	12,6 ± 0,5	357 ± 15	130 ± 32

В 2015 г. часть делянок в этом опыте оставлена для естественного зарастания. Часть опытного участка была обработана в 2019 г. и засеяна ячменем Белгородский 100, другая часть участка была обработана в 2020 г. и на нем проведен посев горчицы белой.

Схема опыта включала в себя два фактора. Фактор А – уровень плодородия: средний, повышенный, высокий. Фактор В – способ обработки: ежегодная отвальная (ПН-3-35) с предварительным дискованием (БДТ-3) (ОВ) (К); отвальная вспашка (ПН-3-35) с предварительным дискованием (БДТ-3) залежи (ОВ); двукратное дискование на глубину 12–15 см (БДТ-3) залежи (Д). Подготовка почвы под посев, традиционная для Удмуртии – закрытие влаги БЗСТ-1, культивация КПС-4, предпосевная подготовка РВК-36, посев сеялкой СЗТ-3,6.

Геоботаническое описание растительности проводили с использованием числового метода абсолютного учета [1] в период максимального развития растительности, приходящееся по годам на конец июля – начало августа. Кроме описания проводили отбор надземной биомассы травянистой растительности методом укусов с разбором по видам, определением массовой доли каждого вида в укусе и определением продуктивности с учетных площадок 50×50 см, заложенных рендомизировано в четырехкратной повторности.

Размер учетных площадок – 18×8 м (144 м²). Минимальная повторность в опыте 4-кратная.

Результаты исследований. Исследованиями установлено, что отвальная вспашка наиболее эффективна в первые годы вовлечения залежных земель. Биомасса скошенных растений залежных

земель первого года вовлечения залежи в оборот при отвальной вспашке ПНЗ-35 превосходила аналогичные варианты с пахотными землями изучаемых уровней плодородия: при среднем уровне – на 0,92 т/га, при повышенном – на 0,84 и при высоком – на 0,32 т/га по сравнению с фоновым уровнем пашни. При дисковании почвы БДТ-3 на среднем уровне плодородия продуктивность снизилась на 1,60 т/га, а на повышенном и высоком фонах увеличилась на 0,48 и 0,24 т/га соответственно.

Продуктивность залежных земель, учитываемая в биомассе скошенных растений, второго года вовлечения залежи в оборот при отвальной вспашке ПНЗ-35 была ниже значений вариантов с пахотными землями изучаемых уровней окультуренности: при среднем уровне – на 1,04 т/га, при повышенном – на 0,96 и при высоком – на 0,76 т/га по сравнению с фоновыми уровнями окультуренности пашни. При дисковании БДТ-3 на среднем уровне плодородия продуктивность снизилась на 1,48 т/га, на повышенном на 2,24, на высоком уровне напротив, незначительно повысилась на 0,12 т/га при НСР₀₅ – 0,34 соответственно.

Таблица 2 – Продуктивность (культура + сорная растительность), т/га (в пересчете на сено)

Уровень плодородия (ф.А)/последняя па-розанимающая культура в 2014 г.	Паш-ня (ОВ) (К)	Освоенная залежь (ф.В)/год освоения/обработка				Среднее за два года		Отклоне-ние среднего по освоенной залежи от К	
		1 год		2 год					
		Д	ОВ	Д	ОВ	Д	ОВ	Д	ОВ
Средний/ви́ко-овес (К)	2,96	1,48	1,92	1,36	3,88	1,42	2,90	-1,54	-0,06
Повышенный/клевер I г.п + 60 т	4,08	1,84	3,12	4,56	4,92	3,20	4,02	0,24	1,06
Высокий/левер I г.п + 90 т	4,32	4,44	3,56	4,56	4,64	4,50	4,10	1,54	1,14
Среднее по уровням плодородия	3,63	2,56	2,69	3,39	4,58	2,98	3,63	0,02	0,67
Отклонение по уровням плодородия от среднего	–	-1,07	-0,94	-0,24	0,95	-0,65	0,00	–	–
НСР ₀₅		Оценка существенности частных различий: НСР фактора А (первого порядка)=0,54; НСР фактора В (второго порядка)=0,34; Оценка существенности главных эффектов: для главного эффекта фактора А: НСР ₀₅ = 0,31 для главного эффекта фактора В: НСР ₀₅ = 0,19							

При освоении залежи без применения химической прополки отмечается очень высокая засорённость посевов, особенно в первый год. Количество сорняков, учитываемое в биомассе скошенных растений, первого года вовлечения залежи в оборот при отвальной вспашке ПНЗ-35 по сравнению с аналогичными вариантами пахотных земель изучаемых уровней окультуренности составило в среднем 55,8 % (21,1–74,1 %); при дисковании БДТ- 3 – в среднем 71,5 % (56,8–87,7 %).

Количество сорняков, учитываемое в биомассе скошенных растений, второго года вовлечения залежи в оборот при отвальной вспашке ПНЗ-35 по сравнению с аналогичными вариантами пахотных земель изучаемых уровней окультуренности составило в среднем 26,0 % (10,3–47,2 %); при дисковании БДТ- 3 – в среднем 56,6 % (15,2–77,5 %).

Таблица 3 – Биомасса сорной растительности, т/га (в пересчете на сено)

Уровень плодородия (ф.А)/последняя парозанимающая культура в 2014 г.	Пашня (ОВ) (К)	Освоенная залежь (ф.В)/год освоения/обработка				Среднее за два года		Отклонение среднего по освоенной залежи от К	
		1 год		2 год					
		Д	ОВ	Д	ОВ	Д	ОВ	Д	ОВ
Средний/ви́ко-овес (К)	0,60	0,80	0,36	0,84	2,24	0,82	1,30	0,22	0,70
Повышенный/клевер I г.п + 60 т	0,88	0,28	0,32	3,00	1,04	1,64	0,68	1,04	0,08
Высокий/левер I г.п + 90 т	0,52	3,44	1,68	4,00	3,44	3,72	2,56	3,12	1,96
Среднее по уровням плодородия	0,66	1,43	0,70	2,46	2,55	1,95	1,62	1,35	1,02
Отклонение по уровням плодородия от среднего	–	0,77	0,04	1,80	1,89	1,29	0,96	–	–
НСР ₀₅		Оценка существенности частных различий: а) фактора А (первого порядка) НСР ₀₅ = 0,92 б) фактора В (второго порядка) НСР ₀₅ = 0,34 Оценка существенности главных эффектов: для главного эффекта фактора А: НСР ₀₅ = 0,53 для главного эффекта фактора В: НСР ₀₅ = 0,20							

В составе сорного травостоя на посевах сельскохозяйственных культур в первые годы освоения наблюдались наиболее распространённые для условий Удмуртской Республики сорные виды растений, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Наиболее распространённые виды и количество сорной растительности, шт/м²

	Пашня (ОВ) (К)	Освоенная залежь (ф.В)/год освоения/обработка			
		1 год		2 год	
		Д	ОВ	Д	ОВ
Уровень плодородия (ф.А)/последняя парозанимающая культура в 2014 г.					
Средний	Марь белая (<i>L. Chenopodium album</i>) – 20, осот полевой (<i>Sónchus arvensis</i> L.) – 4	Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)-16, амарант запрокинутый (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.) – 3	Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.) – 48, осот полевой (<i>Sónchus arvensis</i> L.) - 12, пикульник красивый (<i>Galeopsis speciosa</i> Mill) – 9, подорожник средний (<i>Plantago media</i> L.) - 1	Осот (<i>Sónchus arvensis</i> L.) – 21, золотарник (<i>Solidago</i> L.) – 9, марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.) – 14, пыльник горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.) – 4, амарант запрокинутый (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.) – 11	
Повышенный	Ромашка лекарственная (<i>Matricaria chamomilla</i> L.) – 9, Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.) – 18, осот полевой (<i>Sónchus arvensis</i> L.) – 5, звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> L.) – единицы	Осот полевой (<i>Sónchus arvensis</i> L.) – 5, Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)-15	Осот полевой (<i>Sónchus arvensis</i> L.) – 22, Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)-41, пыльник горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.) – 12, золотарник (<i>L. Solidago</i>) – 15, подорожником средний (<i>Plantago media</i> L.) – 5	Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.) – 43, Осот полевой (<i>Sónchus arvensis</i> L.) – 9	
Высокий	Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.) – 21, звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> L.) – мало	Осот полевой (<i>Sónchus arvensis</i> L.) – 23, марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.) – 17, пыльник горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.) – 5, ромашка лекарственная (<i>Matricaria chamomilla</i> L.) – 14, звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> L.) – много	Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.) – 61, осот (<i>Sónchus arvensis</i> L.) – 28, пыльник горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.) – 9, ромашка лекарственная (<i>Matricaria chamomilla</i> L.) – 6, пикульник красивый (<i>Galeopsis speciosa</i> Mill) – 4, подорожником средний (<i>Plantago media</i> L.) – 4	Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.) – 49, золотарник (<i>Solidago</i> L.) – 8, осот полевой (<i>Sónchus arvensis</i> L.) – 33, амарант запрокинутый (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.) – 4	

Выводы и рекомендации. Таким образом, выявлено, что использование БДТ-3 для вовлечения четырех- и пятилетних залежных земель в активное использование было менее эффективно по сравнению с отвальной вспашкой (ПН-3-35). Биомасса растений в вариантах с дискованием по всем фонам в среднем была ниже на 0,65 т/га. Установлено, что на всех уровнях плодородия наилучшие результаты показала отвальная обработка почвы. Отвальная обработка положительно показала себя в борьбе с сорной растительностью, особенно на второй год освоения. При отвальной обработке в среднем за два года наблюдений количество сорной растительности было меньше на 20,6 %, чем при дисковании залежи.

Список литературы

1. Воронов, А. Г. Геоботаника / А. Г. Воронов. – М.: Высшая школа, 1973. – 384 с.
2. Дмитриев, А. В. Морфологические признаки дерново-подзолистых среднесуглинистых почв залежных земель, извлеченных из активного сельскохозяйственного оборота / А. В. Дмитриев // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 39–42.
3. Еремин, Д. И. Залежь как средство восстановления содержания и запасов гумуса старопахотных черноземов лесостепной зоны Зауралья / Д. И. Еремин // Плодородие. – 2014. – № 1 (76). – С. 24–26.
4. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Щищов [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 41 с.
5. Леднев, А. В. Изменение агрохимических показателей залежных дерново-подзолистых почв при их освоении в пашню / А. В. Леднев, А. В. Дмитриев, Д. А. Попов // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 5. – С. 42–45.
6. Леднев, А. В. Современные почвообразовательные процессы в постагрогенных дерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / А. В. Леднев, А. В. Дмитриев // Почвоведение. – 2021. – № 7. – С. 884–896.
7. Матинян, Н. Н. Постагрогенная трансформация почв, сформированных на контрастных по гранулометрическому составу породах / Н. Н. Матинян, К. А. Бахматова, С. С. Алексеев // Гумус и почвообразование. – СПб., 2007. – С. 52–60.
8. Приказ Минсельхоза России от 06.07.2017 N 325 «Об утверждении Методики расчета показателя почвенного плодородия в субъекте Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.07.2017 N 47592).
9. Телеснина, В. М. Динамика свойств почв и состава растительности в ходе постагрогенного развития в разных биоклиматических зонах / В. М. Телеснина,

И. Н. Курганова, В. О. Лопес де Гереню, Л. А. Овсепян, В. И. Личко, А. М. Ермолаев, Д. М. Мирин // Почвоведение. – 2017. – № 12. – С. 1514–1534.

10. Lednev, A. V. Changes in agrochemical properties of fallow sod-podzolic soils in the course of their transformation into arable lands / A. V. Lednev, A. V. Dmitriev, D. A. Popov // Russian Agricultural Sciences. – 2020. – Т. 46. – № 6. – С. 586–590.

11. ЕМИСС. Государственная статистика. Официальные статистические показатели [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 05.07.2021).

УДК 539.3

П. В. Дородов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РАСЧЕТ МЕСТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В УГЛОВЫХ ЗОНАХ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Представлены результаты теоретического исследования напряженного состояния в угловых элементах деталей сельхозмашин. Расчеты показали, что в местах стыка балок рамных конструкций возникает значительная концентрация напряжений, приводящая к снижению надежности техники в эксплуатационный период.

Актуальность. Значительный ряд деталей сельхозмашин имеет зоны концентрации напряжений, определяемые конструктивными требованиями. Концентрация напряжений около таких зон вызывает недопустимые деформации и даже появление трещин. Это приводит к преждевременному разрушению детали и выходу из строя всей машины [1–10, 22]. Концентрация напряжений – один из основных факторов при расчетах на усталостную прочность. В зонах резкого изменения в форме упругого тела (отверстия, выточки, углы и т. п.) возникают повышенные напряжения [1–10, 15–21]. Например, при изгибе угловых зон в рамах сельхозмашин (рис. 1) возникают повышенные напряжения, величина которых зависит в первую очередь от радиуса закругления [1–10, 12–21]. Это явление называется концентрацией напряжений [1, 6, 9, 13, 15–21, 25]. Зона распространения повышенных напряжений ограничена узкой областью, расположенной в окрестности очага концентрации напряжений. Так как эта область имеет локальный характер, эти напряжения носят название местных напряжений.

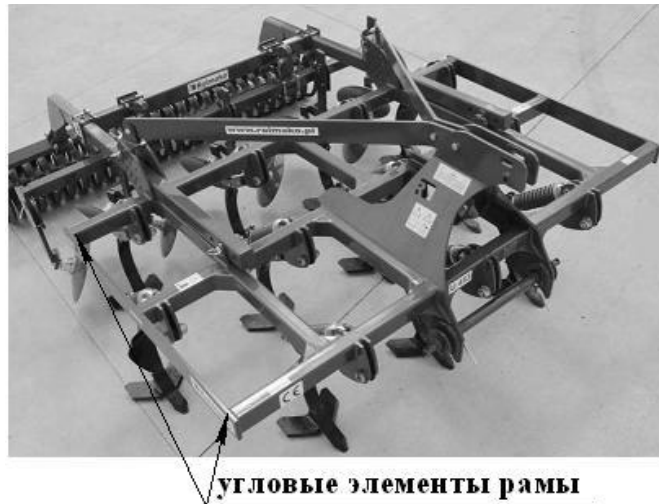


Рисунок 1 – Стерневой культиватор (рисунок из открытых источников)

Методика расчета. Методика расчета местных напряжений основана на применении одного особого (сингулярного) интегрального уравнения с заданными перемещениями на линии интегрирования (сопряжения) [1, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15–21, 25, 26]. Исследования начинаются с составления расчетной схемы углового элемента (рис. 2).

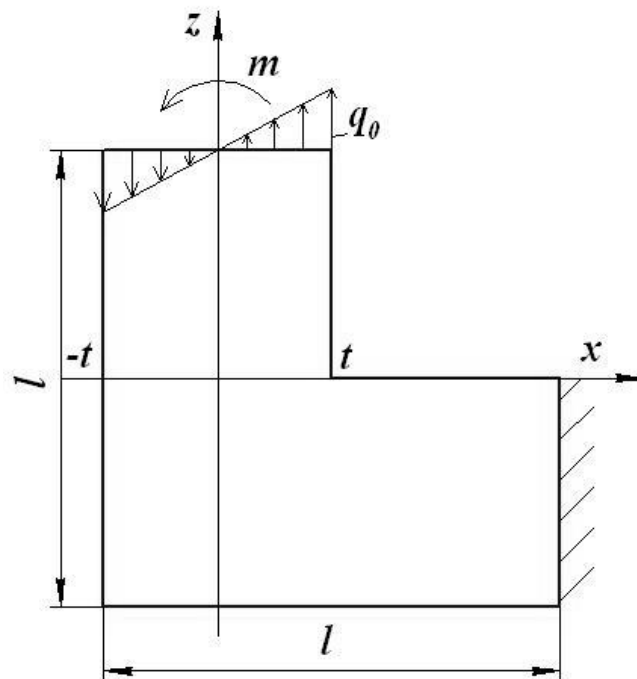


Рисунок 2 – Угловой элемент рамы при чистом изгибе

Для определения напряжений на линии сопряжения воспользуемся особым интегральным уравнением [1, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15–21, 25]:

$$a\varphi(x) + \frac{b}{\pi i} \int_{-t}^{+t} \frac{\varphi(\xi)}{\xi - x} d\xi = f(x), \quad (1)$$

где $\varphi(x) = \sigma_{1z}(x) + i\tau_1(x)$,
 $f(x) = \frac{du_1(x)}{dx} - i \frac{dw_1(x)}{dx}$,
 $a = \frac{1 - 2\nu}{2G}$,
 $b = \frac{1 - \nu}{G}$.

Здесь σ_{1z} , τ_1 , – нормальные и касательные напряжения на линии сопряжения (местные); u_1 , w_1 – перемещения на линии сопряжения ($z = 0$, $|x| \leq t$); G – модуль сдвига; ν – коэффициент Пуассона.

Результаты теоретических исследований. Решение уравнения (1) ищем в следующем виде [1, 6, 9]:

$$\varphi(x) = a^* f(x) - \frac{b^*}{\pi i} \sqrt{\frac{t+x}{t-x}} \int_{-t}^t \sqrt{\frac{t+\xi}{t-\xi}} \frac{f(\xi)}{(\xi-x)} d\xi + iC$$

с дополнительной мнимой постоянной iC , которая появляется вследствие асимметрии задачи.

Принимая перемещения точек линии сопряжения в виде:

$$\left. \begin{aligned} w_1(x) &= \alpha(x - \delta), \\ u_1(x) &= \delta_1, \end{aligned} \right\}$$

где α , δ , δ_1 – постоянные. Здесь можно принять $\delta_1 = 0$.

С учетом того, что

$$\int_{-t}^t \frac{d\xi}{\sqrt{t^2 - \xi^2}(\xi - x)} = 0, \quad \int_{-t}^t \frac{d\xi}{\sqrt{t^2 - \xi^2}} = \pi$$

и условий равновесия:

$$\left. \begin{aligned} \int_{-t}^t \sigma_{1z} dx &= 0, \\ \int_{-t}^t \sigma_{1z} x dx &= m = \frac{2}{3} q_0 t^2, \end{aligned} \right\}$$

получаем

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{1z} &= \frac{2q_0}{3} \left(\frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{t+x}{t-x}} - 1 \right), \\ \sigma_{1x} &= 0, \\ \tau_1 &= \frac{4q_0\varepsilon}{3\pi}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Из решения (2) видно, что при $x = t$ нормальные напряжения неограниченно возрастают. Физически ограничение напряжений происходит вследствие текучести материала в пластичной зоне и, кроме того, переходная поверхность имеет скругление с конечным значением радиуса [4, 5, 8, 11, 23, 24]. Математически напряжения можно ограничить, если представить ряды с конечным количеством членов, например, ряды Фурье в тридцатом приближении:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{1z} &= \sum_{n=1}^{30} (A_n \cos(\lambda x) + A_{n1} \sin(\lambda x)), \\ \tau_1 &= B_0 + \sum_{n=1}^{30} (B_n \sin(\lambda x) + B_{n1} \cos(\lambda x)), \end{aligned} \right\}$$

где

$$A_n = \frac{2}{l} \int_0^l \sigma_{1z} \cos(\lambda x) dx = \frac{4q_0}{3l} \left(\frac{2}{\pi} I_n(\lambda t) - \frac{\sin(\lambda t)}{\lambda} \right),$$

$$A_{n1} = \frac{2}{l} \int_0^l \sigma_{1z} \sin(\lambda x) dx = \frac{4q_0}{3l} \left(\frac{2}{\pi} I_{n1}(\lambda t) - \frac{(1 - \cos(\lambda t))}{\lambda} \right),$$

$$B_0 = \tau_{xz0} = \frac{1}{l} \int_0^l \tau_1 dx = \frac{4q_0\varepsilon t}{3\pi l},$$

На рисунке 3 представлены эпюры краевых напряжений (2) и их ряды Фурье в тридцатом приближении (3).

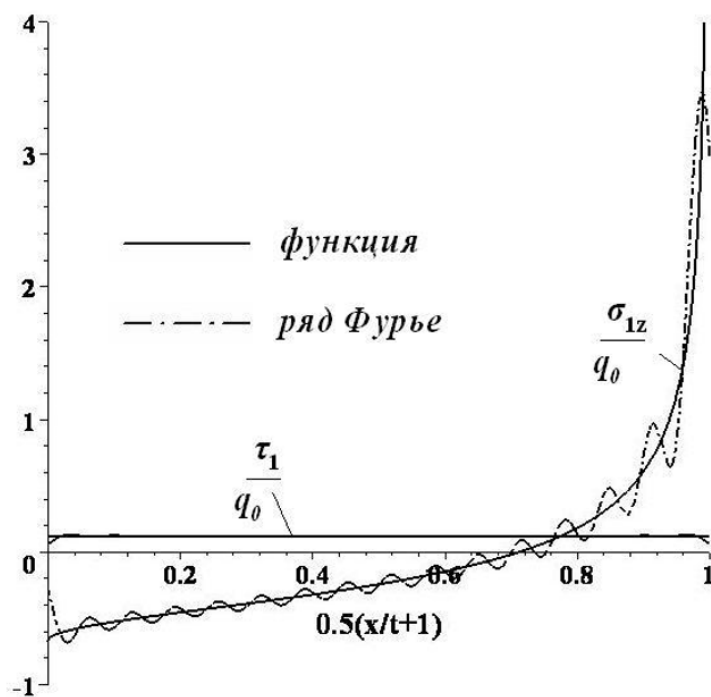


Рисунок 3 – Эпюры местных напряжений

Вывод. Результаты теоретического исследования напряженного состояния показали, что в местах стыка балок рамных конструкций возникают значительные местные напряжения, которые могут привести к снижению надежности техники в эксплуатационный период.

Список литературы

1. Дородов, П. В. Расчет деталей машин с концентраторами напряжений и оптимизация их формы: монография / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 182 с.
2. Дородов, П. В. Разработка системы управления поляризационно-оптической установки для исследования напряженного состояния в моделях деталей машин / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Нац. науч.-практ. конф., посв. 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, 2020. – С. 345–347.
3. Дородов, П. В. Разработка и применение лазерного полярископа-интерферометра для исследования напряжений в моделях деталей машин: монография / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 148 с.

4. Дородов, П. В. Пути повышения износостойкости поверхностей трения / П. В. Дородов // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – С. 42–47.
5. Дородов, П. В. Прикладная механика / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 22 с.
6. Дородов, П. В. Повышение надежности сельскохозяйственных машин путем оптимизации формы их деталей: дис....док. техн. наук: 05.20.03 / Дородов Павел Владимирович. – М., 2015. – 327 с.
7. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П.В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы 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 Любимова А.И. – Ижевск, – 2020. – С. 61–66.
8. 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.
9. Дородов, П. В. Комплексный метод расчета и оптимального проектирования деталей машин с концентраторами напряжений: монография / П.В. Дородов. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – 316 с.
10. 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.
11. Дородов, П. В. Динамическая прочность пластобетона // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 67–73.
12. Ерохин, М. Н. Повышение конструкционной надежности копателя-сборщика картофеля / М. Н. Ерохин, П. Л. Максимов, П. В. Дородов // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 2. – С. 8–12.
13. Ерохин, М. Н. Уточненный расчет и определение коэффициента концентрации напряжений в деталях машин, ослабленных боковыми вырезами / М. Н. Ерохин, П. В. Дородов // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
14. Измерение плотности ВЧ и СВЧ энергии методом лазерной интерференционной термометрии / Н. В. Гусева, М. М. Киселев, П. В. Дородов [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 1 (24). – С. 6.
15. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019663489, 17.10.2019 Российская Федерация. Программа оптимизации формы переходной по-

верхности ступенчатого вала: заявка № 2019662424 от 09.10.2019 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

16. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019664971, 15.11.2019 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при растяжении-сжатии: заявка № 2019663959 от 05.11.2019 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

17. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020612388, 20.02.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при изгибе: заявка № 2020611402 от 11.02.2020 / Дородов П. В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

18. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020615639, 27.05.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внешними симметричными поперечными вырезами при растяжении-сжатии: заявка № 2020614718 от 12.05.2020 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

19. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020663352, 27.10.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внешними симметричными поперечными вырезами при изгибе: заявка № 2020662565 от 20.10.2020 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

20. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021612345, 16.02.2021 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе балки с надрезом: заявка № 2021611528 от 09.02.2021 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

21. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021612825, 25.02.2021 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в прямоугольном стыке элемента конструкции при изгибе: заявка № 2021611556 от 09.02.2021 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

22. Федоров, О. С. Совершенствование молотковых дробилок открытого типа / О. С. Федоров, В. И. Широбоков, А. Н. Голубков // Сельский механизатор. – 2020. - № 10. – С. 26–27.

23. Dorodov, P. V. Investigation of the main mechanical characteristics of plastics for three-dimensional printing of machine parts models / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina, V. A. Petrov, A. A. Litvinyuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. – P. 52041.

24. Dorodov, P. V. Rigidity, creep and dynamic strength of plastics for three-dimensional printing of machine parts / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, P. L. Lekomcev, V. A. Petrov, A. M. Niyazov // IOP Conference Series: Earth and Environmental

Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. – P. 52045.

25. Erokhin, M. N. Stress concentration and shape optimization for a fillets surface of a step-shaped shaft / M. N. Erokhin, P. V. Dorodov, A. S. Dorokhov, // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2020. – Vol. 49. – № 3. – P. 214–223.

26. Trefilov, R. A. Evaluation of the process of pelleting for pre-sowing treatment of flax seeds / R. A. Trefilov, P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina, A. A. Litvinyuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2020. – P. 62010.

УДК 630*232.315.3

Н. В. Духтанова, Н. М. Итешина
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН К ПОСЕВУ НА ГРУНТОВУЮ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН

Приводятся результаты грунтовой всхожести семян хвойных пород, подготовленных к посеву разными способами

Актуальность. Исследования по повышению грунтовой всхожести семян древесных пород с помощью предпосевной подготовки направлены на получение посадочного материала в большем количестве и лучшего качества и имеют большую научную и практическую перспективу.

Материалы и методика. Методикой исследований предусматривался: отбор семян и обработка их перед посевом облучением семян на УФ-установке в течение 5 минут и 10 минут; обработка стимулятором роста НВ – 101; периодический отбор образцов сеянцев, измерение их биометрических параметров. Для проведения исследований использованы семена сосны и ели (III и II класса качества соответственно) по 1000 шт. для каждого способа подготовки и для контроля. Семена представлены Завьяловолес филиал АУ УР Удмуртлес.

Результаты исследований. Выбор того или иного способа предпосевной подготовки семян определяется причинами, препятствующими их прорастанию: низкой водопроницаемостью

и твердостью внешнего покрова семян, недоразвитостью зародыша и др. Глубина покоя семян варьирует не только у разных видов, но и в пределах одного вида и зависит от условий, в которых происходило формирование семян, степени их зрелости, длительности и условий хранения.

Как правило, к наиболее распространенным способам предпосевной подготовки семян относятся: стратификация, снегование, механическое, термическое и химическое воздействие на внешние покровы, обработка микроэлементами и стимуляторами роста, звуковое, ультразвуковое и магнитное облучение, дезинфекция и дезинсекция [9].

Предпосевная обработка семян УФ-излучением существенно увеличивает энергию прорастания, всхожесть, повышает урожайность и качество продукции. Вместе с этим этот способ представляет интерес ввиду своей простоты, дешевизны, энергоэффективности, высокой производительности и экологичности, т. к. УФ-светодиоды (УФ LED) не содержат ртути в отличие от разрядных ламп [1–8].

Важное значение при интенсификации выращивания посадочного материала имеет выяснение роли отдельных факторов внешней среды на рост, на который влияет множество факторов, но один из них всегда более важен, чем остальные.

Влажность – ведущий фактор прорастания семян, ее как недостаток так же, как избыток, резко снижает всхожесть семян. В данный период нельзя допускать даже кратковременных засух. В период прорастания семян важно поддерживать во влажном состоянии поверхностный слой почвы (0,5–5 см).

На этапе прорастания семян и в период укоренения проростка решающую роль играет влажность воздуха. Излишняя влажность воздуха и почвы приводит к гибели сеянцев. Наиболее благоприятная относительная влажность воздуха для жизнедеятельности растений составляет 70–80 %.

Для предупреждения гибели всходов, загнивания проростков и семян, вызываемых грибами рода *Fusarium*, проводят предпосевную обработку семян фунгицидами. На питомнике Завьяловолес для предотвращения гибели всходов использовали препарат «Превикур Энерджи».

Установлено, что способ подготовки семян и сроки их посева влияют лишь на время проявления отдельных морфологических признаков, продолжительность этапов морфогенеза и абсолютные

значения качественных показателей сеянцев сосны и ели, не изменяя общего хода сезонного развития сеянца. При благоприятном режиме увлажнения и оптимальных температурных условиях через 4–5 дней после посева семена наклевываются, зародышевый корешок трогается в рост. После того как корешок углубится в почву на 1–1,5 см, начинается рост гипокотила (подсемядольного колена), выносящего семядоли на поверхность земли. В условиях открытого грунта его интенсивный рост продолжается до середины июня – начала июля в теплицах с полиэтиленовым покрытием до второй половины мая.

В мае 2020 г. проведен посев семян сосны и ели с разными способами подготовки их к посеву. Посеяны семена сосны и ели после обработки на УФ – установке в течение 5 и 10 минут, обработки стимулятором роста НВ – 101, и необработанные семена для контроля. Посев проведен в теплице питомника Завьяловолес филиал АУ УР Удмуртлес. Первые замеры проведены спустя три недели после посева семян. Грунтовая всхожесть семян сосны обыкновенной после обработки на УФ-установке в течение 5 мин. выше, чем у семян ели, на 49 %.

Учет, проведенный через две недели после первого, показал выше всхожесть у ели после обработки семян стимулятором роста НВ -101 на 13,5 % относительно контроля. У сосны лучшая всхожесть отмечена при обработке на УФ-установке в течение 10 мин. В течение сезона выращивания 2020 г. проводились поливы, прополка от сорняков, внекорневые подкормки минеральными удобрениями. В августе производилось постепенное открытие теплицы, сначала убиралась пленка с боковин теплицы, а затем остальная.

Проведенные в мае 2021 г. исследования показали следующее: количество экземпляров ели уменьшилось по сравнению с прошлым годом на 10,2 %, а самая высокая всхожесть сохранилась при обработке семян стимулятором роста НВ-101. У сосны лучшая всхожесть и количество экземпляров сохранилась у семян, обработанных на УФ-установке в течение 10 минут. Сеянцы сосны достигли стандартных размеров (12 см) и могут быть использованы для лесовосстановительных работ.

Выводы и рекомендации. Проведенные исследования показали:

1. Высокий процент грунтовой всхожести семян ели при обработке стимулятором роста НВ-101 – 28,3 %.
2. При обработке семян сосны на УФ-установке в течение 10 минут процент грунтовой всхожести составил – 65,4 %.

3. При посеве хвойных семян в теплицу наблюдается быстрый рост сеянцев сосны, так за один год сосна достигает стандартного размера 12 см, что при посеве в открытом грунте происходит в течение двух лет.

Рекомендации:

– Для увеличения процента грунтовой всхожести семян сосны перед посевом обработать их на УФ-установке в течение 10 минут.

– Для получения более качественного посадочного материала перед посевом обработать семена ели стимулятором роста НВ-101.

– Для более быстрого достижения стандартного размера сеянцев сосны необходим посев семян в теплицу с полиэтиленовым покрытием в более ранние сроки.

Список литературы

1. Азин, Л. А. Еще раз об эффективности предпосевного активного вентилирования семян / Л. А. Азин, П. П. Романов // Вестник с.-х. науки. – 1979. – № 12.

2. Бывальцев, А. В. Влияние УФ облучения на повышение посевных качеств семян / А. В. Бывальцев, Н. П. Кондратьева, В. С. Украинцев // Методика и технология. – Сабрюкен, 2012.

3. Кондратьева, Н. П. Устройство для предпосевной обработки семян / Н. П. Кондратьева, И. Р. Владыкин // Патент на полезную модель RUS 54714 17.02.2006.

4. Кондратьева, Н. П. Повышение эффективности электрооблучения растений в защищенном грунте: дисс. ... д-р техн. наук / Н. П. Кондратьева. – М.: ВИ-ЭСХ. – 2003. – 250 с.

5. Кондратьева, Н. П. Ультрафиолетовое облучение семян туи западной и ели колючей / Н. П. Кондратьева, Д. А. Корепанов, А. В. Бывальцев, Е. А. Первозчиков // Известия Международной академии аграрного образования. – 2011. – № 12. – С. 13–15.

6. Кондратьева, Н. П. Разработка УФ светодиодной (LED) облучательной установки для предпосевной обработки семян / Н. П. Кондратьева, Р. Г. Большин, М. Г. Краснолуцкая // Актуальные проблемы энергетики АПК: м-лы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2016. – С. 93–97.

7. Кондратьева, Н. П. Энергоэффективное электрооборудование для обработки семян перед посевом / Н. П. Кондратьева, М. Г. Краснолуцкая, Р. Г. Большин // Биотехнология. Взгляд в будущее: IV Междунар. науч. Интернет-конф. – Казань, 2015. – С. 57–61.

8. Корепанов, Д. А. Установка для повышения посевных качеств семян длинноволновым УФ-облучением: монография / Д. А. Корепанов, Н. П. Кондратьева. – Ижевск, 2006. – 61 с.

9. Тихонов, А. С. Воспроизводство леса в Европейском регионе / А. С. Тихонов, А. В. Прутский. – Калуга: Гриф, 2009. – 328 с.

УДК 621.833.382

В. А. Зорин, Л. Я. Лебедев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭКСТРУДЕР С ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Рассмотрена переработка сельскохозяйственной продукции с использованием экструдеров. Приведена сравнительная характеристика экструдеров.

Особую популярность экструдеры получили в пищевой промышленности. Данные устройства используются для производства различных продуктов.

Целью работы является изучение возможности использования червячной передачи в экструдере и ее влияния на производимую продукцию.

Материалы и методы. Экструдеры широко используются для переработки сои, ячменя, гороха, пшеницы, кукурузы, а также для различных смесей из бобовых и зерновых культур.

Принцип действия экструдера заключается в выдавливании перерабатываемого продукта в специальные филеры, устроенные в стволе экструдера, при этом перерабатываемая смесь подвергается высокой температуре (100–150 градусов) и высокому давлению.

В результате процесса экструдирования зерно, благодаря большому давлению, создаваемому с помощью экструдера, на выходе многократно увеличивается в объёме, при этом повышается его энергетическая ценность.

Экструдер – это агрегат, предназначенный для продавливания сырья сквозь формирующий элемент для формирования пластичных масс и материалов (рис. 1).

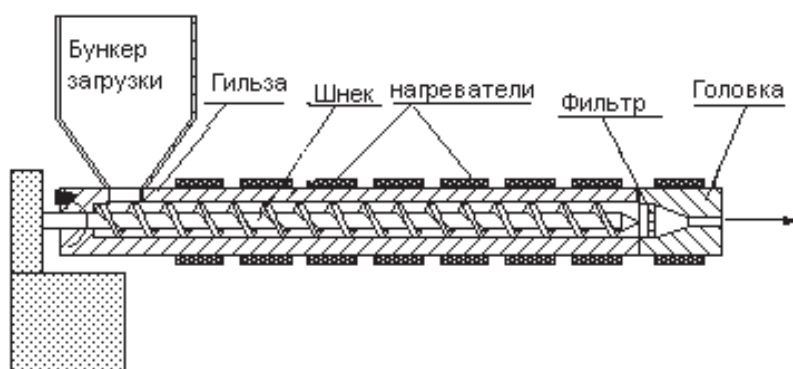


Рисунок 1 – Продольное сечение экструдера

Экструзия – это технология получения продукции путем продавливания сырья через шайбы с отверстиями различного диаметра (теста, зерновых, картофеля и т.д.) для получения готовой продукции, такой, как макароны, мюсли, картофельного порошка и другие (рис. 2).



Рисунок 2 – Продукты пищевой промышленности

Виды экструзии:

– *Метод холодной экструзии* – возможны лишь только механические изменения в перерабатываемом материале при его медленном передвижении под воздействием давления и формованием данного продукта с образованием заданных форм [3].

– *Метод теплой экструзии* – сухие компоненты смешиваются с определенным количеством воды, после чего смесь подается в экструдер, где подвергается механическому и тепловому воздействию. Готовый продукт характеризуется невысокой плотностью, увеличенным объемом, пластичностью и своеобразным строением. В некоторых случаях готовые изделия сушат.

– *Метод горячей экструзии* – процесс протекает на высокой скорости при температуре около 200 °С и давлении около 30–40 атмосфер. Структура материала подвергается различным изменени-

ям. Продукцию нагревают с помощью нагревательных элементов, расположенных на корпусе экструдера. Влажность готового сырья составляет 10–20 %. В последнее время метод горячей экструзии получил широкое распространение в пищевой промышленности.

Переработка пищевого сырья для кормления с/х животных данным методом применяется относительно недавно, но заняла высокое место, так как данная обработка улучшает вкусовые качества кормов и убивает вредоносные бактерии [5].

Экструзия объединяет в одном процессе несколько стадий обработки сырья:

- *тепловая*: сырье нагревается до 100–150 °С, что повышает перевариваемость питательных веществ, улучшает вкусовые качества, снижает содержание вредных веществ бобовых культур [1, 2];

- *стерилизация*: воздействие температуры и давления полностью уничтожает болезнетворные микроорганизмы, что позволяет использовать метод экструзии для переработки отходов с боен и т.п.;

- *увеличение объема*: вследствие нагрева до высоких температур и высокого давления объем продукции увеличивается (как растительных, так и животных), питательные вещества становятся более доступными, что повышает энергетическую ценность продукта;

- *измельчение и смешивание*: в камерах ствола экструдера эти процессы продолжаются до тех пор, пока продукт не становится полностью однородным;

- *обезвоживание*: во время пребывания сырья в экструдере содержание влаги снижается на 50 % от исходной.

Преимущества экструдированных кормов по сравнению с обычными:

- *Высокая усвояемость* – это позволяет кормить животное меньшей порцией, не снижая вкусовых и питательных веществ.

- *Стерильность зерна* – это важнейшее свойство корма, который дают животным при откорме на ранних стадиях развития.

- *Абсорбирующие свойства* – при кормлении животных нейтрализуются различные инфекции и раздражения.

- *Низкая влажность* – возможность длительного хранения, такой продукт стерилен и имеет низкую влажность, но использовать его можно и в сухом виде, но в таком случае возрастает потребность в чистой воде.

- *Большое количество питательных веществ* – стимулирует быстрый рост животного и улучшает пищеварение.

Результаты исследования:

1. Червячный экструдер (рис. 3).

С помощью программы «Компас 3d» (рис. 4) удалось спроектировать и рассчитать шнек экструдера в виде червячной передачи. Червяк позволит увеличить давление на выходе для более плотного сдавливания масс, а также даст возможность для переработки более твердой продукции, ведь такой вид шнека более надежен.

Но у такого шнека есть ряд недостатков:

- большая затрата материала;
- высокая стоимость;
- более сложен в изготовлении.

Данный вид экструдера позволяет уменьшить выходной диаметр наконечника, тем самым увеличить давление, уменьшить влагу до минимума и получать готовую продукцию на выходе без дополнительных процессов обработки. Еще главной особенностью такого агрегата является то, что витки расположены чаще и ближе друг к другу, а значит, сырье разделяется на более мелкие порции и просушивается лучше, а также можно обеспечить нагревательными элементами и сам червячный вал для улучшения сушки сырья.

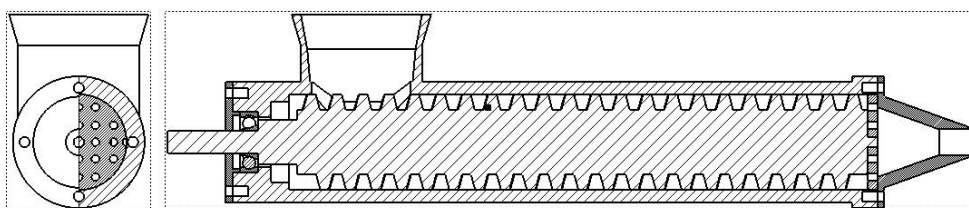


Рисунок 3 – Чертеж червячного экструдера

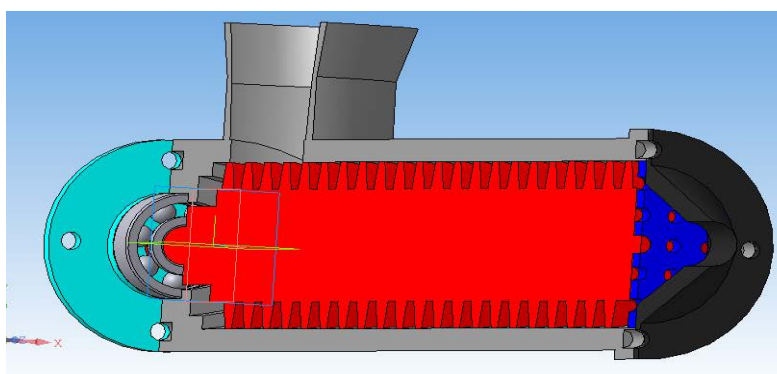


Рисунок 4 – 3D модель червячного экструдера

2. Шнековый экструдер (рис. 5).

Преимущества шнекового экструдера:

- легкий по массе;

- часто используется в данной сфере;
- дешевле в изготовлении.

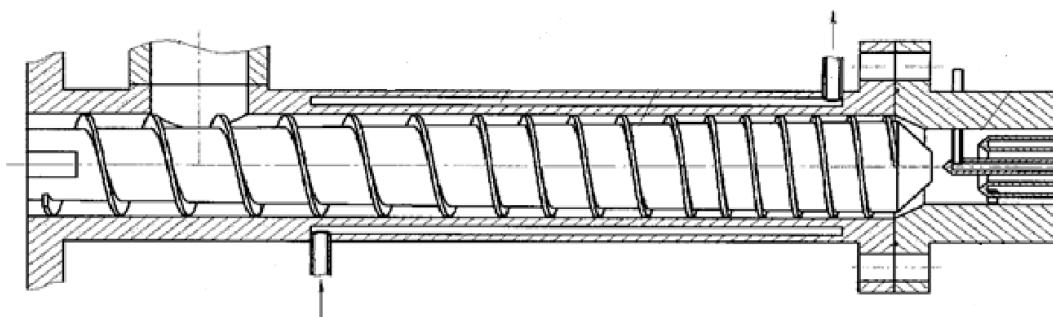


Рисунок 5 – Шнековый экструдер

Данный вид экструдера позволяет с легкостью проталкивать почти все виды перерабатываемой продукции, но он не может создать должного усилия для того, чтобы удалить еще большее количество влаги из продукции.

Выводы. Таким образом, можно сделать вывод, что при переработке картофельного сырья использование червячного экструдера не рационально, так как это приносит большие затраты. Поэтому более практично будет использовать данный экструдер для переработки зерновой продукции, чтобы повысить его эффективность и производительность.

Список литературы

1. Смеситель для получения биологически активной кормовой добавки. Патент RU 180675 U1 21.06.2018 Максимов П.Л, Крысенко Ю.Г, Лебедев Л.Я, Охотникова И.А, Костин А.В, Касимов Н.Г.
2. Лебедев, Л. Я. Смеситель для приготовления биологических активных добавок при кормлении животных / Л. Я. Лебедев, И. А. Охотникова, А. Г. Иванов, З. В. Горшков // Сельский механизатор. – 2020. – № 10.
3. Лебедев, Л. Я. Анализ транспортирующих машин для механизации погрузо-разгрузочных работ сельскохозяйственных предприятий / Л. Я. Лебедев, Ф. Р. Арсланов, Ю. Г. Корепанов, М. А. Витвинова // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 127–134.
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: м-лы 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, 2020. – С. 197–202.

5. Лебедев, Л. Я. Пневмотранспорт для механизации погрузочно-разгрузочных работ с сельскохозяйственными сыпучими грузами / Л. Я. Лебедев // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. В 3-х томах. – Ижевск, 2020. – С. 47–53.

6. Охотникова, И. А. Параметры режимов работы смесителя при получении кормовой добавки для сельскохозяйственных животных / И. А. Охотникова, Л. Я. Лебедев, И. О. Ардашев, П. Л. Максимов // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. 13–16 февраля 2018 года, г. Ижевск. В 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – Т. 3.

7. Лебедев, Л. Я. Проектирование, расчет и основы конструирования деталей машин в приводах технологического оборудования АПК: учебное пособие / Л. Я. Лебедев. – Ижевск, 2018. – 185 с.

8. Лебедев, Л. Я. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. В. Костин, А. Г. Иванов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014. – 204 с.

9. Лебедев, Л. Я. Проектирование и расчет приводов технологического оборудования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2012. – 76 с.

УДК 62-1:62-2

А. Г. Иванов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТММ ДЛЯ СИНТЕЗА СХЕМЫ САМОУСТАНОВЛИВАЮЩЕГОСЯ МЕХАНИЗМА НА ПРИМЕРЕ КЛЕЩЕВОГО ЗАХВАТА МЕШКОТАРЫ

Представлен авторский опыт по проектированию структурной схемы самоустанавливающегося механизма клещевого фиксатора мешкотары без избыточных связей за счет методов дисциплины «Теория механизмов и машин».

Актуальность. В технологических линиях по переработке и расфасовке зерна применяется оборудование, обеспечивающее быстрое и качественное заполнение различной тары [1–4]. Наибо-

лее удобным оказалось использование бумажной мешкотары, которая обеспечивает хорошую сохранность продукции и не пылит. Однако мелкие товарные предприятия с небольшими объемами производства продукции не могут позволить себе купить оборудование в виде готового решения «под ключ». Им приходится самостоятельно изготавливать его из подручных средств и с нестандартными размерами [5, 6]. Возникает проблема комплектования фасовочного оборудования нестандартными и недорогими фиксаторами мешкотары, что приобретает особую актуальность в современных рыночных условиях при удорожании любой продукции из-за рубежа [7–9]. Перед нами была поставлена производственная задача обосновать и спроектировать фиксатор мешкотары для зерна для компании ООО «АГРОМОЛСЕРВИС», г. Ижевск.

Материалы и методика. Для научных исследований применялись методы структурного анализа механизмов из дисциплины «Теория механизмов и машин».

Результаты исследований. Был проведен анализ рынка устройств, которые обеспечивают фиксацию мешкотары на трубопроводах и зернопроводах в различных технологических линиях. Такие устройства используются в линиях по производству кормов и в фасовочных установках [1–3, 7]. Было установлено, что наиболее используемой конструкцией является клещевой захват, обеспечивающий простую и надежную фиксацию, отличную эргономику [10–15]. На основе выбранной концепции была разработана схема клещевого фиксатора мешкотары с ручным приводом, которая может быть разработана и изготовлена для любого размера прямоугольного трубопровода по требованию заказчика (рис. 1) [16]. Захват работает следующим образом: при опущенном вниз рычаге 4 силовая пружина 11 прижимает двустороннее коромысло 6 к зернопроводу 1. Тяга 7 передает аналогичное прижимающее усилие одностороннему коромыслу 8. Коромысла 6 и 8, как клещами, прижимают к бортам зернопровода мешкотару 10 при помощи двусторонних зажимов 10, изготовленных из мягкой губчатой резины с высоким коэффициентом трения, что не позволяет упасть мешку с зерном. Удержание происходит только под действием силовой пружины. При необходимости высвободить заполненный мешок с зерном и установить пустую мешкотару на зернопровод рабочий поднимает вверх рычаг 4 и, посредством шатуна 5, обеспечивает подъем коромысла 6. При этом преодолевается начальное поджатие пружины, она переходит положение максимального удлинения

и начинает своей силой упругости удерживать механизм в открытом положении.

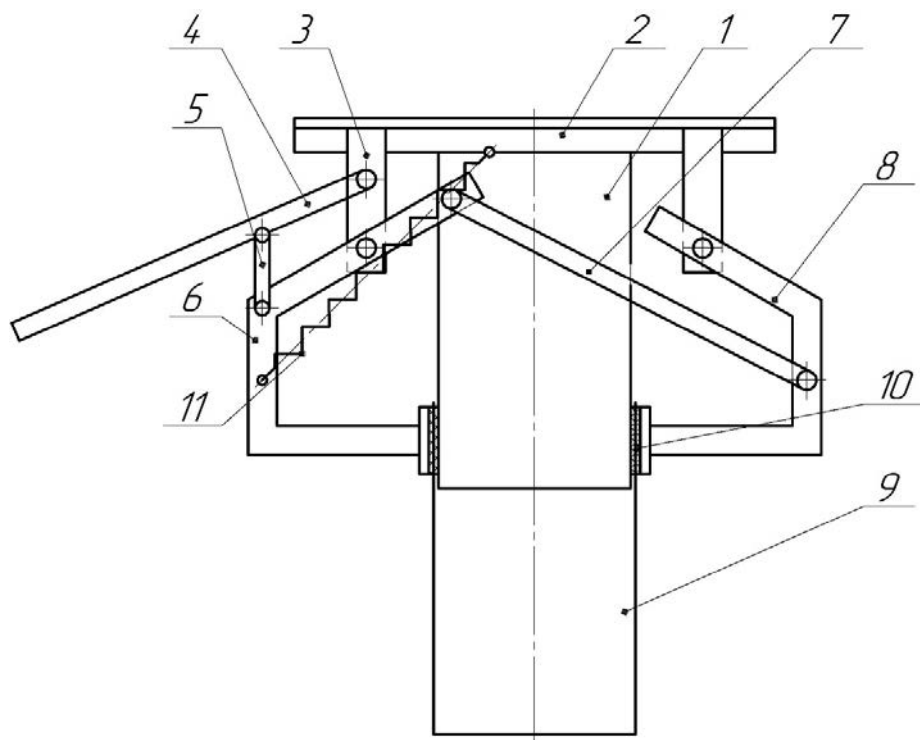


Рисунок 1 – Схема фиксатора мешкотары клещевого типа:

- 1 – прямоугольный зернопровод; 2 – сварная уголовая рама; 3 – опора рычагов;
 4 – рычаг оператора; 5 – шатун; 6 – коромысло двустороннее; 7 – тяга;
 8 – коромысло одностороннее; 9 – мешкотара; 10 – зажимы из губчатой резины;
 11 – силовая пружина

Проведем структурное исследование механизма клещевого захвата, структурная схема которого представлена на рисунке 2. Механизм содержит 6 звеньев, включая неподвижное звено – стойку 0. Всего имеется 5 подвижных звеньев: 1 – поводок (рычаг оператора), 2 – шатун, 3 – коромысло двустороннее; 7 – тяга; 8 – коромысло одностороннее. Имеется 7 кинематических пар пятого класса: O_1 (0–1) – вращательная; A (1–2) – вращательная; C (2–3) – вращательная; O_2 (0–3) – вращательная; D (3–4) – вращательная; C (4–5) – вращательная; O_2 (0–5) – вращательная.

По формуле Чебышёва степень подвижности механизма определяется [17–24]:

$$W_{\text{ч}} = 3n - 2p_5 - p_4, \quad (1)$$

где n – число подвижных звеньев;

p_i – число кинематических пар i -го класса.

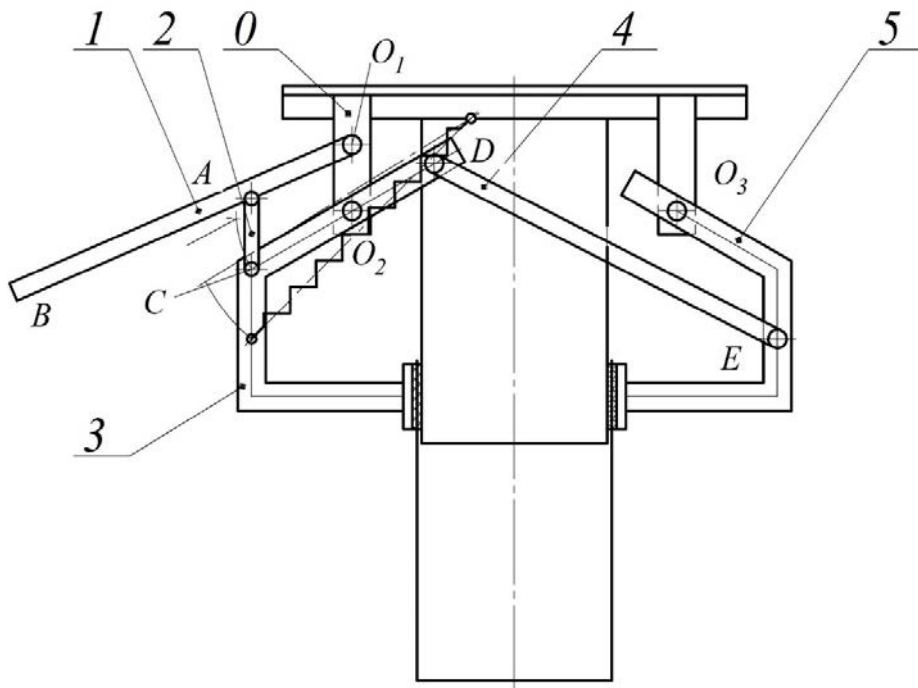


Рисунок 2 – Структурная схема механизма клещевого захвата

По нашим данным получаем

$$W_{\text{ч}} = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 1.$$

Результат показывает, что данный плоский механизм обладает одной подвижностью, то есть для закономерного движения звеньев механизма достаточно задать одно начальное звено, например, рычаг 1.

Проверим механизм на наличие избыточных связей. Для этого определим степень подвижности по структурной формуле Сомова-Малышева для пространственных механизмов [17–24]:

$$W_{\text{CM}} = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1. \quad (2)$$

Будем учитывать, что 4 кинематические пары фактически являются цилиндрическими парами 4-го класса, парами пятого класса остаются O_1 , O_2 , O_3 , тогда формула (2) дает результат:

$$W_{\text{CM}} = 6 \cdot 5 - 5 \cdot 3 - 4 \cdot 4 - 0 = -1.$$

Данный ответ говорит о наличии $W_{\text{ч}} - W_{\text{CM}} = 1 - (-1) = 2$ избыточных связей [17, 18, 22–23]. Для устранения этого следует использовать пары 3-го класса в соединениях A и E . Для этого до-

статочно выполнить отверстия для скрепления деталей с зазором, чтобы допустить дополнительную подвижность. Величина зазора должна составлять 2 мм. По формуле (2.2) получаем:

$$W_{CM} = 6 \cdot 5 - 5 \cdot 3 - 4 \cdot 2 - 3 \cdot 2 - 0 = 1.$$

Выводы и рекомендации. На основе собственного инженерного опыта показан пример творческого подхода к обоснованию рациональной схемы конструкции клещевого захвата без избыточных связей. Простейшее воплощение некоторых кинематических пар с необходимыми зазорами позволяет устранить необходимость точного изготовления деталей. Рабочие нагрузки в самоустанавливающихся механизмах также меньше из-за отсутствия монтажных деформаций.

Список литературы

1. Голубков, А. Н. К вопросам дозирования сыпучих компонентов комбинированных кормов / А. Н. Голубков, О. С. Федоров, А. А. Антонов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Нац. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию работы кафедры ЭРМ. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 23–26.
2. Федоров, О. С. Особенности дозирования компонентов комбинированных кормов / О. С. Федоров, А. Н. Голубков // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. мол. учен. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 285–288.
3. Savinyh, P. Influence of rotary grain crusher parameters on quality of finished product / P. Savinyh, V. Shirobokov, O. Fedorov, S. Ivanovs // Engineering for Rural Development. Proceedings. – 2018. – С. 131–136.
4. Бастрогов, А. Г. Автоматическое управление задвижкой модернизированной дробилки зерна / А. Г. Бастрогов, В. И. Ширококов, В. А. Баженов, А. Г. Ипатов // Инновационные направления развития энергетики АПК: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию ФЭЭ. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 29–37.
5. Лебедев, Л. Я. Пневмотранспорт для механизации погрузочно-разгрузочных работ с сельскохозяйственными сыпучими грузами / Л. Я. Лебедев // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 47–53.
6. Экспериментальная дробилка ударно-отражательного действия / П. А. Савиных, С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, К. Е. Миронов // Сельский механизатор. – 2017. – № 3. – С. 24–25.

7. Савиных, П. А. Совершенствование способов измельчения зерна / П. А. Савиных, К. Е. Миронов // Вестник НГИЭИ. – 2011. – Т. 2. – № 5 (6). – С. 109–115.
8. Миронов, К. Е. Изучение факторов, влияющих на характеристики зернодробилки ударно-отражательного действия / К. Е. Миронов // Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований: м-лы XVII Междунар. науч.-практ. конф. студ. и мол. ученых. – Княгинино, 2013. – С. 47–49.
9. Миронов, К. Е. Приготовление кормов и физико-механические свойства зерна / К. Е. Миронов // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 12 (19). – С. 88–91.
10. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. / Под ред. И. Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 3. – 864 с.
11. Лебедев, Л. Я. Проектирование, расчет и основы конструирования деталей машин в приводах технологического оборудования АПК: учебное пособие / Л. Я. Лебедев. – Ижевск, 2018. – 185 с.
12. Лебедев, Л. Я. Проектирование механизмов грузоподъемных и транспортирующих машин: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. Л. Шкляев, Р. Р. Шакиров. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА 2017. – 92 с.
13. Лебедев, Л. Я. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. В. Костин, А. Г. Иванов. – Ижевск, 2014. – 204 с.
14. Механика: методические указания для самостоятельной работы / Сост. А. Г. Иванов и др. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – 52 с.
15. Опыт разработки кантователя для обслуживания и ремонта компрессора с применением дисциплины «Детали машин и основы конструирования» / А. Г. Иванов, Л. Я. Лебедев, А. В. Костин [и др.] // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 15–18.
16. Расчет фиксатора мешкотары / А. Г. Иванов, Д. В. Аширов, Ф. Р. Арсланов, Ю. Г. Корепанов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 73–78.
17. Иванов, А. Г. Определение избыточных связей в плоских механизмах / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 60–64.
18. Иванов, А. Г. Некоторые аспекты проектирования рациональных механизмов / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: м-лы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 28–31.
19. Теория механизмов и машин: методические указания и индивидуальные задания / Сост. Ю. А. Боровиков, А. Г. Иванов. – Ижевск, 2012.

20. Лабораторные работы по теории механизмов и машин. Электронное учебное пособие / Сост. Ю. А. Боровиков [и др.]. – Ижевск.

21. Теория механизмов и машин. Задания для курсовой работы: учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия» / Сост. Ю. А. Боровиков. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008.

22. Иванов, А. Г. Структурный синтез самоустанавливающихся механизмов грохота / А. Г. Иванов // Молодые ученые в реализации национальных проектов: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 450-летию вхождения Удмуртии в состав России. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. – С. 247–252.

23. Структурно-параметрический синтез и анализ механизмов грохотных калибрующих машин / А. Г. Иванов / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Ижевск, 2005.

24. Решетов, Л. Н. Конструирование рациональных механизмов / Л. Н. Решетов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1972. – 256 с.

УДК 633.16:631.8

А. В. Игнатъев, Т. Ю. Бортник, А. С. Башков
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК КОМПЛЕКСНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

Рассмотрены результаты полевого опыта 2018–2019 гг. по изучению эффективности некорневых подкормок жидкими комплексными удобрениями Агрис посевов ячменя на дерново-подзолистых почвах АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики. В разных агрометеорологических условиях практически все виды удобрений Агрис на фоне припосевного внесения азофоски $N_{30}P_{30}K_{30}$ способствовали получению существенных прибавок урожайности зерна ячменя в пределах 0,42–0,81 т/га по отношению к контролю без удобрений.

Актуальность. Среди зернокармливых культур ячмень занимает около 50 % посевных площадей в Завьяловском районе, а в некоторых районах и свыше 80 % [11]. Установлено, что ячмень в условиях Среднего Предуралья хорошо отзывается на применение удобрений [1, 9], а также и за рубежом [16]. Расширению посевов ячменя в настоящее время способствует и то обстоятельство, что выведены новые высокоурожайные сорта, такие, как Родник

Прикамья, Биос 1, Эколог, Сонет. Они отличаются своей способностью выдерживать повышенные дозы азотных и других удобрений, устойчивы к полеганию [7, 12, 15]. Высокая эффективность азотных удобрений на дерново-подзолистых почвах доказана многими учёными [6, 7, 8, 13], но в настоящее время из-за высокой стоимости минеральных удобрений необходимо искать другие способы улучшения азотного питания растений.

Одним из путей оптимизации минерального питания растений всеми основными макро- и микроэлементами является использование комплексных удобрений. При этом жидкие формы позволяют применять наиболее экономичные способы внесения – некорневую подкормку растений (опрыскивание). В последнее время на рынке удобрений появились комплексные удобрения группы Агрис, которые производятся Союзхим (г. Кирово-Чепецк). По данным производителя, они относятся к жидким комплексным минеральным удобрениям. Помимо макроэлементов (фосфор, калий и азот) содержат микроэлементы: сера, селен, бор, магний, молибден и др., позволяющие растению полноценно формировать структуру и качество урожая [5]. Комплексные удобрения группы Агрис в настоящее время активно изучаются [2, 3, 10, 14]. На серой лесной почве удобрение Агрис Азот обеспечило достоверную прибавку урожайности ячменя на 25 % [2].

В связи с этим нами было предпринято изучение эффективности некорневой подкормки жидкими комплексными удобрениями Агрис при возделывании ячменя на типичных дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах Вятско-Камской земледельческой провинции.

Материалы и методика. В 2018–2019 гг. на землепользовании АО «Путь Ильича» Завьяловского района был проведён полевой опыт по изучению эффективности жидких комплексных удобрений Агрис при возделывании ячменя. Схема опыта: 1. Контроль (без удобрений); 2. $N_{30}P_{30}K_{30}$ – фон (азофоска в дозе по 30 кг д.в. каждого элемента); 3. Опрыскивание Агрис фосфор 2 л/га в фазу кущения – Агрис Р; 4. Фон + Опрыскивание Агрис фосфор 2 л/га в фазу кущения – Фон + Агрис Р; 5. Опрыскивание Агрис Азот-калий 2 л/га в фазу кущения – Агрис НК; 6. Фон + Опрыскивание Агрис Азот-калий 2 л/га в фазу кущения – Фон + Агрис НК; 7. Опрыскивание Агрис Азот 2 л/га в фазу кущения – Агрис N; 8. Фон + Опрыскивание Агрис Азот 2 л/га в фазу кущения Фон + Агрис N; 9. Опрыскивание N_{10} (карбамид) в фазу кущения – N_{10} ; 10. Фон + Опрыскивание N_{10} в фазу кущения – Фон + N_{10} .

Повторность четырёхкратная, размещение вариантов в повторениях систематическое. Учётная площадь делянки 60 м². Технология возделывания ячменя общепринятая в Среднем Предуралье. Сорт ячменя – Сонет. Почва дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая, слабокислая, с повышенной обеспеченностью подвижным фосфором; в 2018 г. среднеобеспеченная подвижным калием, в 2019 г. обеспеченность этим элементом повышенная.

Урожайность в полевых опытах учитывали сплошным методом; урожайность зерна пересчитывалась на стандартную влажность (14 %) и чистоту (100 %). Математическая обработка результатов проведена на ПЭВМ с помощью прикладных программ *Microsoft Excel*. Существенность разницы в показаниях между вариантами установлена методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований. Агрометеорологические условия вегетационного периода 2018 г. сложились относительно благоприятно для возделывания зерновых культур. В июне среднемесячная температура превышала норму на 2,2 °С при достаточном выпадении осадков. Однако в июле и августе температура снизилась, а выпадение осадков в июле превысило среднемноголетнюю норму в два раза. Такие условия сказались на формировании урожайности зерна (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние жидких комплексных удобрений Агрис на урожайность ярового ячменя (АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики, 2018)

Варианты	Урожайность, т/га	Отклонение, т/га	
		от контроля	от фона
1. Без удобрений (к)	1,81	–	–
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ – фон	2,11	0,30	–
3. Агрис Р	2,28	0,47	
4. Фон + Агрис Р	2,33	0,52	0,22
5. Агрис НК	2,62	0,81	
6. Фон + Агрис НК	2,46	0,65	0,35
7. Агрис N	2,23	0,42	
8. Фон + Агрис N	2,43	0,62	0,32
9. N ₁₀	2,10	0,29	
10. Фон + N ₁₀	2,16	0,35	0,05
НСР ₀₅		0,40	

Применение азофоски при посеве не способствовало получению достоверной прибавки урожайности зерна. В то же время

некорневая подкормка в фазу кущения всеми видами удобрения Агрис в сочетании с фоном НРК привела к существенному увеличению урожайности; достоверные прибавки по отношению к контролю составили 0,42–0,81 т/га. Однако по отношению к фону НРК не выявлено достоверное положительное влияние некорневой подкормки удобрениями Агрис; отклонения от фона в пределах ошибки опыта. Также не выявлены достоверные различия в действии различных удобрений Агрис между собой. Следует отметить, что некорневая подкормка карбамидом в сочетании с фоном НРК и без него в условиях 2018 г. не оказала существенного положительного влияния на урожайность зерна.

Вегетационный период 2019 г. по агрометеорологическим условиям отличался от среднемноголетних данных. Так, в течение всей вегетации растений ячменя среднемесячная температура была существенно ниже нормы – на 0,8–3,3°C. В то же время в мае, июле и августе выпадение осадков значительно превысило среднемноголетние нормы. В этих условиях получен средний уровень урожайности ячменя (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние жидких комплексных удобрений Агрис на урожайность ярового ячменя (АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики, 2019)

Варианты	Урожайность, т/га	Отклонение, т/га	
		от контроля	от фона
1. Без удобрений (к)	2,29	–	–
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ – фон	2,41	0,12	–
3. Агрис Р	2,53	0,25	
4. Фон + Агрис Р	3,02	0,73	0,61
5. Агрис НК	2,77	0,48	
6. Фон + Агрис НК	2,75	0,47	0,34
7. Агрис N	2,30	0,01	
8. Фон + Агрис N	2,78	0,50	0,37
9. N ₁₀	2,58	0,29	
10. Фон + N ₁₀	2,35	0,06	-0,06
НСР ₀₅		0,42	

Фоновое внесение азофоски в дозе N₃₀P₃₀K₃₀ не оказало существенного влияния на урожайность ячменя. На этом фоне некорневая подкормка растений всеми удобрениями Агрис способствовала получению достоверной прибавки урожайности в пределах 0,47–0,73 т/га относительно контроля. Следует отметить вариант с опры-

скиванием растений Агрис Р, где была получена существенная прибавка урожайности по отношению к фону – 0,61 т/га. Использование карбамида для этой цели в дозе N_{10} оказалось неэффективным.

В 2019 г. было проведено определение элементов структуры урожайности. Результаты показали, что получение прибавки урожайности зерна связано с увеличением продуктивности колоса, которая по вариантам изменялась в пределах 0,53–0,80 г. Выявлена прямая тесная корреляционная связь продуктивности колоса с фактической и биологической урожайностью зерна; коэффициенты корреляции (r) составили 0,66 и 0,72 соответственно.

Содержание элементов питания в зерне является показателем его качества. В растительных пробах, отобранных после уборки, было определено содержание азота, фосфора и калия в зерне и соломе ячменя (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние жидких комплексных удобрений Агрис на содержание элементов питания в зерне и соломе ячменя, % (АО «Учхоз «Июльское» Ижевской ГСХА», 2019 г.)

Варианты	N		P_2O_5		K_2O	
	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
1. Без удобрений (к)	1,81	0,35	1,13	0,26	0,95	1,30
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$ – фон	2,58	0,40	1,06	0,23	1,05	1,35
3. Агрис Р	1,26	0,37	0,98	0,24	1,05	1,11
4. Фон + Агрис Р	2,07	0,36	1,14	0,20	1,10	1,25
5. Агрис НК	2,22	0,35	1,05	0,26	1,13	1,18
6. Фон + Агрис НК	2,83	0,41	1,08	0,23	1,19	1,50
7. Агрис N	1,82	0,34	1,10	0,25	1,06	1,36
8. Фон + Агрис N	1,12	0,39	1,05	0,24	1,14	1,39
9. N_{10}	1,08	0,39	1,08	0,25	1,04	1,38
10. Фон + N_{10}	1,42	0,38	1,04	0,27	1,14	1,16
$НСР_{05}$	0,12	$F_{\phi} < F_{05}$	0,05	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

В 2019 г. выявлено существенное положительное влияния припосевного внесения азофоски – увеличение содержания азота в зерне по отношению к контролю составило 0,77 %. В то же время некорневая подкормка повлияла на содержание азота неоднозначно. В условиях 2019 г. при интенсивном выпадении осадков часть зерна оказалась недозрелой, в связи с тем, что растения пошли в подгон после проведения некорневой подкормки. С этим связана очень большая разница по содержанию азота в зерне между вариантами; так, выявлено даже достоверное снижение этого по-

казателя относительно контроля без удобрений при использовании некорневой подкормки Агрис Р, Агрис N в сочетании с фоном азофоски и карбамида на фоне азофоски и без него. В то же время использование Агрис Р и особенно Агрис НК на фоне азофоски способствовало достоверному увеличению содержания азота в зерне. Вероятно, при использовании этих удобрений в условиях повышенного увлажнения питание растений азотом оказалось более сбалансированным.

По содержанию азота в соломе при использовании некорневой подкормки жидкими комплексными минеральными удобрениями Агрис существенных различий между контролем и другими вариантами не выявлено.

Содержание в зерне и соломе фосфора и калия также неоднозначно изменялось по вариантам. Так, содержание фосфора в зерне практически по всем вариантам снизилось относительно контроля, причём во многих случаях достоверно. Это можно объяснить также недостаточным созреванием зерна в условиях избыточного увлажнения. Такая же тенденция выражена и по содержанию фосфора в соломе, однако показатели по вариантам изменяются в пределах ошибки опыта. По содержанию калия в зерне и соломе при использовании некорневой подкормки комплексными удобрениями Агрис существенных различий между контрольным и другими вариантами не выявлено.

Содержание сырого протеина является одним из показателей качества зерна ячменя. Специалисты по кормлению сельскохозяйственных животных рассматривают сырой протеин как один из главных показателей питательности рационов. Нами было рассчитано содержание сырого протеина и сбор его с урожаем ячменя (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние жидких комплексных удобрений Агрис на содержание и сбор сырого протеина в зерне ярового ячменя, % (АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики, 2019)

Вариант	Содержание сырого протеина		Сбор сырого протеина	
	%	Отклонение от контроля, %	т/га	Отклонение от контроля, т/га
1. Без удобрений (к)	11,3	–	0,26	–
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ – фон	16,1	4,8	0,39	0,13
3. Агрис Р	7,9	-3,4	0,20	-0,06
4. Фон + Агрис Р	12,9	1,6	0,39	0,13
5. Агрис НК	13,9	2,6	0,39	0,13
6. Фон + Агрис НК	17,7	6,4	0,49	0,23

Вариант	Содержание сырого протеина		Сбор сырого протеина	
	%	Отклонение от контроля, %	т/га	Отклонение от контроля, т/га
7. Агрис N	11,4	0,1	0,26	0,00
8. Фон + Агрис N	7,0	-4,3	0,19	-0,07
9. N ₁₀	6,8	-4,5	0,18	-0,08
10. Фон + N ₁₀	8,9	-2,4	0,21	-0,05

Изменения данного показателя не имеют закономерной зависимости от использованных удобрений. Выражено, как снижение содержания сырого протеина относительно контроля, так и повышение этого показателя. В связи с этим при оценке кормового качества следует отметить, что в опыте получено зерно III класса кормового назначения (варианты Без удобрений, Агрис P, Фон + Агрис N, N₁₀, и Фон + N₁₀), II класса (варианты Фон + Агрис P и Агрис N) и I класса (Фон – азофоска N₃₀P₃₀K₃₀; Агрис NK и Фон + Агрис NK). Наибольший сбор сырого протеина получен при использовании припосевного внесения азофоски (фон) и Фон + Агрис P; Агрис NK и Фон + Агрис NK). Использование карбамида не привело к увеличению сбора сырого протеина; в этих вариантах данный показатель ниже контроля без удобрений. В 2019 г. нами также была определена натура зерна; этот показатель изменялся в пределах 650–660 г/л (средний уровень) и не зависел от используемых удобрений.

Как показывают результаты многих исследований, вынос основных элементов минерального питания на единицу продукции может существенно изменяться в зависимости от почвенно-климатических условий, уровня минерального питания, сортовых особенностей растений и других факторов: по азоту от 19 до 44 кг/т, фосфору – от 8 до 15, калию – от 15 до 44 кг/т [4].

Нормативный вынос азота, фосфора и калия приведен в таблице 5. Наибольший нормативный вынос азота наблюдается в варианте 6 при использовании Агрис NK, что на 8,8 кг/т больше в сравнении с контролем.

Также в вариантах 2, 4 и 5 вынос азота выше, чем на контрольном варианте, и варьирует в пределах 1,8–6,7 кг/т. В вариантах 3, 7, 8, 9, 10 не наблюдается увеличения нормативного выноса азота, этот показатель даже ниже на 0,9–6,3 кг/т в сравнении с контролем Без удобрений.

Таблица 5 – Влияние комплексных удобрений Агрис на нормативный вынос макроэлементов (АО «Путь Ильича», Удмуртская Республика, 2019 г.)

Варианты	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	кг/т	±	кг/т	±	кг/т	±
1. Без удобрений (к)	20,0	–	12,6	–	23,0	–
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ – фон	26,7	6,7	11,7	-0,9	24,3	1,3
3. Агрис Р	14,8	-5,2	11,1	-1,5	21,7	-1,3
4. Фон + Агрис Р	21,8	1,8	12,1	-0,5	23,6	0,6
5. Агрис НК	22,7	2,7	11,7	-0,9	21,9	-1,1
6. Фон + Агрис НК	28,8	8,8	11,9	-0,7	27,2	4,2
7. Агрис N	19,1	-0,9	11,9	-0,7	23,1	0,1
8. Фон + Агрис N	14,0	-6,0	11,7	-0,9	25,6	2,6
9. N ₁₀	13,7	-6,3	12,1	-0,5	24,6	1,6
10. Фон + N ₁₀	16,6	-3,4	12,0	-0,6	23,0	0,0
НСР ₀₅	–	1,2	–	0,7	–	1,2

В ситуации с фосфором во всех вариантах нормативный вынос меньше аналогичного показателя в контрольном варианте на 0,5–1,5 кг/т. При внесении с посевом азофоски и опрыскивании в фазу кущения комплексным удобрением Агрис НК и Агрис N наиболее вырос нормативный вынос калия в сравнении с контрольным вариантом; увеличение составило 4,2 и 2,6 кг/т соответственно. Внесение азофоски при посеве и опрыскивание ячменя карбамидом в фазу кущения также дало увеличение выноса калия с урожаем и составило 1,3 кг/т и 1,6 кг/т. Опрыскивание посевов ячменя в фазу кущения комплексными удобрениями Агрис Р и Агрис НК показали меньшие значения выноса калия на 1,3 и 1,1 кг/т в сравнении с контролем.

Выводы:

1. В 2018–2019 гг. практически все виды удобрений Агрис на фоне припосевного внесения азофоски N₃₀P₃₀K₃₀ способствовали получению существенных прибавок урожайности зерна ячменя в пределах 0,42–0,81 т/га по отношению к контролю без удобрений.

2. В условиях избыточного выпадения осадков и относительно низких температур использование некорневых подкормок, особенно Агрис Р и Агрис N в сочетании с N₃₀P₃₀K₃₀, привело к снижению в зерне содержания азота и сырого протеина.

Список литературы

1. Башков, А. С. Совершенствование системы удобрений ячменя в современных условиях / А. С. Башков, Т. Ю. Бортник, А. Ю. Карпова, М. Н. Загребина // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 10. – С. 14–18.

2. Вахитова, Л. З. Оценка эффективности некорневой подкормки ярового ячменя удобрением Агрис Азот / Л. З. Вахитова, Л. З. Каримова, Р. И. Сафин // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – Т. 14. – № 4–1 (55). – С. 15–20.
3. Вахитова, Л. З. Влияние некорневого внесения органоминерального удобрения Агрис марка Азоткалий на продуктивность и качество ярового ячменя / Л. З. Вахитова, Л. З. Каримова, Л. С. Нижегородцева, Р. И. Сафин // Плодородие. – 2020. – № 3 (114). – С. 15–17.
4. Вынос НРК пшеницей и ячменём на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве ЦРНЗ РФ / В. А. Варламов, А. М. Алиев, Н. А. Кирпичников [и др.] // Плодородие. – № 2. – 2012. – С. 12–14.
5. Жидкие органоминеральные удобрения Agree's [Электронный ресурс] – URL: www.soyuzhim.ru (дата обращения: 22.06.2021).
6. Конончук, В. В. Агрехимические аспекты формирования высоких урожаев зерновых культур в Центральном Нечерноземье / В. В. Конончук // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 3. – С. 1–8.
7. Лейних, П. А. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество сортов ячменя (Эколог, Биос-1, Сонет) / П. А. Лейних // Пермский аграрный вестник. – Пермь. – 2002. – Вып. VIII. – Ч. 1. – С. 85.
8. Лейних, П. А. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество сортов ячменя (Эколог, Биос-1, Сонет) на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Лейних Павел Альбертович. – Пермь, 2005. – 24 с.
9. Макаров, В. И. Эффективность удобрений в земледелии Удмуртской Республики / В. И. Макаров, П. Ф. Сутыгин // Плодородие. – № 3. – 2014. – С. 23–24.
10. Назаров, Р. В. Эффективность применения различных удобрительных составов на яровом ячмене / Р. В. Назаров, Л. З. Вахитова, Л. З. Каримова, Р. И. Сафин // Зерновое хозяйство России, 2017. – № 2 (50) – С. 60–63.
11. Результаты государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур за 2012–2015 гг. [Электронный ресурс]. – URL: http://gossort.com/docs/reestr_region_2016/50R16.pdf (дата обращения: 20.05.2018).
12. Сорт – основа повышения эффективности производства зерна (в рамках реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК»: практ. пособие / Т. А. Бабайцева [и др.]. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 73 с.
13. Темерлев, И. С. Повышение уровня плодородия почвы путём улучшения азотного режима при выращивании ячменя по различным предшественникам с применением минеральных удобрений / И. С. Темерлев, И. Д. Соснина, В. Р. Олехов // Развитие и внедрение современных технологий и систем ведения сельского хозяйства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию Пермского НИИСХ, 3–5 июля 2013 г. – Пермь: ОТ и ДО, 2013. – С. 223–231.

14. Титова, В. И. Влияние удобрений и комплекса защитных мероприятий на урожайность и качество клубней разных сортов картофеля / В. И. Титова, А. А. Чудоквасов // Российская сельскохозяйственная наука. – 2018. – № 6. – С. 9–12.

15. Хоконова, М. Б. Биологические требования ярового ячменя в связи с особенностями воспроизводства / М. Б. Хоконова // Наука и практика в XXI веке: межвузовский сборник научных трудов. – Астрахань, 2020. – С. 118–121.

16. Rodriguez M. Genotype by environment interactions in barley (*Hordeum vulgare* L.): different responses of landraces, recombinant inbred lines and varieties to Mediterranean environment / M. Rodriguez, R. Domenico, R. Papa, G. Attene // *Euphytica*. – 2008. – Vol. 163. – P. 231–247.

УДК 631.862

С. П. Игнатьев, В. В. Касаткин, А. А. Мякишев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Приводится анализ основных результатов диссертационных работ на соискание ученой степени доктора или кандидата наук по специальности «Технологии и средства механизации сельского хозяйства», направленных на изучение вопросов утилизации отходов животноводства, предложен экологически замкнутый комплекс переработки отходов животноводства.

Актуальность. Россельхознадзором в 2019 г. на общей площади около 1,9 тыс. га выявлены нарушения требований земельного законодательства, связанные с загрязнением (захлаплением) земель сельскохозяйственного назначения отходами животноводства / птицеводства (навоз / помет). Выявлено нарушений, связанных с загрязнением земель сельскохозяйственного назначения навозом крупного / мелкого рогатого скота, на общей площади более 320 га, свиным навозом – на общей площади более 600 га, птичьим пометом – на общей площади более 930 га. В отношении уровня концентрации парниковых газов следует отметить, что рост концентрации CO_2 , наблюдавшийся в 2019 г., превысил значения 2018 г. и за предшествующий десятилетний период (около $2,26 \text{ млн}^{-1} / \text{год}$). Концентрация метана, зарегистрированная в Российской Федерации, также возросла по сравнению с 2018 г. и превысила среднегодовую скорость роста за последнее десятилетие (около $10 \text{ млрд}^{-1} / \text{год}$) [1]. Система электроснабжения

сельскохозяйственного предприятия является важнейшим элементом энергетической базы. Ее значение заключается также в обеспечении непрерывности технологических процессов и снижении их трудоемкости, тем самым использование электрической энергии позволяет существенно повысить производительность живого труда и снизить себестоимость производимой продукции [2]. Рациональная утилизация отходов животноводства позволит решить две эти проблемы.

Материалы и методика. Основные методы, используемые при проведении исследований, являются анализ и синтез. Реализация теоретического синтеза позволила осуществить систематизацию основных результатов диссертационных работ, что дало возможность глубже синтезировать знания, направленные на изучение утилизации отходов животноводства.

Результаты исследований. Анализ тематики диссертационных работ за последние 20 лет по специальности 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства, представленный на рисунке 1, показал, что проблема утилизации представляет постоянный и стабильно растущий научный интерес [3].

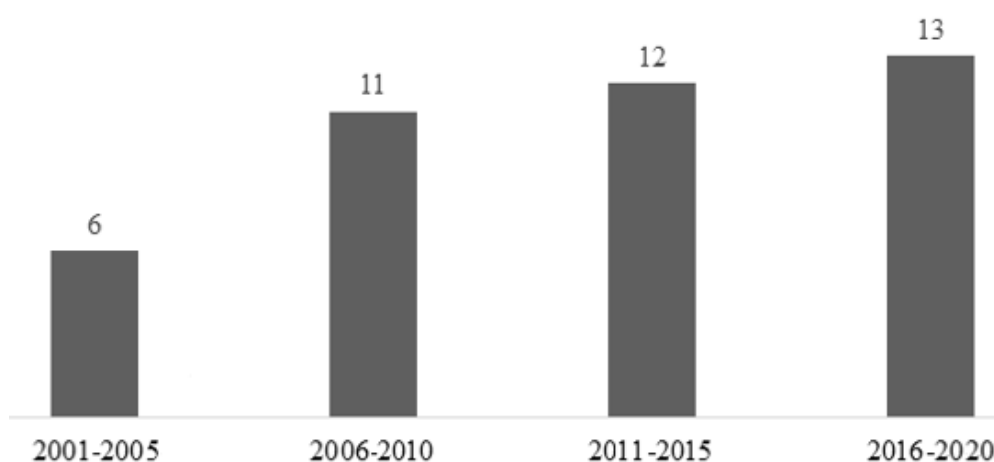


Рисунок 1 – Динамика подготовки диссертаций по теме исследований

Анализ структуры научных исследований, посвящённых проблеме утилизации отходов животноводства и отображенных в диссертационных работах за последние 20 лет, выявил основные технологические тренды. Схематично частота упоминаний технологических решений, ориентированных на решение проблемы с животноводческими отходами, показана на рисунке 2.

Предложенная в Ижевской ГСХА технология переработки куриного помета в удобрение [4], показанная на рисунке 3, учитывает

большинство технологических решений, рассматриваемых учеными при изучении вопросов по утилизации отходов животноводства.

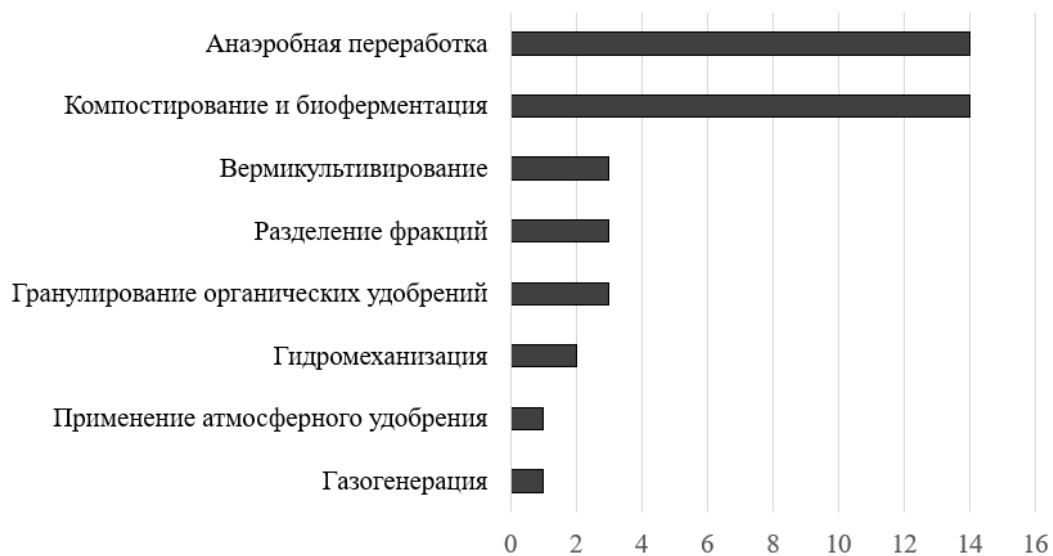


Рисунок 2 – Структура технологических решений, направленных на утилизацию отходов животноводства

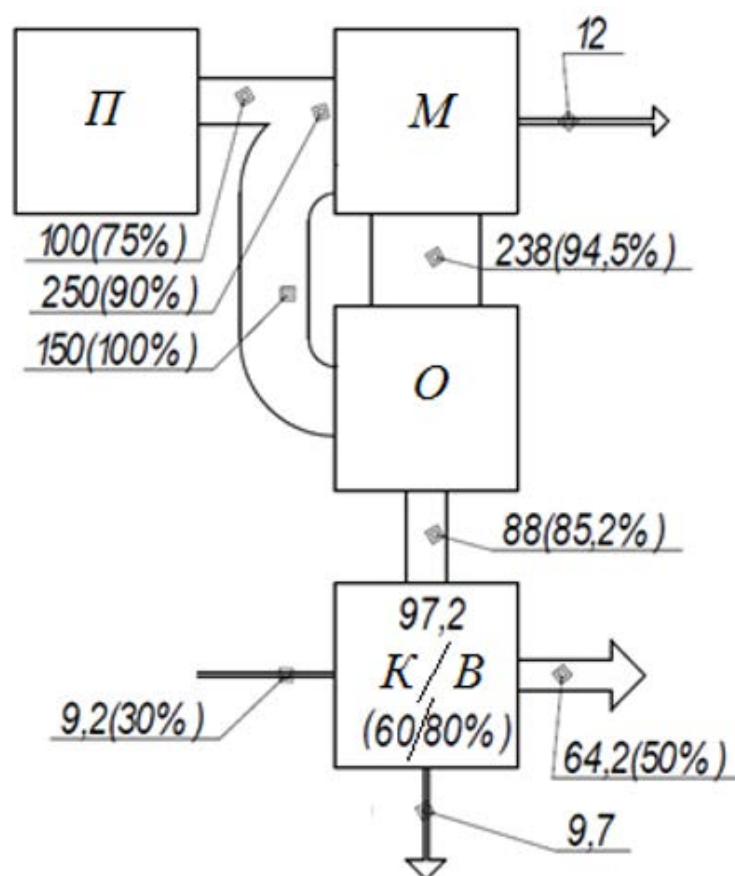


Рисунок 3 – Массовая диаграмма работы линии:
 П – птицефабрика; М – метантанк; О – обезвоживатель;
 К/В – компостер/вермикомпостер

Исходным сырьем для протекания технологического процесса является помет (влажность 75 %), поступающий в метантенк, и наполнитель (влажность 30 %), поступающий в компостер (вермикомпостер). При построении диаграммы важным условием было соблюдение влажностного режима. Анаэробное сбраживание протекает более эффективно при влажности 90...95 %. В связи с этим увлажнение помета, поступающего на переработку, является необходимым, для этого используем жидкую фракцию на выходе из обезвоживателя. Принимаем, что ее влажность составляет 100 %. Для увлажнения 100 единиц помета влажностью 75 % до влажности 90 % требуется 150 единиц жидкости.

При метановом сбраживании 50 % сухого вещества преобразуется в биогаз, поэтому 12 единиц массы субстрата переходит в биогаз. При этом влажность субстрата составляет 94,5 %.

После обезвоживания субстрата и изъятия 150 единиц жидкости для направления ее на увлажнение помета получаем единиц вещества влажностью 85,2 %.

Оптимальной влажностью для развития червей в процессе вермикультивирования является влажность 80 %, а при компостировании оптимальная влажность 60 %, что достигается путем внесения наполнителя, при этом масса вещества в реакторе составит 97,2 единицы. Для ускорения процесса компостирования рекомендуется обрабатываемую смесь аэрировать [5].

В результате из 100 единиц исходного сырья получаем удобрения, вермикультуру и биогаз в количестве $64,2 + 9,7 + 12 = 85,9$ единиц. Следовательно, вовлечение в хозяйственный оборот птичьего помета превышает 85 %.

Органическую массу на выходе из технологической линии наиболее рационально формировать в виде крупных плотных частиц [6, 7, 8]. 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. Аналогичное решение предлагается В. Н. Мироновым

для повышения эффективности использования вентиляционных выбросов коровников [9].

Выводы и рекомендации. Анализ основных результатов диссертационных работ на соискание учёной степени доктора или кандидата наук по специальности 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства, направленных на изучение вопросов утилизации отходов животноводства, выявил целесообразность корректировки разработанной в Ижевской ГСХА технологии переработки куриного помета и других сельскохозяйственных органических отходов в удобрение. Органические отходы животноводства, подготовленные для анаэробного сбраживания, направляются в метантенк. Образующийся биогаз используется для получения тепловой энергии, необходимой для поддержания температуры метанового сбраживания и для сушки органических удобрений, закладываемых на хранение. Субстрат на выходе из метантенка, смешанный с наполнителем, направляется на компостирование/вермикомпостирование. Для улучшения товарных качеств компоста/вермикомпоста перед сушкой в ранее разработанную технологическую схему включается их грануляция. Образующийся при сжигании биогаза углекислый газ, для повышения эффективности процесса утилизации органических отходов животноводства, можно использовать для воздушного питания растений. Таким образом, для наиболее эффективной утилизации отходов животноводства необходимо внедрение замкнутых циклов сельскохозяйственного производства.

Список литературы

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году. Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2020. – 1000 с.
2. Кувшинов, Н. М. Пути решения проблемы энергоэффективности и электросбережения в сельскохозяйственных предприятиях / Н. М. Кувшинов, М. Н. Кувшинов // Вестник Брянского государственного университета. – 2014. – № 3. – С. 288–296.
3. Научная электронная библиотека диссертаций и авторефератов [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dissercat.com/> (дата обращения: 28.06.2021).
4. Обоснование технологической схемы линии переработки помета в удобрение / В. В. Касаткин, С. П. Игнатъев, Н. Ю. Литвинюк [и др.] // Вестник Ижевской ГСХА. – 2010. – № 2. – С. 70–73.
5. Иванов, А. Г. Аэратор навозных буртов / А. Г. Иванов, П. В. Дородов, Р. Р. Шакиров [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 24–25.

6. Сидельников, Д. А. Совершенствование процесса влажного гранулирования твердой фракции сброженного птичьего помета в шнековом грануляторе: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: автореф. дис. ... канд. техн. наук. / Сидельников Дмитрий Алексеевич. – Ставрополь, 2018. – 24 с.

7. Смирнов, А. Н. Повышение эффективности биокомпостов путем их гранулирования: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: автореф. дис. ... канд. техн. наук. / Смирнов Алексей Николаевич. – Чебоксары, 2015. – 19 с.

8. Экструдер для утилизации отходов животноводства и птицеводства / А. Г. Иванов, С. П. Игнатъев, Н. Г. Касимов [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 28–30.

9. Миронов, В. Н. Повышение эффективности использования вентиляционных выбросов коровников путем оптимизации параметров системы их утилизации в культивационных сооружениях: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: автореф. дис. ... канд. техн. наук. / Миронов Вячеслав Николаевич. – Санкт-Петербург, 2011. – 19 с.

УДК 631.821.1

А. Н. Исупов, Д. В. Белослудцев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ ИЗВЕСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

Проводится сравнительный анализ извести различных месторождений УР и ККС. В итоге определили, что известь местных карьеров имеет разный гранулометрический состав, тогда как ККС содержит 99 % частиц < 1,0 мм. Нейтрализующая способность извести местных карьеров УР варьировала от 64 % до 78 % у ККС 83 %, такое содержание несколько не отвечает требованиям ГОСТа, но её можно использовать. Выявлено увеличение урожайности сена клевера красного на 0,17–0,45 т/га от действия различных известковых мелиорантов.

Актуальность. В системе мер, направленных на повышение плодородия и продуктивности почв, важное место принадлежит известкованию кислых почв, которых в Российской Федерации около 50 % [1, 2, 4–8]. С экономической точки зрения лучше использовать известь местных карьеров. Главное преимущество местных

известковых удобрений – относительно простая технология получения. Вместе с тем их производство приближено к местам потребления, что значительно сокращает расходы на транспортировку.

Учитывая различные условия формирования месторождений извести в Удмуртии, нам было интересно изучить состав и некоторые свойства мелиорантов, а также карбонат кальция химического синтеза (ККС), который завозится в республику и представляет не природную известь, а побочный продукт Кирово-Чепецкого химического комбината. Поэтому очень важно сравнить показатели местных известняков с ККС.

Материалы и методика. Исследования по изучению свойств извести с различных месторождений Удмуртской Республики (УР) проводили по ГОСТ 14050–93 [3] в ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, а содержание тяжелых металлов – в АО Агротехцентр «Удмуртский» на плазменно-абсорбционном спектрометре.

Результаты исследований. В исследовании изучали известь со следующих карьеров УР: Карьер Удмурт-Тоймотыл, ОАО «Алнашагропромхимия» расположен в Алнашском районе; карьер Замятьевское ОАО «Балезиноагропромхимия» расположен в Балезинском районе; карьер Зяногуртское ОАО «Агрокомбинат Дебесский» расположен в Дебёсском районе; Карьер Архангельское ОАО «Граховоагропромхимия» расположен в Граховском районе; карьер Виняшир-Биянское ОАО «Селтыагротех» расположен в Селтинском районе; карьер Галичевское ОАО «Шарканагрохимия», залежь извести расположена в Шарканском районе.

В таблице 1 представлены некоторые свойства всех семи мелиорантов. Опыты показали, что ККС имеет самую высокую нейтрализующую способность и практически 100 % деятельных частиц. Из местных известковых мелиорантов наиболее высокую нейтрализующую способность имеют Архангельская и Зяногуртская извести, соответственно 73,6 и 78,6 %, остальные менее 70 %.

Таблица 1 – Показатели некоторых свойств известковых удобрений

Месторождение	Нейтрализующая способность, %	Гранулометрический состав в %					
		> 5 мм	3,1–5,0 мм	1,1–3,0 мм	0,25–1,0 мм	< 0,25 мм	< 1,0 мм
ККС	83,0	0	0,1	0,1	0,3	99,5	99,7
Удмурт-Тоймотыл	64,4	0	1,8	36,0	25,4	36,8	62,2
Замятьевское	66,5	1,5	1,1	12,1	25,9	59,4	85,3
Архангельское	73,6	5,4	10,9	40,3	27,8	15,6	43,4

Месторождение	Нейтрализующая способность, %	Гранулометрический состав в %					
		> 5 мм	3,1–5,0 мм	1,1–3,0 мм	0,25–1,0 мм	< 0,25 мм	< 1,0 мм
Зяногуртское	78,6	3,5	4,1	19,5	23,6	49,3	72,9
Виняшир-Биянское	68,5	4,7	9,0	32,7	32,2	21,4	53,6
Галичевское	69,7	0,7	6,7	24,5	23,5	44,5	68,0

По содержанию деятельных частиц (<1 мм) приближаются к Чепецкому мелу Замятьевская и Зяногуртская извести. Они соответственно содержат их 85,3 и 72,9 %. Наименьшее количество имеет известь Архангельского месторождения – 43,4 % и Виняшир-Биянское – 53,6 %. Наиболее активно и быстро вступают в реакцию нейтрализации почвенной кислотности частицы менее 0,25 мм в диаметре. Таких частиц больше содержит Замятьевская известь (59,4 %), несколько меньше Зяногуртская (49,3 %) и Галичевская (44,5 %) и самое низкое количество таких частиц имеет Архангельская известь, всего 15,6 %.

Для лабораторного опыта провели анализ на определение нейтрализующей способности извести каждой фракции всех месторождений. В таблице показано, что с увеличением диаметра частиц увеличивается нейтрализующая способность на 4,0–12,3 %.

Таблица 2 – Нейтрализующая способность разных фракций химических мелиорантов удмуртских месторождений

Фракция	Месторождение					
	Удмурт-Тоймотыл	Замятьевское	Архангельское	Зяногуртское	Виняшир-Биянское	Галичевское
<0,25	52,0	57,2	60,4	58,3	51,0	52,7
0,25...1,0 мм	55,3	58,6	65,1	60,1	52,1	55,9
1,1...3,0 мм	61,3	59,7	64,7	59,4	57,8	57,6
3,1...5,0 мм	61,0	63,9	64,4	63,9	63,3	59,0

На наш взгляд, это происходит потому, что меньшая фракция содержит больше глинистых частиц и песчаных минералов. По этим данным можно сделать предварительную очень важную оценку производимым разными карьерами мелиорантам.

В лаборатории АО Агрохимцентре «Удмуртский» были определены валовые формы тяжелых металлов в мелиорантах (табл. 3). Впервые получены результаты по оценке известковых мелиорантов с местных карьеров. Учитывая очень низкую и низкую обе-

спеченность почв республики цинком и медью, становится ясным, что Удмурт-Тоймотылская и Замятьевская извести будут более предпочтительны для почв, бедных медью, а Замятьевская, Удмурт-Тоймотылская и Галичевская – для почв с низким содержанием цинка. Следует отметить, что местные известковые материалы отличаются повышенным содержанием этих микроэлементов по сравнению с Чепецким мелом, а также незначительно выше имеют содержание никеля, хрома, а кадмия и свинца – близкие показатели. Содержание в почве свинца, кадмия в среднем по республике примерно на половину ниже, чем содержится в известковых мелиорантах, тогда как остальных тяжелых металлов содержится в почве практически столько же, сколько и в мелиорантах.

Таблица 3 – Содержание валового состава тяжелых металлов в извести, мг/кг сухого вещества

Месторождение	Свинец	Цинк	Кадмий	Медь	Никель	Хром	Кобальт
ККС	15,1	5,7	2,4	3,7	11,8	6,5	6,0
Удмурт-Тоймотыл	11,8	19,5	2,0	40,3	22,3	11,3	6,7
Замятьевское	14,2	14,1	2,4	6,7	17,5	10,4	7,2
Архангельское	15,3	23,9	2,7	21,1	17,0	10,6	6,7
Зяногуртское	13,6	14,4	2,2	13,1	16,8	8,1	6,4
Виняшир-Биянское	12,6	9,8	2,0	12,4	17,6	10,0	6,1
Галичевское	13,4	18,9	2,1	9,3	19,4	12,5	6,4
Почва, ср. по республике А. И. Безносов (2005)	7,1	34,3	0,39	11,6	26,8	15,3	9,5

Среднее содержание тяжелых металлов в известняковой муке в проверенных карьерах республики близкое к значениям содержания в почвах и на много меньше по многим элементам в сравнении с широко используемыми агрохимикатами, фосфоритной мукой, навозом и осадком сточных вод.

В 2020 году был проведен опыт по изучению действия извести и влиянию минеральных удобрений на урожайность клевера лугового. Результаты исследований показали, что вне зависимости от месторождения известкование повышает урожайность клевера красного (табл. 4). В среднем по вариантам наиболее высокая урожайность сена получена с Граховским мелиорантом, прибавка составила 0,45 т/га. В остальных вариантах прибавка варьировала от 0,17 до 0,40 т/га.

Таблица 4 – Влияние известкования на урожайность клевера лугового (сено) и его химический состав (АО «Учхоз «Июльское» Ижевской ГСХА», 2020 г.)

Удобрения (А)	Известковые мелиоранты, (В)	Урожайность, т/га	Содержание элементов, %			
			Н	Р	К	Сырой протеин
Без NPK	Без извести(к)	1,91	0,70	0,55	1,71	4,4
	ККС	1,92	1,28	0,60	2,11	8,0
	Алнашская	2,25	1,00	0,64	1,97	6,2
	Балезинская	2,31	1,15	0,59	1,83	7,2
	Граховская	2,49	1,05	0,61	2,27	6,6
	Дебесская	2,16	0,84	0,50	1,96	5,3
	Селтинская	2,12	0,83	0,59	2,09	5,2
	Шарканская	2,14	0,82	0,70	1,91	5,2
NPK	Без извести(к)	1,77	0,67	0,56	1,88	4,2
	ККС	1,92	1,12	0,69	2,13	12,8
	Алнашская	2,12	1,38	0,72	2,30	8,7
	Балезинская	2,17	1,01	0,73	2,09	6,3
	Граховская	2,10	0,81	0,65	2,28	5,1
	Дебесская	2,25	0,87	0,69	2,11	5,5
	Селтинская	2,23	0,83	1,20	2,19	5,2
	Шарканская	1,89	0,99	0,66	2,23	6,2
НСР ₀₅ частных		0,36	0,24	0,15	0,31	
Без NPK	Среднее по, (А)	2,20	1,00	0,60	2,02	6,2
NPK		2,10	1,00	0,76	2,19	6,3
НСР ₀₅ (А)		0,51	0,03	0,15	0,12	
Среднее по, (В)	Без извести(к)	1,84	0,69	0,55	1,79	4,3
	ККС	1,92	1,20	0,64	2,12	7,5
	Алнашская	2,19	1,19	0,68	2,14	7,4
	Балезинская	2,24	1,08	0,66	1,96	6,8
	Граховская	2,29	0,93	0,63	2,28	5,8
	Дебесская	2,21	0,86	0,60	2,03	5,4
	Селтинская	2,17	0,83	0,89	2,14	5,2
	Шарканская	2,01	0,91	0,68	2,07	5,7
НСР ₀₅ , (В)		0,25	0,17	0,11	0,22	

Наиболее благоприятно на содержание элементов питания повлиял Алнашский мелиорант, при условии внесения минеральных удобрений он представил более высокие показатели по азоту и калию (1,38 и 2,3 соответственно).

Меньшее повышение элементов питания показали Граховский мелиорант в сочетании с минеральными удобрениями и Дебесский мелиорант без минеральных удобрений. Кирово-Чепецкая

известь показала наибольшее увеличение сырого протеина по сравнению с контролем в вариантах с внесением минеральных удобрений и без них (на 8,6 и 3,6 ед. соответственно).

Выводы и рекомендации. Проведенный сравнительный анализ извести различных месторождений УР и ККС определил, что известь содержит разный гранулометрический состав. Действительную фракцию < 1,0 мм больше всего содержит ККС (99 %), среди месторождений УР близкой была известь с Замятьевского месторождения (85,3 %). Высокой нейтрализующей способностью обладает ККС (83,0 %), затем извести Зяногуртского и Архангельского месторождений – 78,6 и 73,6 % соответственно. Но известь местных карьеров в 2–6 раз больше содержит микроэлементов, чем ККС, что повышает их ценность в использовании на почвах, бедных цинком и медью.

Применение извести позволяет увеличить урожайность сена клевера красного на 0,17–0,45 т/га. Кроме этого, повышает содержание элементов питания и выход сырого протеина, что немало важно для качественных кормов.

Список литературы

1. Авдонин, Н. С. Известкование кислых почв / Н. С. Авдонин // Вопросы рационального использования почв Нечерноземной зоны РСФСР. – М.: Колос, 1978 – С. 129–135.
2. Безносков, А. И. Известкование почв Удмуртии / А. И. Безносков. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2005. – 68 с.
3. ГОСТ 14050-93 Мука известняковая (доломитовая). Технические условия.
4. Исупов, А. Н. Характеристика и эффективность использования сыромолотой извести месторождений Удмуртской Республики на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве / А. Н. Исупов, А. С. Башков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2018. – № 2 (55). – С. 22–28.
5. Исупов, А. Н. Влияние местных мелиорантов на кислотность почвы и урожайность культур / А. Н. Исупов, А. С. Башков // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 14–15.
6. Башков, А. С. Влияние извести на выделение углекислого газа из дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы и урожайность сельскохозяйственных культур / А. С. Башков, А. Н. Исупов, Д. В. Белослудцев // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – С. 10–13.
7. Корнилов, М. Ф. Известкование кислых почв Нечерноземной полосы СССР / М. Ф. Корнилов, А. Н. Небольсин, В. А. Семенов, Е. В. Козловский, В. А. Зяблов. – Л.: Колос, 1971. – 251 с.

8. Небольсин, А. Н. Теоретические основы известкования почв / А. Н. Небольсин, З. П. Небольсина. – СПб.: ЛНИИСХ, 2005. – 252 с.

УДК 630*232

Н. М. Итешина, К. А. Мушкина, О. Е. Осмачко
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

КОМПЕНСАЦИОННОЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ КАК СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПОРОД

Рассмотрены основные изменения в лесном законодательстве по вопросам компенсационного лесовосстановления как ключевого компонента программы воспроизводства природных ресурсов. Выполнен краткий анализ объемов проведения лесовосстановительных работ в РФ в 2020 г. Дана оценка приживаемости лесных культур, созданных разными видами посадочного материала.

Актуальность. Лесовосстановление является одним из приоритетных направлений в лесной отрасли. Основами государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 г. определены основные принципы, цели и задачи государства в области воспроизводства лесов, которые направлены в первую очередь на восстановление площадей на основе сохранения и улучшения природного репродуктивного потенциала. На сегодняшний день все работы по искусственному лесовосстановлению проводятся в рамках федерального проекта «Сохранение лесов» национального проекта «Экология», основной задачей которого является обеспечение к 2024 г. восстановления лесов на 100 %.

По данным Рослесхоза, общая площадь лесовосстановления и лесоразведения в РФ за 2020 г. составила 1,17 млн га, из них на площади 195 тыс. га проведены работы по искусственному лесовосстановлению. Лидером по этому показателю является Красноярский край, где искусственным способом восстановлено 10,7 тыс. га леса. В первую десятку лидеров вошла и Удмуртская Республика с показателем 5,5 тыс. га соответственно [9].

Следует отметить, что в последние годы на землях лесного фонда активно развивается инфраструктура. В связи с размещением инфраструктурных объектов на землях лесного фонда еже-

годно вырубается около 150 тыс.га лесов. В 2020 г. показатель отношения площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших насаждений составил более 92 %, при проектируемых 72,8 % [9]. В целях обеспечения баланса выбытия и воспроизводства лесов создана нормативная база, обеспечивающая проведение компенсационного лесовосстановления.

Материалы и методика. В основу выполнения данной работы были положены методы информационного поиска, сравнительного анализа, наблюдений.

Результаты исследований. Компенсационное лесовосстановление в соответствии с Федеральным законом от 19.07.2018 г. 212-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования воспроизводства лесов и лесоразведения» рассматривается как ключевой компонент программы воспроизводства природных ресурсов. Закон обязывает компании-арендаторы компенсировать вырубленные участки леса после расчистки при строительстве линейных объектов, разведке и добыче полезных ископаемых, или при изменении целевого назначения лесного участка. На один гектар вырубленного леса должен приходиться один гектар восстановленной территории.

Современная практика проведения рубок лесных насаждений и последующего лесовосстановления зачастую не обеспечивает воспроизводство на рубках хозяйственно-ценных пород естественным путем. Успешность воспроизводства лесов напрямую зависит от того, насколько правильно и в какой последовательности выполнены лесохозяйственные мероприятия, связанные с лесовосстановлением. Следует отметить, что «действующее лесное законодательство не рассматривает последовательные лесохозяйственные мероприятия, связанные с воспроизводством лесов (лесовосстановление, агротехнический уход, осветления и прочистки), как части единого и неделимого цикла, и допускает проведение мероприятий по лесовосстановлению, в том числе искусственному, без обеспечения последующих уходов» [6].

Также повсеместно применяется шаблонный подход к назначению лесовосстановительных мероприятий, не учитывающий особенностей лесовосстановительного потенциала конкретной лесосеки. В ряде случаев игнорируется способность леса (лесорастительных условий) к качественному естественному возобновлению.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 7 мая 2019 г. № 566 «Об утверждении Правил выполнения работ по лесовосстановлению или лесоразведению лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43–46 Лесного кодекса Российской Федерации, и лицами, обратившимися с ходатайством или заявлением об изменении целевого назначения лесного участка» работы по лесовосстановлению, включают в себя создание лесных культур с использованием саженцев и сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС).

Ряд авторов считает использование посадочного материала с закрытой корневой системой перспективным направлением в искусственном восстановлении лесов и указывает на целый ряд его преимуществ [3, 4, 8]. К их числу отнесены: высокая приживаемость сеянцев (95–100 %); отсутствие травмирования корневой системы при посадке; экономия посадочного материала (1400–2500 шт./га); продолжительный срок посадки (с мая по сентябрь); высокая засухоустойчивость посадочного материала; более низкие затраты на проведение посадочных работ в сравнении с затратами при создании лесных культур с использованием посадочного материала с открытой корневой системой (ОКС).

На территории Удмуртской Республики преобладает искусственное лесовосстановление с использованием посадочного материала с открытой корневой системой. Первые лесные культуры ели с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой были созданы в Увинском лесничестве в 2016 г. На сегодняшний день в республике пригодными для проведения компенсационного лесовосстановления являются 447,01 га земель лесного фонда.

Экспериментальные исследования по изучению особенностей роста лесных культур, созданных разными видами посадочного материала, проведены на территории Северного участкового лесничества в липняковых типах леса.

Густота культур на всех обследованных участках соответствует проектной (табл. 1).

Таблица 1 – Средняя густота лесных культур ели на пробных площадях

Год создания	Густота, шт./га	
	ОКС	ЗКС
2020	3330	2100
2019	3400	2100
2018	3730	2100
2017	3800	2100
2016	3800	2100

Показатели приживаемости несколько выше на участках, где использован посадочный материал с закрытой корневой системой. Однако существенных различий в развитии лесных культур на исследуемых объектах нами не выявлено (табл. 2).

Таблица 2 – Приживаемость лесных культур на экспериментальных объектах

Год создания	Приживаемость, %	
	ОКС	ЗКС
2020	92	94
2019	93	93
2018	87	91
2017	86	87
2016	84	85

Лесные культуры, созданные с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой, так же, как и культуры, созданные посадочным материалом с открытой корневой системой, в первые годы после посадки не способны выйти в первый ярус относительно травяно-кустарничкового покрова и требуют проведения своевременных агротехнических уходов. По мнению ряда авторов, использование посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) не всегда решает задачи повышения производительности лесов, так как при его производстве применяются семена, собранные за пределами границ лесосеменных объектов [5, 7, 8].

Выводы. Результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что мероприятия по искусственному лесовосстановлению малоэффективны без проведения последующих агротехнических и лесоводственных уходов. Успешное воспроизводство лесов напрямую зависит от правильности выполнения всей последовательности лесохозяйственных мероприятий, связанных с лесовосстановлением.

С целью повышения эффективности работ по компенсационному лесовосстановлению необходимо совершенствовать материально-техническую базу; осуществлять подбор альтернативных участков под лесовосстановление с учетом лесорастительных условий, т.к. значительная часть земель из-под разработок месторождений полезных ископаемых является малопригодной вследствие значительного нарушения почвенного покрова; организовать комплекс мероприятий по развитию питомнического хо-

зяйства с высокотехнологичным производством, в том числе с привлечением средств арендаторов лесных участков.

Список литературы

1. Российская Федерация. Федеральный закон от 19.07.2018 г. 212-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования воспроизводства лесов и лесоразведения» – Москва, 2018. (Доступ из справочно–правовой системы Консультант Плюс).

2. Постановление Правительства РФ от 7 мая 2019 г. № 566 «Об утверждении Правил выполнения работ по лесовосстановлению или лесоразведению лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43–46 Лесного кодекса Российской Федерации, и лицами, обратившимися с ходатайством или заявлением об изменении целевого назначения лесного участка». Москва, 2019. (Доступ из справочно–правовой системы Консультант Плюс)

3. Заречнев, А. В. Технология выращивания хвойных растений с закрытой корневой системой в условиях Ленинградской области / А. В. Заречнев // VI Лужские научные чтения. Современные научные знания: теория и практика: м-лы Междунар. науч. конф., 28 мая 2018 г. – Санкт-Петербург, 2018. – С. 30–33.

4. Корчагов, С. А. Экономическая оценка создания лесных культур различным видом посадочного материала / С. А. Корчагов, С. Е. Грибов, О. Ю. Обрядина // Лесной журнал. – 2017. – № 5. – С. 92–102

5. Петухов, И. Н. Лесоводственная эффективность создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой в условиях Костромской области / И. Н. Петухов // Лесной Вестник. – 2011. – № 3. – С. 33–36

6. Резолюция по итогам научных дебатов «Актуальные проблемы воспроизводства лесов» [Электронный ресурс]. – Москва, 2018 г. – 10 с. – URL: <http://serp.rssi.ru/wp-content/uploads/2018/03/> (дата обращения: 05.06.2021 г.).

7. Родин, С. А. Повышение результативности выращивания лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой / С. А. Родин, А. Р. Родин // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной Вестник. – 2010. – № 5. – С. 7–9.

8. Смирнова, О. Н. Оценка результатов сравнительного анализа создания лесных культур посадочным материалом с закрытой и открытой корневой системой в Краснобоковском лесхозе-техникуме Баковского лесничества Нижегородской области / О. Н. Смирнова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2007. – № 17. – С. 236–238.

9. Федеральное Агентство лесного хозяйства (Рослесхоз). Официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <http://rosleshoz.gov.ru/> (дата обращения: 01.07.2021 г.)

М. М. Киселев, И. Т. Хакимов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

О СНИЖЕНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В СТУПЕНЧАТЫХ ДЕТАЛЯХ ПУТЕМ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ В УГЛОВЫХ ЗОНАХ

Приведены результаты экспериментального исследования краевых напряжений на линии сопряжения ступенчатой детали. Эмпирические коэффициенты концентрации напряжений на линии сопряжения ступени и основания составили: для модели детали без скоса ступени – $\alpha = 1,81$; для модели детали со скосом ступени – $\alpha = 1,05$. Тем самым произошло снижение концентрации напряжений на 42 %.

Актуальность. Местные напряжения в угловых зонах ступенчатых деталей могут достигать значительных величин, больших допустимого значения для материала детали. Они являются причиной образования пластичных зон при статической нагрузке или возникновения усталостных трещин при циклическом нагружении [4–7, 9, 10, 12–17, 20, 21]. Снижение местных напряжений в местах элементов конструкции, где не справедлив принцип Сен-Венана, можно добиться путем перераспределения нагрузки возле концентратора напряжений. В ступенчатых деталях это достигается скосом углов ступени (рис. 1).

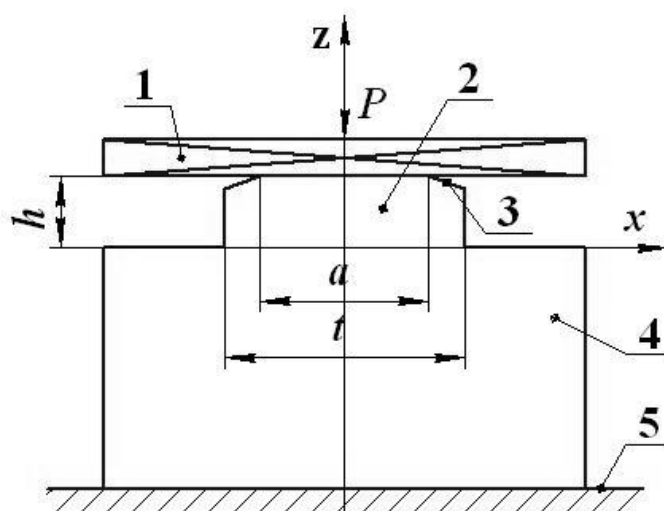


Рисунок 1 – Расчетная схема ступенчатой детали:

1 – верхняя плита нагрузочного устройства; 2 – ступень детали; 3 – скос ступени;
4 – основание детали; 5 – нижняя плита нагрузочного устройства

Напряженное состояние можно исследовать экспериментально на оптически прозрачной модели детали при помощи лазерного полярископа-интерферометра [1, 2, 4, 11].

Обозначим через g функцию распределения главных напряжений:

$$g = \sigma_2 / \sigma_n,$$

где σ_2 – главное напряжение;

σ_n – номинальное напряжение в детали, найденное по примерным формулам науки о сопротивлении материалов.

Коэффициент концентрации напряжений:

$$\alpha = |g|_{max}.$$

Целью работы является экспериментальное исследование напряжений в модели ступенчатой детали со скосом ступени на лазерном полярископе-интерферометре.

Методика эксперимента. Для исследования полей максимальных касательных напряжений используется лабораторный лазерный полярископ-интерферометр ЛПИ-2 (рис. 2) [1, 2, 4].

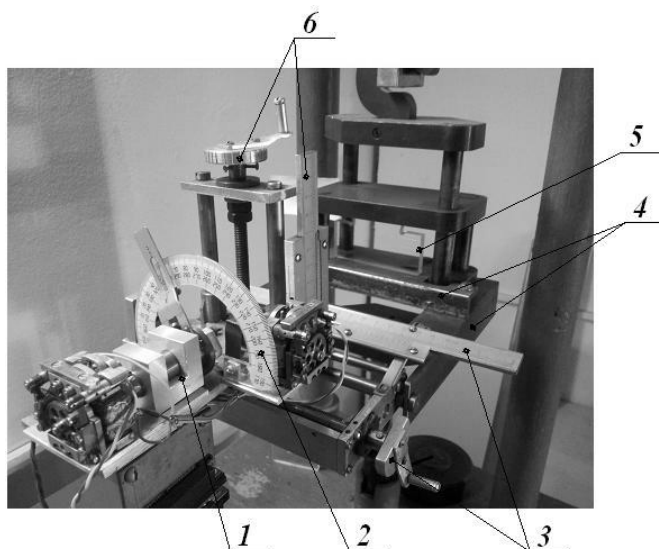


Рисунок 2 – Исследование напряженного состояния на лазерном полярископе-интерферометре ЛПИ-2:

- 1 – лазерный модуль; 2 – шкала отсчета угла наклона плоскости поляризации;
- 3 – регулятор и шкала горизонтального перемещения луча лазера;
- 4 – устройство крепления ЛПИ-2 к нижней неподвижной плите нагрузочного устройства; 5 – модель ступенчатой детали; 6 – регулятор и шкала вертикального перемещения луча лазера

Величина главных сжимающих напряжений σ_2 в исследуемой точке модели детали определяются по следующей зависимости [1, 2, 4]:

$$\sigma_2 = -\sigma_0 \left(\frac{4}{\pi} \left(\arcsin \sqrt{\frac{U}{U_{max}}} - \theta \right) + \frac{m}{m_0} \right),$$

где U – величина напряжения на фотоприемнике;

U_{max} – максимальное значение напряжения, задаваемое при тарировке прибора;

m – количество интерференционных полос, прошедших через реперную точку экрана;

σ_0, θ, m_0 – тарировочные постоянные.

Здесь $\sigma_0 = 2,3$ МПа, $U_{max} = 18,6$ мВ, $\theta = 0,274$, $m_0 = 35$.

Результаты исследований. За номинальные напряжения при простом сопротивлении принимается [3, 8, 18, 19]:

$$\sigma_n = \frac{P}{st} = 7,3 \text{ МПа},$$

где s – толщина модели детали из плексигласа (7,17 мм).

Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 3.

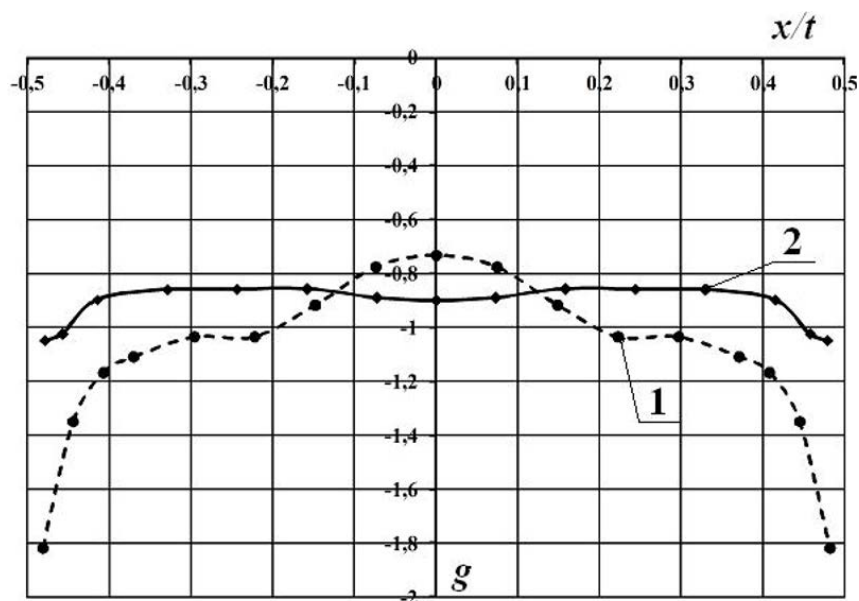


Рисунок 3 – Эпюры функции g при $z/t = 0$, $a/t = 0,72$, $h/t = 0,3$, $t = 24$ мм, $\sigma_n = 7,3$ МПа:

1 – без скоса ступени; 2 – со скосом ступени

Вывод. Эмпирические коэффициенты концентрации напряжений на линии сопряжения ступени и основания ($z/t = 0$) составили: для модели детали без скоса ступени – $\alpha = 1,81$; для модели детали со скосом ступени – $\alpha = 1,05$. Т.е. произошло снижение концентрации напряжений на 42 %.

Список литературы

1. Дородов, П. В. Разработка системы управления поляризационно-оптической установки для исследования напряженного состояния в моделях деталей машин / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Нац. науч.-практ. конф., посв. 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, 2020. – С. 345–347.

2. Дородов, П. В. Разработка и применение лазерного полярископа-интерферометра для исследования напряжений в моделях деталей машин: монография / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 148 с.

3. Дородов, П. В. Прикладная механика / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 22 с.

4. Дородов, П. В. Повышение надежности сельскохозяйственных машин путем оптимизации формы их деталей: дис....док. техн. наук: 05.20.03 / Дородов Павел Владимирович. – М., 2015. – 327 с.

5. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П. В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы 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 Любимова А. И. – Ижевск, 2020. – С. 61–66.

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. Исследование напряженного состояния в пластине, ослабленной концентратором напряжений / П. В. Дородов, И. Г. Пospelова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 67–70.

8. Дородов, П. В. Динамическая прочность пластобетона // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: м-лы Между-

нар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 67–73.

9. Ерохин, М. Н. Повышение конструкционной надежности копателя-сборщика картофеля / М. Н. Ерохин, П. Л. Максимов, П. В. Дородов // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 2. – С. 8–12.

10. Ерохин, М. Н. Уточненный расчет и определение коэффициента концентрации напряжений в деталях машин, ослабленных боковыми вырезами / М. Н. Ерохин, П. В. Дородов // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 4. – С. 77–83.

11. Измерение плотности ВЧ и СВЧ энергии методом лазерной интерференционной термометрии / Н. В. Гусева, М. М. Киселев, П. В. Дородов [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 1 (24). – С. 6.

12. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020612388, 20.02.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при изгибе: заявка № 2020611402 от 11.02.2020 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

13. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020615639, 27.05.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внешними симметричными поперечными вырезами при растяжении-сжатии: заявка № 2020614718 от 12.05.2020 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

14. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020663352, 27.10.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внешними симметричными поперечными вырезами при изгибе: заявка № 2020662565 от 20.10.2020 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

15. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021612345, 16.02.2021 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе балки с надрезом: заявка № 2021611528 от 09.02.2021 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

16. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021612825, 25.02.2021 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в прямоугольном стыке элемента конструкции при изгибе: заявка № 2021611556 от 09.02.2021 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

17. Федоров, О. С. Совершенствование молотковых дробилок открытого типа / О. С. Федоров, В. И. Ширококов, А. Н. Голубков // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 26–27.

18. Dorodov, P. V. Investigation of the main mechanical characteristics of plastics for three-dimensional printing of machine parts models / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina, V. A. Petrov, A. A. Litvinyuk // IOP Conference Series: Earth and

Environmental Science. – Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. – P. 52041.

19. Dorodov, P. V. Rigidity, creep and dynamic strength of plastics for three-dimensional printing of machine parts / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, P. L. Lekomcev, V. A. Petrov, A. M. Niyazov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Krasnoyarsk Science and Technology City Hall, 2021. – P. 52045.

20. Erokhin, M. N. Stress concentration and shape optimization for a fillets surface of a step-shaped shaft / M. N. Erokhin, P. V. Dorodov, A. S. Dorokhov, // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2020. – Vol. 49. – № 3. – P. 214–223.

21. Trefilov, R. A. Evaluation of the process of pelleting for pre-sowing treatment of flax seeds / R. A. Trefilov, P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina, A. A. Litvinyuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: conference proceedings. – Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2020. – P. 62010.

УДК 633.11"321":581.14

Е. Ю. Колесникова, Ч. М. Исламова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОЩАДИ ЛИСТЬЕВ У СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Изучено влияние предшественников на формирование площади листьев у растений сортов яровой пшеницы по фазам развития. Предшественники: клевер 2 г.п. и ячмень. Формирование листовой поверхности в ходе роста и развития яровой пшеницы происходило по-разному и зависело в основном от сорта. Наибольшую площадь листьев в фазе кущения сформировали сорта Ульяновская 105 и Экада 109, существенно повысившие на 1,2–2,6 тыс. м²/га относительно аналогичных значений контрольного сорта Свеча. В фазах выхода в трубку, колошения и молочного состояния зерна сорта Омская 36, Экада 109, Ульяновская 105 существенно увеличили площадь листовой поверхности на 1,0–2,4 тыс. м²/га, 1,2–2,6 тыс. м²/га, 0,8–1,3 тыс. м²/га.

Актуальность. Одним из важных факторов получения высокой урожайности полевых культур является фотосинтетическая деятельность растений. Недостаточность изученности вопросов создания посевов на физиологическом, агротехническом и селекционно-генетическом уровнях является главным препятствием при использовании теории фотосинтетической продуктив-

ности для повышения урожайности. Большинство фотосинтетических показателей полигенны и поддаются селекционному улучшению [6]. Для выявления и создания оптимальной структуры агрофитоценозов особый интерес вызывает изучение физиологических параметров современных сортов, что отражено в трудах ученых [2, 7, 8–9]. В системе мероприятий, направленных на повышение урожайности и фотосинтетической активности зерновых культур, большое значение имеют предшественники, которые являются основой, позволяющей эффективно применять другие агротехнические приемы и реализовать потенциал продуктивности сортов яровой пшеницы [3].

В связи с этим цель исследования – проведение оценки формирования площади листовой поверхности по фазам развития растений сортов яровой пшеницы по разным предшественникам.

Материалы и методика. Объекты исследований сорта яровой пшеницы: Свеча (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Восток), Иргина (ФГБНУ «Уральский Федеральный Аграрный научно-исследовательский центр уральского отделения российской академии наук»), Омская 36 (Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (СибНИИСХ) совместно с фирмой «Кургансемена»), Черноземноуральская 2 (ФГБНУ «НИИСХ Центрально-Черноземной полосы имени В. В. Докучаева»), Ульяновская 105 (Ульяновский НИИСХ) и Экада 109 (ФГБНУ Татарский НИИСХ). Предшественники: клевер 2 г.п. и ячмень яровой. Полевой опыт был проведен в 2020 г. на Можгинском ГСУ.

Исследования проводили согласно Методике государственного сортоиспытания [4]. Существенность разницы в показаниях между вариантами – методом дисперсионного анализа [1]. Площадь листовой поверхности – методом высечек [5]. Почва под опытом дерново-подзолистая среднесуглинистая, с высоким содержанием в пахотном слое гумуса, подвижного фосфора и обменного калия, слабокислой обменной кислотностью.

Метеорологические условия сложились следующим образом. В мае среднесуточная температура воздуха была выше среднемноголетней на 1,4 °С и составила 13,1 °С, при этом осадков выпало 29 мм, что на 19 мм меньше среднемноголетнего показателя. Июнь характеризовался умеренно теплой погодой 14,7 °С (ниже среднемноголетней на 2,3 °С), наблюдалось резкое изменение температуры в течение суток +21 °С...+30 °С днем и +5 °С...+11 °С ночью. Сумма осадков составила 53 мм, что ниже среднемноголетнего по-

казателя на 9 мм. В июле температура воздуха была выше средне-многолетней на 1,0 °С (среднесуточная температура +19,9 °С), сумма осадков превысила среднемноголетний показатель на 46 мм. Температура в августе была на уровне среднемноголетней +16 °С с небольшим количеством осадков 48 мм.

Результаты исследований. Формирование листовой поверхности в ходе роста и развития растений яровой пшеницы происходило по-разному и зависело в основном от сорта.

В фазе кущения растения сортов яровой пшеницы сформировали 9,7–12,8 тыс. м²/га листовой поверхности. Посев сортов пшеницы после клевера 2 г.п. способствовал формированию средней площади листьев 11,5 тыс. м²/га в фазе кущения, что существенно больше на 0,4 тыс. м²/га площади листьев у растений после ячменя при НСР₀₅ главных эффектов по фактору А – 0,1 тыс. м²/га. Среди сортов в этой фазе по площади листовой поверхности выделились сорта Ульяновская 105 и Экада 109, имеющие данный показатель, больший на 0,9–2,8 тыс. м²/га, чем площадь листовой поверхности у остальных сортов при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 0,6 тыс. м²/га. Сорта Иргина и Черноземноуральская 2 характеризовались относительно низкой площадью листьев в фазе кущения.

В фазе выхода в трубку растения сортов яровой пшеницы имели наибольшую (21,2–27,2 тыс. м²/га) площадь листьев. По вариантам опыта происходили аналогичные изменения, как и в фазе кущения. Кроме сорта Иргина, которая не уступала по данному показателю контрольному варианту.

Таблица 1 – Площадь листьев по фазам развития растений сортов яровой пшеницы в зависимости от предшественника, тыс. м²/га.

Сорт (В)	Предшественник (А)		Среднее (фактор В)	Отклонение от контроля (В)
	Клевер 2 г.п. (к)	Ячмень		
Кущение				
1. Свеча (ст.)	11,1	11,3	11,2	
2. Иргина	10,3	9,8	10,1	-1,1
3. Омская 36	11,8	11,5	11,6	0,4
4. Черноземноуральская 2	9,9	9,7	9,8	-1,4
5. Ульяновская 105	12,8	12,2	12,5	1,3
6. Экада 109	12,8	12,3	12,6	1,4
Среднее (фактор А)	11,5	11,1		
Отклонение от контроля (А)		-0,4		
Выход в трубку				
1. Свеча (ст.)	24,8	24,1	24,4	

Сорт (В)	Предшественник (А)		Среднее (фактор В)	Отклонение от контроля (В)				
	Клевер 2 г.п. (к)	Ячмень						
2. Иргина	24,9	23,0	24,0	-0,4				
3. Омская 36	26,1	24,7	25,4	1,0				
4. Черноземноуральская 2	22,0	21,2	21,6	-2,8				
5. Ульяновская 105	27,2	26,5	26,9	2,5				
6. Экада 109	26,4	26,1	26,3	1,9				
Среднее (фактор А)	25,2	24,3						
Отклонение от контроля (А)		-1,1						
Колошение								
1. Свеча (ст.)	18,3	18,2	18,2					
2. Иргина	18,2	18,2	18,2					
3. Омская 36	19,5	19,2	19,4	1,2				
4. Черноземноуральская 2	18,1	16,8	17,5	-0,7				
5. Ульяновская 105	20,9	20,8	20,9	2,7				
6. Экада 109	20,3	19,5	19,9	1,7				
Среднее (фактор А)	19,2	18,8						
Отклонение от контроля (А)		-0,4						
Молочное состояние зерна								
1. Свеча (ст.)	15,5	15,4	15,5					
2. Иргина	15,4	15,3	15,4	-0,1				
3. Омская 36	16,3	16,3	16,3	0,8				
4. Черноземноуральская 2	14,0	13,9	13,9	-1,6				
5. Ульяновская 105	16,9	16,5	16,7	1,2				
6. Экада 109	16,4	16,4	16,4	0,9				
Среднее (фактор А)	15,8	15,6						
Отклонение от контроля (А)		-0,2						
	Кущение		Выход в трубку		Колошение		Молочное состо- яние зерна	
НСР ₀₅	ч.раз	гл.эф.	ч.раз	гл.эф.	ч.раз	гл.эф.	ч.раз	гл.эф.
Фактор А	0,2	0,1	0,3	0,1	$F_{\phi} < F_{\tau}$		$F_{\phi} < F_{\tau}$	
Фактор В	0,9	0,6	1,1	0,8	0,9	0,7	0,7	0,5

В фазе колошения, независимо от сорта, растения сформировали площадь листьев 19,2 тыс. м²/га после клевера 2 г.п. и 18,8 тыс. м²/га после ячменя, однако разница была не существенной ($F_{\phi} < F_{\tau}$). Сорта яровой пшеницы Омская 36, имеющая площадь листьев 19,4 тыс. м²/га, Экада 109 – 19,9 тыс. м²/га и Ульяновская 105 – 20,9 тыс. м²/га, существенно повысили на 1,2–2,6 тыс. м²/га относительно аналогичных показаний у контрольного сорта Свеча (18,2 тыс. м²/га) при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В. – 0,7 тыс. м²/га. Сорт Черноземноуральская 2, посеянная после яч-

меня, имела площадь листьев, меньшую на 1,4–4,0 тыс. м²/га, чем площадь листовой поверхности у других сортов при НСР₀₅ частных различий по фактору В. – 0,9 тыс. м²/га.

В фазе молочного состояния зерна площадь листьев у растений яровой пшеницы в среднем по всем сортам не зависела от предшественника. Наибольшая 16,3–16,7 тыс. м²/га была отмечена у сортов Омская 36, Экада 109 и Ульяновская 105, которая на 0,8–1,2 тыс. м²/га существенно была больше аналогичных значений контрольного сорта Свеча при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 0,5 тыс. м²/га.

Выводы. В результате исследований выявлено, что в фазе кущения и выхода в трубку наибольшую площадь листьев растения сортов яровой пшеницы формировали в варианте, где предшественником был клевер 2 г.п. (прибавка относительно варианта после ячменя составила 0,4 и 1,1 тыс. м²/га соответственно). В фазе колошения и молочного состояния зерна существенной разницы по вариантам опыта не было выявлено. Наибольшую площадь листьев в фазе кущения сформировали сорта Ульяновская 105 и Экада 109, существенно повысившие на 1,2–2,6 тыс. м²/га относительно площади листовой поверхности контрольного сорта Свеча. В фазе выхода в трубку, колошения и молочного состояния зерна сорта Омская 36, Экада 109, Ульяновская 105 имели существенно большую площадь листовой поверхности на 1,0–2,4 тыс. м²/га, 1,2–2,6 тыс. м²/га, 0,8–1,3 тыс. м²/га соответственно.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., перераб. и доп. / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Исламова, Ч. М. Площадь листьев, фотосинтетический потенциал яровой пшеницы йолдыз при разных нормах высева семян / Ч. М. Исламова, Е. Л. Дудина // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 43–46.
3. Лошаков, В. Г. Севооборот и плодородие почвы / В. Г. Лошаков. – М.: Изд. ВНИИА, 2012. – 512 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск третий / Под общей ред. М. А. Федина: Гос. Ком. По сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при МСХ СССР. Вторая часть – М., 1989. – 194 с.

5. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строгонова. – М.: АН СССР, 1961. – 135 с.
6. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и урожай / А. А. Ничипорович. – М.: Знание, 1966. – 48 с.
7. Рябова Т. Н. Фотосинтетическая деятельность овса конкур в зависимости от предпосевной обработки семян / Т. Н. Рябова, Ч. М. Исламова // Вестник Ижевской ГСХА. – 2014. – № 1 (38). – С. 27–30.
8. Фатыхов, И. Ш. Фотосинтетическая деятельность посевов зерновых культур при разных нормах азота в Предуралье / И. Ш. Фатыхов // Биологические и агротехнические приемы повышения урожайности зерновых культур: сборник научных трудов. – Пермь: Пермский государственный сельскохозяйственный институт им. академика Д. Н. Прянишникова, 1984. – С. 112–121.
9. Фатыхов, И. Ш. Фотосинтетическая деятельность сортов льна-долгунца в зависимости от обработки гербицидами / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, Я. Н. Захарова // Вестник Башкирского ГАУ. – 2012. – № 3 (23). – С. 16–19.

УДК 633.13:631.526.32

В. Г. Колесникова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ОВСА ПОСЕВНОГО

Приведена оценка селекционных линий овса посевного по урожайности и качеству зерна.

Актуальность. Рост потребления продовольствия и кормов, необходимость продовольственного обеспечения быстро растущего населения Земли определяет актуальность выращивания высокоурожайных культур и сортов разностороннего использования, способных адаптироваться к климатическим изменениям [1]. Современная тенденция развития земледелия такова, что увеличение производства зерна определяется не расширением посевных площадей, а ростом урожайности, основанной на эффективном использовании генетического потенциала культуры и сортов, адаптированных к современным технологиям и почвенно-климатическим условиям возделывания [2, 4]. Крупные резервы повышения урожайности заложены в создании и внедрении сортов с высоким по-

тенциалом урожайности и высокого качества продукции, отзывчивых на условия интенсивного земледелия, устойчивых к поражению болезнями и вредителями [6]. Создание новых сортов, обеспечивающих высококачественное зерно, – важная и ответственная задача. От того, насколько объективно изучены новые, создаваемые селекционерами формы по качеству зерна, зависит основа эффективного производства.

Материалы и методика. Объектом исследований являлись сорта и селекционные линии овса посевного. Полевые исследования были проведены на опытном поле АО «Учхоз «Июльское» Ижевской ГСХА» в 2019 г. в однофакторном полевом опыте, который был заложен на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Повторность вариантов четырёхкратная, их расположение – систематическое в 2 яруса. Посев был проведен обычным рядовым способом на глубину 3–4 см, с нормой высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га. Полевой опыт был заложен по общепринятым методикам опытного дела [3, 5].

Цель исследований – выявить наиболее продуктивные селекционные линии овса посевного, адаптированные к абиотическим условиям Среднего Предуралья, имеющие высокое качество зерна.

Задачи исследований:

- дать сравнительную оценку сортов и селекционных линий овса посевного по урожайности и научно обосновать её элементами структуры;
- изучить пораженность болезнями селекционных линий овса;
- выделить наиболее ценные селекционные линии овса по качеству зерна.

Результаты исследований. Урожайность – средний урожай с единицы площади посева, выраженный в тоннах, килограммах. Это одно из частных проявлений продуктивности растений, зависящее от факторов внешней среды, природы сорта и технологии его возделывания. В условиях 2019 г. урожайность стандартного сорта Яков составила 5,04 т/га (табл. 1). Пленчатые селекционные линии 23h2378 и 2h2429 сформировали урожайность – 5,06–5,13 т/га – на уровне данного показателя контрольного варианта сорта Яков. Существенное снижение урожайности на 0,36–0,46 т/га (7,1–9,1 %) отмечено у селекционных линий 51h2377 и 46h2438 (НСР₀₅ – 0,16 т/га).

Таблица 1 – Урожайность сортов и селекционных линий овса посевного (2019 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Отклонение	
		т/га	%
Яков – (st.)	5,04	–	–
Линия 23h2378	5,06	+0,02	–
Линия 51h2377	4,58	–0,46	– 9,1
Линия 46h2438	4,68	–0,36	– 7,1
Линия 2h2429	5,13	+0,09	+ 1,8
Вятский – (st.)	4,20	–	–
Линия 61h2364	4,45	+0,25	+ 6,0
НСР ₀₅		0,16	

Среди голозерных форм овса наибольшая урожайность 4,45 т/га в условиях 2019 г. была отмечена у селекционной линии 61h2364. Сорт Вятский сформировал урожайность 4,20 т/га, что на 0,25 т/га или 6,0 % ниже, чем урожайность у линии 61h2364 при НСР₀₅ – 0,16 т/га.

Различия в урожайности зерна по вариантам опыта обусловлены изменением показателей элементов структуры урожайности. Все изучаемые селекционные линии пленчатых и голозерных форм сформировали густоту продуктивных растений на уровне стандарта Яков и Вятский. Сорт Яков имел продуктивных стеблей перед уборкой 437 шт./м² (табл. 2). Существенное увеличение густоты продуктивных стеблей на 11–137 шт./м² среди пленчатых форм отмечено у селекционных линий 23h2378, 51h2377, 46h2438 и 2h2429 при НСР₀₅ – 10 шт./м². Сорт Вятский имел на 36 шт./м² больше продуктивных стеблей, чем аналогичный показатель у линии 61h2364. Густота стояния продуктивных стеблей сформировала продуктивную кустистость. У пленчатых форм по данному показателю отличились линии 23h2378 и 51h2377, имели более высокие значения (1,35–1,15) относительно стандарта. Сорт Вятский имел продуктивную кустистость 1,17, что на 0,10 выше, чем аналогичный показатель у линии 6h23641 при НСР₀₅ – 0,03.

Таблица 2 – Формирование густоты продуктивного стеблестоя к уборке у сортов и селекционных линий овса

Вариант	Продуктивные, шт./м ²		Продуктивная кустистость
	растения	стебли	
Яков – (st.)	426	437	1,03
Линия 23h2378	424	574	1,35

Вариант	Продуктивные, шт./м ²		Продуктивная кустистость
	растения	стебли	
Линия 51h2377	423	486	1,15
Линия 46h2438	426	448	1,05
Линия 2h2429	429	449	1,05
Вятский – (st.)	420	493	1,17
Линия 61h2364	426	457	1,07
НСР ₀₅	5,0	10	0,03

Общеизвестно, что одним из важных показателей устойчивости к полеганию является их высота. Изучаемые сорта и селекционные линии овса посевного сформировали высоту растений от 78,1 см до 82,9 см. Существенных различий по высоте растений среди изучаемых вариантов не было выявлено $F_{\phi} < F_{05}$.

Озерненность метелки по вариантам опыта колебалась от 27,6 до 38,8 шт. (табл. 3). Наибольшее количество зерен в метелке 38,8 шт. было сформировано селекционной линией 2h2429, что выше аналогичного показателя на 5,2 шт. стандарта Яков (НСР₀₅ – 0,2 шт.).

Таблица 3 – Элементы структуры продуктивности соцветия сортов и селекционных линий овса посевного

Вариант	Озерненность метелки, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна метелки, г
Яков – (st.)	33,6	39,5	1,29
Линия 23h2378	27,6	35,0	0,96
Линия 51h2377	31,5	37,4	1,11
Линия 46h2438	33,0	38,2	1,24
Линия 2h2429	38,8	40,8	1,35
Вятский – (st.)	38,2	29,8	1,10
Линия 61h2364	38,7	35,0	1,13
НСР ₀₅	0,2	0,2	0,03

Селекционные линии 23h2378, 51h2377 и 46h2438 имели зерен в метелке меньше, чем их количество в метелке сорта Яков. Среди голозерных форм по данному показателю выделилась линия 61h2364 (38,7 шт.), что на 0,5 шт. соответственно выше стандарта Вятский (38,2 шт.) при НСР₀₅ 0,2 шт. Продуктивность метелки в условиях 2019 года была на уровне 0,96–1,35 г. Среди пленчатых форм относительно низкую продуктивность метелки сфор-

мировали линии 23h2378 (0,96 г), 51h2377 (1,11), 46h2438 (1,24), что существенно ниже аналогичного показателя стандарта Яков (1,29 г) при НСР₀₅ – 0,03 г. Относительно более высокую продуктивность метелки 1,35 г обеспечила линия 2h2429. Среди голозерных форм наибольшую продуктивность метелки имела селекционная линия 61h2364 – 1,13 г, что выше аналогичного показателя стандарта Вятский на 0,03 г НСР₀₅ – 0,03 г. Самую высокую массу 1000 зерен имела линия 2h2429 (40,8 г). У остальных изучаемых линий пленчатых форм масса 1000 зерен была существенно ниже относительно аналогичного показателя у стандарта Яков (39,5 г). Голозерной формы линия 61h2364 (35,0 г) существенно превышала стандарт Вятский (29,8 г) по массе 1000 зерен.

Наличие болезней и вредителей в посевах зерновых оказывает влияние на урожайность и качество полученного зерна. В посевах овса были обнаружены красно-бурая пятнистость и пыльная головня (табл. 4). Красно-бурая пятнистость имела большое развитие на следующих селекционных линиях: 51h2377 (20,5 %) и 46h2438 (22,9 %). Развитие пыльной головни на растениях было обнаружено не на всех изучаемых сортах и селекционных линиях. Не пораженные данным видом фитопатогенных грибов среди плёчатых форм – Яков, линия 23h2378, и среди голозерных форм – сорт Вятский и линия 61h2364. Наибольшее развитие пыльной головни было выявлено у плёчатых селекционных линий овса 46h2438 – 0,49 % и 51h2377 – 0,46 %.

Таблица 4 – Пораженность сортов и селекционных линий овса болезнями

Вариант	Развитие красно-бурой пятнистости, %	Развитие пыльной головни, %
Яков – (st.)	12,0	0
Линия 23h2378	10,0	0
Линия 51h2377	20,5	0,46
Линия 46h2438	22,9	0,49
Линия 2h2429	8,5	0,15
Вятский – (st.)	11,6	0
Линия 61h2364	13,0	0

Показателями качества являются натура и пленчатость зерна (табл. 5). Среди пленчатых форм овса относительно большую 491 г/л натуру зерна имели селекционная линия 2h2429 и 485 г/л сорт Яков. Остальные изучаемые селекционные линии по натуре зерна (469–477 г/л) уступали аналогичному показателю у сорта Яков. Голо-

зерные формы овса имели более высокую натуру зерна, у сорта Вятский она составила 520 г/л, а у селекционной линии 61h2364 – 536 г/л.

Пленчатость – важнейший хозяйственный признак характеристики сорта, чем ниже пленчатость, тем выше пищевые и кормовые достоинства зерна овса. Пленчатость зерна у изучаемых сортов и селекционных линий колебалась от 26,1 % до 29,0 %. Относительно высокая пленчатость зерна 29,0–28,0 % была у селекционных линий 23h2378, 51h2377, 46h2438, меньшая пленчатость зерна 26,1–27,1 % у линии 2h2429 и сорта Яков.

Таблица 5 – Качество зерна сортов и селекционных линий овса посевного

Вариант	Натура, г/л	Пленчатость, %
Яков – (st.)	485	27,1
Линия 23h2378	469	29,0
Линия 51h2377	470	28,4
Линия 46h2438	477	28,0
Линия 2h2429	491	26,1
Вятский – (st.)	520	–
Линия 61h2364	536	–

Выводы. На основании проведенных исследований было выявлено, что все изучаемые сорта и селекционные линии в условиях 2019 года сформировали относительно высокую урожайность зерна 4,20–5,13 т/га.

Среди плёнчатых форм овса большую урожайность 5,06–5,13 т/га сформировали селекционные линии 23h2378 и 2h2429. Урожайность была получена у селекционной линия 23h2378 за счёт большей густоты продуктивного стеблестоя (574 шт. м²), а линии 2h2429 – продуктивности метелки (1,35 г).

Среди голозерных форм овса наибольшая урожайность 4,45 т/га была отмечена у селекционной линии 61h2364, за счёт большей озерненности метелки – 38,7 шт.

По качеству зерна отличилась селекционная линия 2h2429: более высокая масса 1000 зерна – 40,8 г, натура зерна – 491 г/л и меньшая пленчатость зерна 26,1 %.

Список литературы

1. Advanced phenotyping and phenotype data analysis for the study of plant growth and development / M. Rahaman, D. Chen, Z. Gilliani [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2015. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.00619/full> (дата обращения: 15.07.2021).

2. Баталова, Г. А. Формирования урожая и качества зерна овса / Г. А. Баталова // Достижение науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 10–13.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Колесникова, В. Г. Хозяйственно-биологическая оценка сортообразцов овса посевного в условиях Среднего Предуралья / В. Г. Колесникова, Е. А. Белослудцева // Вестник Ижевской ГСХА. – 2013. – № 1 (34). – С. 18–20.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1989. – 194 с.
6. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. – СПб., 2012. – 63 с.

УДК 633.522:632.51(470.4/.5)

**Е. В. Корепанова, Г. Р. Галиева,
В. Н. Гореева, И. Ш. Фатыхов**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ СРЕДНЕРУССКОЙ ОДНОДОМНОЙ КОНОПЛИ ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ДВУСТОРОННЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Исследовано влияние нормы высева семян на засоренность посевов средне-русской однодомной конопля при возделывании на двухстороннее использование. Выяснилось, что увеличением нормы высева с 0,4 до 0,8–1,6 млн шт./га засоренность её посевов к уборке снижается на 7–20 % многолетними и на 17–47 % мало-летними сорняками.

Актуальность. Урожайность конопля и качество получаемой продукции во многом зависит от правильной организации ухода за ее посевами в течение всего вегетационного периода. Задача состоит в том, чтобы создать оптимальные условия для роста растений, их развития и получения высокого урожая волокна и семян конопля хорошего качества [13].

В течение вегетационного периода между возделываемыми культурами и сорными растениями складываются конкурентные

взаимоотношения. Конкурентная способность сельскохозяйственных культур зависит от множества факторов, к которым относятся биология растений, высота, скорость их развития, мощность надземной массы, густота стеблестоя [4, 7].

Способность конопли успешно бороться с сорняками появляется лишь при хорошем плодородии почвы и внесении оптимальных норм удобрений, на истощенных неудобренных почвах конкурентная способность конопли в отношении растительного сообщества ниже, чем у льна и овса. В условиях Среднего Предуралья кафедрой растениеводства Ижевской ГСХА были проведены исследования по анализу засоренности при разных технологических приемах возделывания озимой пшеницы [17], овса [6], льна-долгунца [8, 16, 15], льна масличного [3, 9], гречихи [19], ярового рапса [12], ярового ячменя [6, 18]. Поэтому надо считать, что посеvy конопли в сравнении с другими культурами не менее, а в ряде случаев более, нуждаются в мероприятиях по борьбе с сорняками. Засоренность посевов конопли ведет к значительному снижению ее урожайности. При наличии в стеблестое конопли 25 % сорняков урожай ее снижается на 32 %, а при степени засоренности 50 % недобор урожая семян составляет от 39 до 64 %, а соломы – около 43 % [7]. В Производственных посевах сортов среднерусской однодомной конопли в абиотических условиях колхоза СХПК им. Мичурина Вовожского района Удмуртской Республики в 2020 г. сформировалась средняя урожайность семян 6,9–9,0 ц/га [1]. Исследования, проведенные в 2020 г. на опытном поле УНПК – Агротехнопарк ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА «Учхоз «Июльское» Ижевской ГСХА», позволили получить среднюю урожайность волокна – 14,8–19,9 ц/га [5].

В сплошных посевах при высокой агротехнике конопля растет быстрее сорняков и заглушает их. Вред, причиняемый сорными растениями, обуславливается прежде всего поглощением питательных веществ из почвы. Сорняки перехватывают и накапливают в своих тканях гораздо больше элементов минерального питания, чем конопля. Особенно становится заметным угнетающее действие сорняков, когда азотные, калийные и фосфорные удобрения вносятся в недостаточном количестве на почвах с низким их содержанием. К тому же сорные растения расходуют больше воды. Коэффициент транспирации у конопли равен 600, пшеницы – 513, овса 595, тогда как у лебеды он составляет 801 [13].

Засоренность посевов конопли зависит от различных причин: участка, на котором произведен посев, рельефа местности,

предшественников, приемов обработки почвы, удобрений, нормы высева семян, способов и сроков посева, ухода за посевами, сортовых особенностей [13].

Целью исследований явилось установить влияние нормы высева семян на засоренность посевов среднерусской однодомной конопли при возделывании на двухстороннее использование.

Материалы и методика. В качестве объектов исследования были взяты среднеспелые сорта однодомной конопли: Вера, Надежда и Сурская. Исследования проводили в 2020 г. на опытном поле УНПК – Агротехнопарк ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА «Учхоз «Июльское» Ижевской ГСХА» на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. Засоренность посевов определена количественно-весовым методом [2]; фактическая норма высева, фенологические наблюдения [10, 11]. Опыт заложен в соответствии с методикой опытного дела [16].

Результаты исследований. При возделывании конопли на двухстороннее использование посев осуществлен широкорядным способом с междурядьем 45 см. При обследовании посевов конопли в фазе 3–4 пар настоящих листьев преобладали сорняки из следующих хозяйственно-биологических групп: эфемеры (мокрица), яровые поздние (просо куриное), яровые ранние (подмаренник цепкий, горец вьюнковый, дымянка аптечная, пикульник обыкновенный, марь белая), зимующие (фиалка полевая, василек синий, пастушья сумка, трехреберник непахучий), корнеотпрысковые (осот розовый, вьюнок полевой), стержнекорневые (одуванчик лекарственный, полынь горькая), кистекорневые (подорожник большой), клубненосные (чистец болотный) и корневищные (хвощ полевой).

Количество сорняков в посевах сортов среднерусской однодомной конопли при возделывании конопли на двухстороннее использование в вариантах опыта составило: многолетних от 3 до 24 шт./м², малолетних – от 110 до 235 шт./м² (табл. 1).

Таблица 1 – Засоренность посевов в фазе 3–4 пар настоящих листьев сортов конопли при разных нормах высева семян, шт./м²

Сорт (А)	Норма высева, штук всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)
	0,4 млн	0,8 млн (контроль)	1,2 млн	1,6 млн	
Количество многолетних сорняков					
Вера	6	4	6	3	5
Надежда	5	5	6	23	10
Сурская	24	15	7	7	13
Среднее (В)	12	8	6	11	–

Сорт (А)	Норма высева, штук всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)
	0,4 млн	0,8 млн (контроль)	1,2 млн	1,6 млн	
Количество малолетних сорняков					
Вера	181	172	147	235	184
Надежда	154	137	110	143	136
Сурская	132	153	209	188	171
Среднее (В)	156	154	155	189	–

В посевах конопли сорта Вера наблюдали меньше на 5–8 шт./м² многолетних сорняков, а в посевах сорта Надежда – меньше на 35–48 шт./м² малолетних сорняков, чем их количество на 1 м² в посевах других изучаемых сортов.

Перед уборкой конопли среднее количество многолетних сорняков в посевах сорта Вера возросло с 5 до 12 шт./м², в посевах сорта Надежда – с 10 до 13 шт./м² (табл. 2). Численность малолетних сорняков перед уборкой сортов конопли сократилась со 136–184 до 22–25 шт./м².

Таблица 2 – Засоренность посевов сортов конопли перед уборкой при разных нормах высева семян, шт./м²

Сорт (А)	Норма высева, штук всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)
	0,4 млн	0,8 млн (контроль)	1,2 млн	1,6 млн	
Количество многолетних сорняков					
Вера	13	12	8	16	12
Надежда	18	12	16	8	13
Сурская	14	11	10	18	13
Среднее (В)	15	12	11	14	–
Количество малолетних сорняков					
Вера	28	23	21	20	23
Надежда	34	27	27	13	25
Сурская	27	24	21	14	22
Среднее (В)	30	25	23	16	–

С возрастанием нормы высева семян сортов конопли с 0,4 до 0,8–1,6 млн шт./га абсолютно сухая масса сорняков снизилась на 6,3–14,0 г/м² при НСР₀₅ главных эффектов В – 2,7 г/м² (табл. 3). В посевах конопли сорта Вера и Надежда с увеличением нормы высева семян от 0,4 до 0,8–1,6 млн шт./га абсолютно сухая масса сорняков была ниже на 7,4–11,4 г/м² и на 9,8–19,2 г/м² соответственно (НСР₀₅ частных различий В – 4,7 г/м²).

Таблица 3 – Абсолютно сухая масса сорняков в посевах сортов конопли перед уборкой при разных нормах высева семян, г/м²

Сорт (А)	Норма высева, штук всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)
	0,4 млн	0,8 млн (контроль)	1,2 млн	1,6 млн	
Надежда (к)	30,0	22,6	20,7	18,6	23,0
Вера	36,0	26,2	23,1	16,8	25,5
Сурская	27,5	25,9	20,5	16,2	22,5
Среднее (В)	31,2	24,9	21,4	17,2	–
НСР ₀₅	частных различий		главных эффектов		
А (сорт)	$F_{\phi} < F_{05}$				
В (норма высева)	4,7		2,7		

Загущение посевов конопли сорта Сурская с 0,4–0,8 млн шт./га до 1,2–1,6 млн шт./га уменьшило сухую биомассу сорняков на 5,4–11,3 г/м².

Вывод. С увеличением нормы высева с 0,4 до 0,8–1,6 млн шт./га семян среднерусской однодомной конопли засоренность её посевов к уборке снизилась на 1–3 шт./м² или на 7–20 % многолетними, на 5–14 шт./м² или на 17–47 % малолетними сорняками.

Список литературы

1. Агроэкологическая оценка сортов среднерусской однодомной конопли в Уральском регионе Нечерноземной зоны России / Е. В. Корепанова [и др.] // От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение производства и переработки продукции растениеводства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ. – 2021. С. 84–86.
2. Васильев, И. П. Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев. – М.: КолосС – 2004. – 424 с.
3. Галиев, Р. Р. Влияние гербицида и зяблевой обработки почвы на засоренность посевов льна масличного / Р. Р. Галиев, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование. м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки УР, почетного работника высшей школы РФ профессора В. П. Ковриго. – Ижевск, 2018. – С. 143–147.
4. Галиева, Г. Р. Влияние метеорологических условий на общую высоту растения среднерусской однодомной конопли в Среднем Предуралье / Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. В 3 томах. – Ижевск, 2020. – С. 66–71.
5. Галиева, Г. Р. Продуктивность сортов среднерусской однодомной конопли при разных нормах высева в технологии возделывания на волокно в Среднем

Предуралье / Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, Р. Р. Галиев // Технологические тренды устойчивого функционирования развития АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Том 1. – Ижевск, 2021. – С. 22–30.

6. Колесникова, В. Г. Приемы ухода и уборки овса в Предуралье: монография / В. Г. Колесникова, И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2003. – 163 с.

7. Колобов, А. Н. Агротехника конопли / А. Н. Колобов, А. С. Хренникова // Коноплеводство. Книга. – Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1953. – С. 180–232.

8. Корепанова, Е. В. Нормы высева и приемы уборки льна-долгунца на семена в Среднем Предуралье: монография / Е. В. Корепанова, И. И. Фатыхов; под науч. ред. И. Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – 136 с.

9. Лен масличный в Среднем Предуралье: монография / В. Н. Гореева, К. В. Корепанова, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов; под научной редакцией И. Ш. Фатыхова. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 188 с.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск третий. – Москва, 1983. – С. 184.

11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Ю. А. Роговский [и др.]; Под общ. ред. М. А. Федина // Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур при М-ве сел. хоз-ва СССР. – М.: Б. и., 1985. – 267 с.

12. Приемы посева ярового рапса Галант в Среднем Предуралье: монография / Ч. М. Салимова, Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов; под науч. ред. И. Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА., 2011. – 142 с.

13. Сенченко, Г. И. Конопля / Г. И. Сенченко, Н.А. Тимонин. – М.: Колос, 1978. – 526 с.

14. Сундукова, Я. Н. Гербициды в технологии возделывания льна-долгунца на семена в Среднем Предуралье: монография / Я. Н. Сундукова, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – 123 с.

15. Фатыхов, И. Ш. Засоренность посевов льна-долгунца в зависимости от обработки гербицидами в Среднем Предуралье / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, Я. Н. Захарова // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 11–1 (103). – С. 21–23.

16. Фатыхов, И. Ш. Научные основы системы земледелия Удмуртской Республики: практическое руководство в 4 книгах. Кн. 1. Почвенно-климатические условия. Системы обработки почвы / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2015. – 43 с.

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

18. Фатыхов, И. Ш. Ячмень яровой в адаптивном земледелии Среднего Предуралья: монография / И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2002. – 384 с.

19. Хаертдинова, З. М. Приёмы посева гречихи в Среднем Предуралье: монография / З. М. Хаертдинова, И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – 130 с.

УДК 633.521:631.527

Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, В. Н. Гореева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЯ КАК ОСНОВНОЙ ПРИЗНАК В СЕЛЕКЦИИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Приведена сравнительная оценка сортов и селекционных номеров льна-долгунца по морфологическим показателям растений. Среди изучаемой коллекции выделились сорта ТОСТ 4 и ТОСТ 3 по комплексу морфологических признаков: по общей (58,8–62,8 см) и технической длине растения (58,0–61,8 см), диаметру (1,2–1,3 мм) и мыклости стебля (446–520 ед.). Перечисленные сорта следует признать перспективными по данным морфологическим показателям и использовать их в качестве исходного материала в селекционном процессе.

Традиционной лубоволокнистой культурой в Среднем Предуралье является лён-долгунец. Для условий Среднего Предуралья разработана адаптивная технология возделывания, дифференцированная на получении волокна и семян [4–7]. Важным признаком, определяющим урожайность волокна и соломы, является длина растений. Чем выше стебель и длиннее его техническая часть, тем больше содержится длинного волокна [5, 8, 11].

В Среднем Предуралье основным лимитирующим факторов в формировании высокой урожайности льнопродукции является сумма выпавших осадков за период интенсивного роста стебля льна в высоту [5, 12]. Недостаток осадков в данный период привел к снижению длины растений льна и недобору урожайности волокна. По мнению академика А. А. Жученко, «селекционные программы должны быть направлены на придание сортам устойчивости к тем стрессорам, которые в наибольшей степени ограничивают величину и качество урожая» [2].

В связи с этим целью исследования явилось – выявить отзывчивость сортов и селекционных номеров льна-долгунца различного эколого-географического происхождения на почвенно-

метеорологические условия возделывания морфологическими показателями растений.

Задачи исследования:

1. Дать сравнительную оценку сортам и селекционным номерам льна-долгунца по морфологическим показателям растений;
2. Выделить лучшие сорта и селекционные номера льна-долгунца комплексу хозяйственно-ценных признаков.

Материалы и методы. Объект исследования – сорта и селекционные номера льна-долгунца разного эколого-географического происхождения коллекции ВИР, ВНИИЛ и других научных учреждений. В качестве стандарта взят сорт Синичка, который характеризуется высоким уровнем проявления комплекса хозяйственно ценных признаков [10]. Описание образцов коллекции льна-долгунца по морфологическим признакам осуществляли в соответствии с методическими указаниями [3], а также в соответствии с методическими указаниями по селекции льна-долгунца [9]. Мыклость стебля – это отношение технической длины стебля к его диаметру, который показывает равномерность распределения волокна по длине стебля [1].

Опыт закладывали на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве в 2020 г. на территории опытного участка в УНПК – Агротехнопарк ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в зерно-травяном севообороте после озимых зерновых культур. В пахотном слое почвы содержание гумуса – среднее; подвижного фосфора – повышенное, обменного калия – очень высокое, обменная кислотность – среднекислая.

Рост и развитие растений льна-долгунца в первой половине вегетации проходили при прохладной погоде со среднесуточной температурой воздуха ниже на 2,4 °С и неравномерным выпадением осадков 46–74 % от нормы. Большая часть осадков выпала во второй половине вегетации – в период цветения – созревание семян и имела ливневый характер. В этот период средняя температура воздуха была на 1,8 °С выше средних многолетних значений и это привело к сравнительно быстрому наступлению уборочной спелости льна-долгунца.

Результаты исследований. Растения сортов и селекционных номеров льна-долгунца в абиотических условиях 2020 г. отличались по морфологическим показателям (табл. 1). Самыми высокорослыми оказались растения следующих сортов и селекционных номеров: Альфа, Заказ, 3938/15, К4196-1288/12 и ТОСТ 4 с общей длиной

стебля 62,6–65,3 см, которые были достоверно выше на 3,5–6,2 см от стандартного сорта Синичка ($НСР_{05} = 3,5$ см). У вышеперечисленных сортов сформировались растения с большей технической длиной стебля на 3,7–7,2 см ($НСР_{05} = 3,5$ см), чем аналогичный показатель у стандарта Синичка. Общая и техническая длина растений, согласно методике [3] оценивается по отношению к стандартному сорту. Растения считаются высокими, если общая и техническая длина составляют 116...135 %, средними – 96...115 %, низкими – 86...95 % относительно сорта-стандарта. В условиях вегетационного периода 2020 г. высокими по общей длине сформировались растения у сорта Восход (121 % к стандарту или 71,3 см), средними (98–113 % к стандарту или 57,8–66,5 см) – Томский 18, Альфа, Б-168, ЭР-138, Тверской, Заказ, Diane, Aurore, 3938/15, Б-192, К4196×1288, ТОСТ 4, ТОСТ 3, ТОСТ 2, ТОСТ 1 и Томский 16. Остальные сорта имели низкую общую длину стебля – 49,3–56,5 см или 83–96 % к стандарту. По технической длине стебля ни один из изучаемых сортов в абиотических условиях вегетационного периода 2020 г. не сформировал высокие к стандарту растения. Среднее значение (52,2–61,3 см или 96–113 % к стандарту) по данному показателю выявлено у сортов и селекционных номеров Восход, Томский 18, Альфа, Б-168, Добрыня, ЭР-138, Тверской, Заказ, Diane, Aurore, 3938/15, Б-192, К4196×1288, ТОСТ 4, ТОСТ 3, ТОСТ 2, ТОСТ 1 и Томский 16. Низкую техническую длину (46,5–52,0 см или 85–95 %) имели растения сортов и селекционных номеров Антей, Норд, АР-5, АР-4, Jitka, Crystall и Зарянка.

Растения изучаемых сортов и селекционных номеров льна-долгунца в условиях вегетационного периода 2020 г. сформировались с диаметром стебля от 1,3 до 1,5 мм, то есть от среднестебельных до толстостебельных.

Таблица 1 – Показатели морфологического анализа растений сортов и селекционных номеров льна-долгунца

Сорт, селекционный номер	Общая длина, см	Техническая длина, см	Диаметр стебля, мм
Синичка – стандарт	59,1	54,4	1,3
Восход	71,3	61,0	1,4
Томский 18	66,5	61,3	1,5
Альфа	65,3	58,5	1,4
Антей	56,5	51,8	1,4
Б-168	58,0	57,0	1,4
Добрыня	53,8	52,3	1,5

Сорт, селекционный номер	Общая длина, см	Техническая длина, см	Диаметр стебля, мм
ЭР-138	61,8	57,3	1,4
Норд	56,5	52,0	1,4
АР-5	50,2	47,1	1,3
АР-4	56,0	51,5	1,5
Тверской	57,9	54,0	1,5
Заказ	63,0	57,5	1,5
Diane	58,5	55,0	1,5
Aurore	57,8	52,5	1,6
Jitka	54,7	51,6	1,4
3938/15	63,2	61,5	1,5
Б-192	60,6	53,5	1,5
К 4196x1288	62,6	59,8	1,4
Crystall	49,3	46,5	1,5
ТОСТ 4	62,8	61,8	1,2
ТОСТ 3	58,8	58,0	1,3
ТОСТ 2	58,8	55,8	1,4
ТОСТ 1	58,0	53,3	1,6
Зарянка	56,0	51,0	1,4
Томский 16	60,3	56,3	1,4
НСР ₀₅	3,4	3,5	0,1

Общеизвестно, что на содержание волокна влияет не только толщина стебля, но и его форма, поэтому для характеристики стеблей были вычислены значения показателя – мыклость (табл. 2).

Чем выше мыклость, тем лучше качество льноволокна. Для изучаемых нами сортов и селекционных номеров льна-долгунца мыклость стеблей составила от 323 до 446 единиц. Наилучшими по мыклости 418–446 ед. оказались сорта Восход, Альфа, ТОСТ 4, ТОСТ 3 и ТОСТ 2 – из России, селекционные номер 3839/15 – из Украины.

Таблица 2 – Мыклость стебля сортов и селекционных номеров льна-долгунца

Сорт, селекционный номер	Мыклость, единиц
Синичка – стандарт	410
Восход	436
Томский 18	408
Альфа	418
Антей	370

Сорт, селекционный номер	Мыклость, единиц
Б-168	407
Добрыня	360
ЭР-138	409
Норд	371
АР-5	362
АР-4	355
Тверской	362
Заказ	384
Diane	367
Aurore	339
Jitka	382
3938/15	424
Б-192	357
К 4196x1288	427
Crystall	323
ТОСТ 4	520
ТОСТ 3	446
ТОСТ 2	414
ТОСТ 1	344
Зарянка	364
Томский 16	402
НСР ₀₅	32

Из перечисленных сортов и селекционных номеров только отечественные сорта ТОСТ 4 и ТОСТ 3 превысили на 36–110 единиц мыклость стандартного сорта Синичка (НСР₀₅ – 32 единицы). Для данных сортов характерно среднее значение показателя общей (58,8–62,8 см), технической длины (61,8–58,0 см) и диаметра стебля (1,2–1,3 мм).

Заключение. Таким образом, среди изучаемой коллекции в условиях вегетационного периода 2020 г. выделились сорта ТОСТ 4 и ТОСТ 3 по комплексу морфологических признаков: по общей (58,8–62,8 см) и технической длине растения (58,0–61,8 см), диаметру (1,2–1,3 мм) и мыклости стебля (446–520 ед.). Перечисленные сорта следует признать перспективными по данным морфологическим показателям и использовать их в качестве исходного материала в селекционном процессе.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52784–2007. Лён-долгунец. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 21 с.

2. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В трёх томах. Том I. Проблемы адаптации в сельском хозяйстве XXI века. Значение адаптивного потенциала культурных видов растений. Стратегия адаптивной интенсификации растениеводства / А. А. Жученко. – М.: Издательство: Агрорус, 2008. – 814 с.
3. Изучение коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.): метод. указания / Сост. С. Н. Кутузова, Г. Г. Питько. – Л.: ВИР, 1988. – 30 с.
4. Корепанова Е. В. Роль элементов адаптивной технологии возделывания льна-долгунца / Е. В. Корепанова // Вестник Ижевской ГСХА. – 2006. – № 2 (8). – С. 68–71.
5. Корепанова, Е. В. Адаптивная технология возделывания льна-долгунца на волокно и семена в Среднем Предуралье / Елена Витальевна Корепанова: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук // Башкир. гос. аграр. ун-т: Уфа, 2014. – 40 с.
6. Корепанова, Е. В. Повышение эффективности льноводства оптимизацией приемов возделывания / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Льноводство: реалии и перспективы: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 24–30.
7. Корепанова, Е. В. Нормы высева и приемы уборки льна-долгунца на семена в Среднем Предуралье: монография / Е. В. Корепанова, И. И. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская, 2017. – 136 с.
8. Кузьмин, П. А. Урожайность льна-долгунца Восход и её структура в зависимости от приёмов ухода за посевами / П. А. Кузьмин, Е. В. Корепанова // Науке нового века – знания молодых: сборник статей 8-й научной конф. аспирантов и соискателей: в 2 ч. – Киров: Вятская ГСХА, 2008. – Ч. 1. – С. 40–43.
9. Методические указания по селекции льна-долгунца – М., 2004. – 43 с.
10. Рожмина, Т. А. Роль генофонда льна-долгунца в решении проблемы качества льноволокна / Т. А. Рожмина, Н. В. Кишлян [и др.] // Внедрение инновационных разработок в целях повышения экономической эффективности в льняном комплексе России: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Вологда, 2011. – С. 43–47.
11. Сундукова, Я. Н. Гербициды в технологии возделывания льна-долгунца на семена в Среднем Предуралье: монография / Я. Н. Сундукова, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – 115 с.
12. Goreeva, V. N. Response of oil flax varieties to abiotic conditions of the Middle cis-ural region by formation of seed yield / V. N. Goreeva, E. V. Korepanova, I. Sh. Fatykhov, Ch. M. Islamova // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. – 2020. – Т. 48. – № 2. – С. 1005–1016.

Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, К. Н. Осипов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СОДЕРЖАНИЕ ЖИРА И СБОР МАСЛА С УРОЖАЕМ СЕМЯН ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ТОМСКИЙ 18 ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ, ГЕРБИЦИДОВ И НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ

Приведены результаты исследований по выявлению влияния минеральных удобрений, гербицидов с некорневой подкормкой на сбор масла льна-долгунца сорта Томский 18. Использование баковой смеси гербицидов Магнум, Гербитокс Л и Лонтрел-300 в фазе «ёлочка», а также их применение совместно с регулятором роста Мелафен и органоминеральным удобрением Agree's Бор с последующим опрыскиванием граминицидом Фюзилад форте при появлении злаковых сорняков способствовало сбору масла 200–207 кг/га. Существенной разницы по сбору масла между изучаемыми вариантами опыта не установлено.

В Среднем Предуралье разработана адаптивная технология возделывания льна-долгунца на волокно и семена [5]. Выращивание современных сортов льна-долгунца не ограничивается производством волокна. Известно всестороннее использование семян льна-долгунца как сырья для перерабатывающей промышленности, в продовольственных и диетических целях, в производстве функциональных продуктов питания с целью увеличения их биологической и пищевой ценности, в производстве масла и в других отраслях [6, 9]. На дерново-подзолистых суглинистых почвах Нечерноземной зоны России проведены многочисленные исследования по изучению влияния приемов возделывания льна масличного на химический состав семян и сбор масла [1, 11, 2, 8, 10]. Авторами установлено, что решающее влияние на содержание жира в семенах льна масличного оказали метеорологические условия возделывания. Научных исследований по сбору масла современными сортами льна-долгунца в зависимости от приёмов возделывания недостаточно.

Цель исследования – выявить влияние минеральных удобрений и гербицидов с некорневой подкормкой на сбор масла с урожаем семян льна-долгунца сорта Томский 18.

Определены следующие задачи:

1. Установить влияние изучаемых приёмов на содержание жира в урожае семян льна-долгунца сорта Томский 18.

2. Дать сравнительную оценку по сбору масла с урожаем семян между вариантами опыта.

Материалы и методы. Объект исследования – сорт льна-долгунца Томский 18. Опыт закладывали в 2019 г. на территории опытного участка в УНПК – Агротехнопарк ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в зернотравяном севообороте после озимых зерновых культур. Дозы минеральных удобрений рассчитывали балансовым методом на планируемую урожайность семян 1,0 т/га. Выбор гербицидов, регулятора роста и органоминерального удобрения, нормы их расхода осуществляли в соответствии с государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации [4]. Расход рабочего раствора во всех вариантах 200 л/га. В качестве контроля взят вариант без применения минеральных удобрений, гербицидов и некорневой подкормки. Содержание сырого жира определяли в урожае семян по ГОСТ 13496.15-97 [3].

Опыт закладывали на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве с содержанием в пахотном слое: гумуса – среднее; подвижного фосфора – высокое, обменного калия – среднее, обменная кислотность – кислая.

Результаты исследований. Вегетационный период 2019 г. характеризовался как относительно влажный и прохладный. Среднесуточная температура воздуха в мае была выше средних значений на 2,1 °С с суммой выпавших осадков 129 % от нормы. Осадки носили локальный ливневый характер. В июне, июле и августе среднесуточная температура воздуха была ниже на 1,0...2,2 °С от средней многолетней и составила 14,1...16,7 °С [7]. Осадков выпало больше нормы и их распределение было неравномерным. Это привело к более длительному созреванию семян льна-долгунца. При таких метеорологических условиях длина вегетационного периода у льна-долгунца Томский 18 составила 90 сут. при среднесуточной температуре воздуха 15,6 °С и сумме осадков за данный период 210 мм (табл. 1).

Во все периоды вегетации льна-долгунца наблюдали невысокую среднесуточную температуру воздуха, которая находилась в пределах 13,7 ... 16,7 °С. Вторая половина вегетации, начиная с фазы цветения, оказалась влажной, ГТК составил 1,88. При этом невысокая температура воздуха с суммой осадков более 100 мм за данный период привели к удлинению периода цветения – желтая спелость до 33 сут.

Анализ химического состава семян льна-долгунца Томский 18, а именно содержание жира в семенах урожая 2019 г., показал, что по изучаемым приёмам данный показатель составил 32–36 % (табл. 2). Наибольшие показатели были получены по вариантам применения баковой смеси гербицидов Магнум, Гербитокс Л и Лонтрел 300, некорневой подкормки регулятором роста Мелафен или Agree's Бор с последующим опрыскиванием граминицидом Фюзилад фортэ – 36 %.

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода льна-долгунца Томский 18 (2019 г.)

Период вегетации	Продолжительность, суток	Среднесуточная температура, °С		Сумма осадков, мм	ГТК
		средняя	сумма		
Посев – всходы	14	14,1	197	29	1,46
Всходы – «ёлочка»	12	13,7	164	26	0,93
«Ёлочка» – цветение	31	15,8	491	49	1,02
Цветение – жёлтая спелость	33	16,7	552	104	1,88
Посев – жёлтая спелость	90	15,6	1404	210	1,42

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений, гербицидов и некорневой подкормки на содержание жира в семенах льна-долгунца Томский 18, %

Обработка гербицидами, некорневая подкормка (В)	Минеральные удобрения (А)		Среднее (В)	Отклонение по В
	без удобрений (к)	на планируемую урожайность		
1. Без обработки (к)	34	34	34	–
2. Магнум + Гербитокс Л + Лонтрел 300 (фон); Фюзилад фортэ	36	35	36	2
3. Фон + Фюзилад фортэ	32	33	33	-1
4. Фон + Мелафен; Фюзилад фортэ	36	35	36	2
5. Фон + Мелафен + Фюзилад фортэ	34	33	34	0
6. Фон + Agree's Бор; Фюзилад фортэ	36	36	36	2
7. Фон + Agree's Бор (в фазе «ёлочка») + Фюзилад фортэ	33	34	33	-1
8. Фон + Agree's Бор (в фазе «ёлочка»); Фюзилад фортэ; Agrees Бор (в фазе бутонизации)	35	36	35	1
9. Фон + Фюзилад фортэ; Agree's Бор (в фазе бутонизации)	34	33	34	0
Среднее (А)	34	34		

Обработка посевов льна-долгунца баковой смесью гербицидов разного спектра действия привела к снижению содержания

жира в семенах до 33–34 %. В контрольном варианте без применения гербицидов данный показатель был одинаковым как с использованием минеральных удобрений, так и без них – 34 %. Наименьшее значение по содержанию жира в семенах установлено в варианте с применением баковой смеси гербицидов против двудольных и однодольных сорняков в фазе «ёлочка» льна-долгунца без использования минеральных удобрений – 32 %.

В вариантах опрыскивания гербицидами и некорневой подкормки посевов льна-долгунца на фоне применения минеральных удобрений сбор масла в урожае семян был выше на 23 кг/га или на 15 % (НСР₀₅ главных эффектов А – 12 кг/га), чем аналогичный показатель в вариантах без использования минеральных удобрений (табл. 3). Применение баковой смеси гербицидов в фазе «ёлочка» льна-долгунца против двудольных сорняков с дальнейшим опрыскиванием Фюзилад фортэ при появлении злаковых сорняков способствовали увеличению сбора масла с 127 кг/га до 198 кг/га, или на 71 кг/га при НСР₀₅ главных эффектов В – 22 кг/га. Также наблюдается повышение сбора масла в аналогичном варианте, но с добавлением к баковой смеси регулятора роста Мелафен и органоминерального удобрения Agree's Бор со 127 кг/га до 202 и 207 кг/га соответственно, или на 75 и 80 кг/га, в сравнении с контрольным вариантом.

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений, гербицидов и некорневой подкормки на сбор масла с урожаем семян льна-долгунца Томский 18, кг/га

Обработка гербицидами, некорневая подкормка (В)	Минеральные удобрения (А)		Среднее (В)	Отклонение по В
	без удобрений (к)	на планируемую урожайность		
1. Без обработки (к)	117	137	127	
2. Магнум + Гербитокс Л + Лонтрел-300 (фон); Фюзилад фортэ	187	210	198	71
3. Фон + Фюзилад фортэ	102	125	113	-14
4. Фон + Мелафен; Фюзилад фортэ	194	209	202	75
5. Фон + Мелафен + Фюзилад фортэ	131	144	137	10
6. Фон + Agree's Бор; Фюзилад фортэ	192	222	207	80
7. Фон + Agree's Бор (в фазе «ёлочка») + Фюзилад фортэ	118	146	132	5
8. Фон + Agree's Бор (в фазе «ёлочка»); Фюзилад фортэ; Agree's Бор (в фазе бутонизации)	181	218	200	72
9. Фон + Фюзилад фортэ; Agree's Бор (в фазе бутонизации)	128	147	138	11

Обработка гербицидами, некорневая подкормка (В)	Минеральные удобрения (А)		Среднее (В)	Отклонение по В
	без удобрений (к)	на планируемую урожайность		
Среднее (А)	150	173		
НСР ₀₅	А		В	
частных различий	36		31	
главных эффектов	12		22	

Дополнительная некорневая подкормка посевов льна-долгунца в фазе бутонизации органоминеральным удобрением Agree's Бор (200 кг/га) не привела к существенному увеличению сбора масла, по сравнению с данным показателем в варианте с опрыскиванием аналогичным препаратом в фазе «ёлочка» (207 кг/га). Некорневые подкормки посевов льна-долгунца сорта Томский 18 в фазе «ёлочка» регулятором роста и органоминеральным удобрением в составе баковой смеси гербицидов по сбору масла в урожае семян не имели существенных различий между собой.

На фоне использования минеральных удобрений вариант с обработкой гербицидами и некорневой подкормкой Agree's Бор в фазе «ёлочка» и в фазе бутонизации льна-долгунца имел преимущество по сбору масла на 37 кг/га (20 %) перед аналогичным вариантом без применения минеральных удобрений (НСР₀₅ частных различий А – 36 кг/га).

Заключение. Таким образом, некорневые подкормки посевов льна-долгунца сорта Томский 18 в фазе «ёлочка» регулятором роста Мелафен и органоминеральным удобрением Agree's Бор в составе баковой смеси гербицидов привели к существенному увеличению сбора масла с урожаем семян на 75 и 80 кг/га, или на 59 и 63 % соответственно, относительно аналогичного показателя без применения гербицидов и некорневой подкормки. Использование баковой смеси гербицидов Магнум, Гербитокс Л и Лонтрел-300 в фазе «ёлочка», а также их применение совместно с регулятором роста Мелафен и органоминеральным удобрением Agree's Бор с последующим опрыскиванием Фюзилад фортэ при появлении злаковых сорняков способствовало сбору масла 200–207 кг/га. Существенной разницы по сбору масла между изучаемыми вариантами опыта не установлено. На фоне использования минеральных удобрений в варианте с обработкой гербицидами и двойной некорне-

вой подкормкой Agree's Бор в фазе «ёлочка» и в фазе бутонизации льна-долгунца сбор масла возрос на 20 % перед аналогичным вариантом без применения минеральных удобрений.

Список литературы

1. Галиев, Р. Р. Химический состав семян сортов льна масличного при применении гербицида и разных приемах зяблевой обработки почвы / Р. Р. Галиев, В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. В 3 томах. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 62–65.
2. 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.
3. ГОСТ 13496.15-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира [Электронный ресурс]. – URL: <http://vsegost.com/> (дата обращения: 20.04.19).
4. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2019.
5. Корепанова, Е. В. Повышение эффективности льноводства оптимизацией приемов возделывания / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Льноводство: реалии и перспективы: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 24–30.
6. Корепанова, Е. В. Продуктивность сортов льна-долгунца и производство пшеничного хлеба с добавлением льняной муки / Е. В. Корепанова, И. И. Фатыхов // Инновационному развитию АПК – научное обеспечение: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Пермской ГСХА. – Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2010. – С. 237–240.
7. Погода в Ижевске. Температура воздуха и осадки [Электронный ресурс]. – Прогноз погоды. – 2019. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.
8. Рыбакова, Л. В. Содержание жира и сбор масла с урожаем семян льна масличного в зависимости от минеральных удобрений и инсектицидов / Л. В. Рыбакова, Р. Р. Галиев, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. В 3 томах. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 185–189.
9. Фатыхов, И. Ш. Эффективность производства и переработки продукции льноводства / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова // Развитие экономики, учетно-аналитических и контрольно-оценочных функций управления в АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 11–16.

10. Goreeva, V. N. Response of oil flax varieties to abiotic conditions of the Middle cis-ural region by formation of seed yield / V. N. Goreeva, E. V. Korepanova, I. Sh. Fatykhov, Ch. M. Islamova // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. – 2020. – Т. 48. – № 2. – С. 1005–1016.

11. Korepanova, E. Mineral fertilizers and insecticides in the formation of seed yield of the oil flax varieties / E. Korepanova, V. Goreeva, R. Galiev, I. Fatihov – *Digitization of Agriculture – Development Strategy: International Scientific and Practical Conference*. – 2019. – V. 167. – pp. 262–267.

УДК 635.64:632.937.15

О. В. Коробейникова¹, Е. В. Соколова¹, В. М. Мерзлякова²

¹*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

²*БПОУ УР «Ижевский агростроительный техникум»*

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНГИЦИДОВ НА КАЧЕСТВО ТОМАТОВ ОТКРЫТОГО ГРУНТА

Изучалось влияние биопрепарата Фитоспорин М и регулятора роста растений Иммуноцитифит на продовольственные качества томата открытого грунта сортов Никола, Рома, Ляна, Грот. Выявлено, что использование препаратов в виде опрыскивания растений приводит к увеличению количества товарных плодов за счет снижения пораженности фитофторозом и вершинной гнилью. Препараты не влияли на биохимические показатели плодов томата.

Актуальность. Селекция сельскохозяйственных культур направлена на увеличение урожайности и качества продукции. Сорта томатов отличаются друг от друга вкусовыми качествами, биохимическими показателями, количеством товарных плодов и их массой. На товарные качества плодов влияют среди прочих факторов болезни. Фитопатогенные микроорганизмы развиваются на сельскохозяйственных культурах как в период вегетации, так и во время хранения. При этом ухудшаются пищевые и технологические качества. Грибы являются продуцентами микотоксинов, вызывающих заболевания человека и животных.

Одним из элементов технологии, способствующих повышению не только урожайности, но и процента товарных плодов за счёт повышения иммунитета к болезням, является применение биологических препаратов, обладающих регуляторным, фунгицидным и иммунизирующим действием [2, 18, 19]. Фиторегуля-

торы обладают широким спектром действия на растения, позволяют направлено регулировать отдельные этапы его роста и развития с целью мобилизации потенциальных возможностей растительного организма и, следовательно, повышения урожайности и качества сельскохозяйственной продукции [2–4, 7].

На овощных культурах востребованными препаратами являются Фитоспорин-М и Иммуноцитифит.

Фитоспорин-М (д. в. *Bacillus subtilis* штамм 26 Д) – системный биопрепарат на основе бактерий–антагонистов, которые подавляют продуктами своей жизнедеятельности размножение многих грибов-фитопатогенов. Обладает пролонгированным действием, поэтому защищает растения в течение всего периода вегетации, а также при хранении урожая, способствует повышению иммунитета и стимуляции роста растений, что приводит к повышению продуктивности и уменьшению повторных заражений. Продукты жизнедеятельности (олигопептиды) *Bacillus subtilis* обладают фунгицидным действием и подавляют болезни внутри, в прикорневой зоне и надземной части растений [1, 5, 12].

Иммуноцитифит (д. в. этиловый эфир арахидоновой кислоты и мочевины) – биостимулятор защитных реакций, роста и развития растений. Обладает системным действием с выраженным ростовым эффектом. Действие основано на стимулировании естественного иммунитета растений. Способствует заживлению ран при повреждении насекомыми, градом, сельскохозяйственными орудиями, повышает антистрессовую активность, снижает потери урожая при хранении [13, 17].

Материалы и методы. Определение качества томатов, реализуемых для потребления в свежем виде, а также для цельноплодного консервирования и соления, проводят по ГОСТ 34298-2017 Томаты свежие. Технические условия [6].

В 2012–2016 гг. проводились исследования по влиянию опрыскивания растений биопрепаратом Фитоспорин М и регулятором роста растений Иммуноцитифит на продовольственные качества сортов томата открытого грунта Никола, Рома, Ляна, Грот [9–11, 15]. Опыты двухфакторные: фактор А – сорта томата, фактор В – опрыскивание растений препаратами Фитоспорин М и Иммуноцитифит. Повторность четырехкратная, расположение делянок систематическое [8].

Опрыскивание томатов проводили в течение вегетации: первое опрыскивание Фитоспорином М – перед высадкой рассады

в открытый грунт; второе – во время плодообразования. Первое опрыскивание Иммуноцитифитом – в фазу бутонизации, второе и третье – в фазу цветения первой и третьей кисти соответственно. Норма расхода препаратов в соответствии со Списанием пестицидов ... [16].

Результаты исследований. На продовольственные цели принимаются плоды томата определенных размеров, зрелые. Плоды, не соответствующие нормам, в зависимости от показателей, относятся к нестандартным или отходу. Внешний вид, запах, вкус, наличие плодов, повреждённых вредителями и болезнями, определяют органолептически. Наличие в партии зеленых, мятых, перезревших, загнивших, заплесневевших, увядших, подмороженных плодов, с солнечными ожогами, с прилипшей землей по ГОСТу не допускается. К загниванию плодов приводят болезни – такие, как фитофтороз, макроспориоз, вершинная гниль.

В Удмуртской Республике к числу доминирующих болезней плодов относится фитофтороз. Главными условиями для развития болезни являются высокая влажность воздуха, туманы и росы. Во влажные годы потери урожая томатов в условиях Удмуртии достигают 50–100 %.

Поражённость болезнями зависела от метеорологических условий. Массовое развитие фитофтороза наблюдается во влажные годы, а вершинной гнили – наоборот – в засушливые.

В исследованиях болезнь проявилась в начале августа. В контроле распространённость болезни на обоих сортах составила 63–64 % (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние опрыскивания Фитоспорином-М на поражённость плодов фитофторозом, %

Вариант	Нетоварные (больные фитофторозом) плоды, %	
	Никола (к)	Roma
Без опрыскивания растений (к)	63,5	63,8
Опрыскивание Фитоспорином М	28,8	55,8
Среднее по фактору А	44,3	63,9
НСР ₀₅ по фактору А	13,5	
НСР ₀₅ по фактору В	9,5	
НСР ₀₅ для ч.р.	19,1	

Двукратное опрыскивание биофунгицидом перед высадкой в открытый грунт и в начале плодообразования способствовало

снижению распространённости болезни. Сорт Никола был более отзывчив на применение препарата, чем сорт Рома.

Существенное снижение количества поражённых фитотроном плодов на 11 % под действием Иммуноцитифита отмечено на сорте Ляна (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние опрыскивания Иммуноцитифитом на поражённость плодов фитотроном и вершинной гнилью, %

Вариант	Нетоварные (больные фитотроном) плоды, %		Нетоварные (больные вершинной гнилью) плоды, %	
	Ляна	Грот	Ляна	Грот
Без опрыскивания растений (к)	16,8	29,7	12,0	9,3
Опрыскивание Иммуноцитифитом	5,8	24,7	8,8	5,9
НСР ₀₅ по фактору А	8,2		2,9	
НСР ₀₅ по фактору В	8,2		2,9	
НСР ₀₅ для ч. р.	11,5		4,1	

Опрыскивание вегетирующих растений Иммуноцитифитом способствовало существенному снижению количества плодов с вершинной гнилью на обоих сортах за счет увеличения антистрессовой активности растений.

У собранных плодов были определены показатели качества (табл. 3–5).

Таблица 3 – Влияние опрыскивания Фитоспорином-М на содержание нитратов в плодах томата

Вариант	Содержание нитратов, мг/кг	
	Никола	Рома
Без опрыскивания растений (к)	32	40
Опрыскивание Фитоспорином М	40	32
Среднее по фактору А	39	36
НСР ₀₅ для ч. р.	F _ф < F _т	

По санитарным нормам предельно допустимое содержание нитратов в плодах открытого грунта не должно превышать 150 мг/кг продукции [14]. Содержание нитратов в плодах на обоих исследуемых сортах было невысоким и составило в среднем 36–39 мг/кг. Опрыскивание Фитоспорином М не влияло на содержание нитратов в плодах.

Таблица 4 – Влияние опрыскивания Фитоспорином-М на кислотность плодов томата

Вариант	рН	
	Никола	Roma
Без опрыскивания растений (к)	4,40	4,27
Опрыскивание Фитоспорином М	4,28	4,21
Среднее по фактору А	4,30	4,30
НСР ₀₅ для ч. р.	F _ф < F _т	

Кислотность плодов составила рН = 4,3 и не зависела от сорта и опрыскивания препаратом.

Таблица 5 – Влияние опрыскивания Фитоспорином-М на содержание сухого вещества в плодах томата, %

Вариант	Содержание сухого вещества, %	
	Никола	Roma
Без опрыскивания растений (к)	6,02	5,77
Опрыскивание Фитоспорином М	5,04	5,93
Среднее по фактору А	5,69	5,69
НСР ₀₅ для ч. р.	F _ф < F _т	

Содержание сухого вещества в плодах в среднем составило 5,69 % и также не зависело от сорта и от применения препарата.

Выводы. Применение фиторегуляторов Фитоспорин М и Иммуноцитифит в виде опрыскивания растений томата во время вегетации способствовало увеличению количества товарных плодов за счет снижения плодов, пораженных болезнями. Опрыскивание растений Фитоспорином М не влияло на биохимические показатели плодов, такие, как содержание нитратов, содержание сухого вещества и кислотность.

Список литературы

1. Bacillus subtilis штамм 26Д. Справочник Пестициды.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pesticide.ru/pesticide/fitosporin-m> (дата обращения: 05.07.2021).
2. Веденеев, А. Н. Квартазин высокоэффективный регулятор роста и развития растений / А. Н. Веденеев, В. П. Деева, Н. В. Санько // Регуляторы роста растений. – Киев, 1992. – С. 92–104.
3. Верзилин, В. Ф. Регуляторы роста и их применение в растениеводстве / В. Ф. Верзилин. – М.: Наука, 1971. – С. 144.

4. Верзилин, В. Ф. Стимуляторы и ингибиторы ростовых процессов у растений / В. Ф. Верзилин. – М.: Наука, 1988. – С. 138.
5. Гилязетдинов, Ш. Я. Эффективность антистрессовых препаратов и биофунгицидов в системе защиты сельскохозяйственных культур от неблагоприятных абиотических и биотических факторов: монография / Ш. Я. Гилязетдинов, А. Х. Нугуманов, Л. И. Пусенкова. – Уфа: Гилем, 2008. – С. 372.
6. ГОСТ 34298-2017 Томаты свежие. Технические условия [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157885> (дата обращения: 05.07.2021).
7. Дмитриев, А. М. Стимуляция роста растений / А. М. Дмитриев, Л. К. Стацкевич; под ред. Н. Ф. Батыгина. – Минск: Урожай, 1986. – С. 118.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Коробейникова, О. В. Фитоспорин-М на томате / О. В. Коробейникова // Картофель и овощи // 2016. – № 6. – С. 16–17.
10. Коробейникова, О. В. Эффективность применения биопрепарата Фитоспорин-М на томатах открытого грунта в условиях Удмуртской Республики / О. В. Коробейникова // Коняевские чтения: м-лы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2018. – С. 110–113.
11. Коробейникова, О. В. Иммуноцитифит на томатах открытого грунта / О. В. Коробейникова, В. М. Мерзлякова // Картофель и овощи. – 2019. – № 2. – С. 21–22.
12. Кузнецов, В. И. Мощный резерв повышения урожайности и качества продукции / В. И. Кузнецов И. Т. Шаяхметов // Агрехимический вестник. – 2007. – № 2. – С. 2–5.
13. Кульнев, А. И. Роль арахидоновой кислоты в повышении урожайности и устойчивости агробиоценозов к техногенным воздействиям пестицидов (на примере препарата Иммуноцитифит) / А. И. Кульнев // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2018. – С. 497–500.
14. СанПиН 2.3.2.1078-01 [Электронный ресурс]. – URL: https://mibio.ru/docs/110/sanpin_2.3.2.1078-01_gigienicheskie_trebovaniya_bezопасnosti.pdf (дата обращения: 05.07.2021).
15. Соколова, Е. В. Сравнить на практике / Е. В. Соколова, О. В. Коробейникова, В. М. Мерзлякова // Агробизнес. – 2020. – № 6 (65). – С. 18–20.
16. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, 2012 г. Справочное издание. – М.: [б.и.], 2012. – 580 с.
17. Федотова, Л. С. Применение регуляторов роста на основе арахидоновой кислоты на картофеле / Л. С. Федотова, А. В. Кравченко, Н. А. Тимошина // Защита и карантин растений. – 2011. – № 11. – С. 18–19.

18. Шевелуха, В. С. Регуляторы роста растений / В. С. Шевелуха. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 185.

19. Шевелуха, В. С. Фиторегуляторы. За и против / В. С. Шевелуха, Л. И. Хрусталева, И. К. Блиновский // Наука в СССР. – 1981. – № 4. – С. 12–13.

УДК [633.16+633.11.321]:631.531.011

**О. В. Коробейникова, Т. А. Строт,
М. П. Маслова, А. А. Никитин**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЯЧМЕНЯ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Проводились исследования по определению посевных качеств семян ячменя сорта Раушан и яровой пшеницы сорта Ирень при применении регуляторов роста растений. Выявлено, что действие регуляторов роста на посевные качества зерновых культур неоднозначно и зависит как от культуры, так и степени пораженности корневой гнилью. Более эффективно подавлял распространённость и развитие болезни фунгицид.

Актуальность. Яровая пшеница и ячмень – одни из самых востребованных культур, используемых на продовольственные цели и на корм скоту. Их урожайность зависит от качества семян. Семена обеспечивают прибавку урожая на 3,0–4,0 ц./га [1].

Посевные качества семян – совокупность признаков, характеризующих степень их пригодности для посева. Основными показателями, которые нормируются требованиями ГОСТ Р 52325-2005 «Сортовые и посевные качества семян», являются чистота, всхожесть, засоренность, влажность, поражение болезнями, заселенность вредителями [3]. Однако имеется и ряд других показателей качества, которые не определены требованиями стандартов, однако имеют не меньшее значение при характеристике семян. К таким показателям относятся энергия прорастания, сила роста, травмированность, выравненность, выполненность, масса 1000 семян и др.

Урожайные свойства семян – это способность семян давать тот или иной уровень урожайности, величина которого при прочих равных условиях определяется их наследственными (сортовыми) и посевными качествами.

В свою очередь качество зависит от многих показателей, одним из них является поражение семян возбудителями болезней. Яровой ячмень и пшеница сильно поражаются корневой гнилью. Болезнь вызывается комплексом возбудителей. В Удмуртской Республике основные – это *Bipolaris sorokiniana* Shoem. и *Fusarium spp.* На фоне поражения возбудителями корневой гнили развиваются плесневые грибы – *Cladosporium herbarum* (Pers.), *Alternaria spp.*, *Epicoccum spp.* и другие, вызывающие черный зародыш на семенах [7].

Одним из способов, повышающих устойчивость растений к возбудителям заболеваний, является применение регуляторов роста растений. Регуляторы роста способны индуцировать неспецифическую устойчивость растений к болезням, а также стимулировать их иммунную систему [2, 14, 16, 17, 19, 22, 23, 26].

Иммуноцитифит (д. в. этиловый эфир арахидоновой кислоты, 20 г/кг) активизирует ферменты растений, и вследствие этого происходит усиление естественной устойчивости к поражению болезнями и ростовых процессов растений. На молекулярном уровне широкий спектр биологической активности арахидоновой кислоты объясняется тем, что она и её метаболиты активируют не только гены устойчивости и сигнальные системы защиты, но и гены, осуществляющие контроль над ростовыми факторами и фитогормонами [15, 24].

Эпин-Экстра (д. в. 24-эпибрассинолид, 0,025 г/л) – антистрессовый препарат, благодаря которому растения гораздо легче переживают засуху, ливни, заморозки и перепады температур. Брассиностероиды – фитогормоны из класса стероидов, поддерживающие нормальное функционирование иммунной системы растения. Эпибрассинолид, влияет на активность и биосинтез ферментов окислительного цикла, гидроксилитических ферментов (протеаз), оказывает разностороннее влияние на растение: усиливает прорастание семян и рост растений, повышает устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, увеличивает урожай и улучшает его [6, 25].

Новосил (д. в. тритерпеновые кислоты, 100 г/л) – природный регулятор роста и развития растений, оказывает рострегулирующее, а также фунгицидное действие. При воздействии на растение происходит активизация генов стрессоустойчивости. Препарат предназначен для обработки семян перед посевом и опрыскивания сельскохозяйственных культур в период вегетации с целью увеличения урожайности, энергии прорастания семян; жизнеспособности.

способности растений в экстремальных климатических условиях (засуха, заморозки); улучшения качества семян; сокращения заболеваемости растений грибными, бактериальными и вирусными болезнями [18].

Материалы и методы. В ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в 2012–2016 гг. проводились исследования по изучению фитосанитарного состояния посевов яровой пшеницы сорта Ирень и ячменя сорта Раушан при обработке семян регуляторами роста растений. Одной из задач исследования являлось определение посевных качеств, в том числе лабораторной всхожести и зараженности корневой гнилью [8–13, 20]. Исследовались регуляторы роста Иммуноцитифит, Эпин-Экстра, Новосил. Их действие сравнивалось с фунгицидом Виал ТрасТ. (д. в. тебуконазол+тиабендазол, 60+80 г/л), ВСК (водно-суспензионный концентрат). Обработка семян проводилась за сутки до посева. Норма расхода рабочей жидкости 10 л/т. Концентрация препаратов взята согласно «Списку пестицидов и агрохимикатов...» [21].

Анализ посевного материала проводился по общепринятым методикам: лабораторная всхожесть по ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Определение зараженности семян – методом влажной камеры в бумажных рулонах ГОСТ 12044-93 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями» [4, 5].

Результаты исследований. После обработки семян препаратами определялась лабораторная всхожесть семян (табл. 1). Всхожесть – способность семян давать нормальные проростки за определенный, предусмотренный для каждой культуры срок проращивания при оптимальных условиях [5].

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста на лабораторную всхожесть семян, %

Препарат	Всхожесть, %				
	2012 г.	2013 г.	2015 г.	2016 г.	среднее
Ячмень					
Без обработки семян (контроль)	93	86	63	77	80
Виал ТрасТ	83	94*	92*	95*	91*
Иммуноцитифит	91	98*	92*	93*	94*
Эпин-Экстра	84	94*	84*	92	89*
Новосил	96	92	86*	94*	92*
НСР ₀₅	5	8	16	6	9

Препарат	Всхожесть, %				
	2012 г.	2013 г.	2015 г.	2016 г.	среднее
Яровая пшеница					
Без обработки семян (контроль)	90	84	82	86	86
Виал ТрасТ	93	92*	93*	93*	92*
Иммуноцитифит	91	80	92*	91*	89
Эпин-Экстра	92	90	94*	93*	92*
Новосил	90	88	85	93*	89
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_T$	8	10	4	6

Примечание: * – в вариантах отмечались существенные различия по сравнению с контролем

Лабораторная всхожесть ячменя в контроле по годам исследований составила 63–93 %. Предпосевная обработка семян фунгицидом Виал ТрасТ, в годы исследований, кроме 2012 г., подавляя семенную инфекцию, способствовала повышению лабораторной всхожести семян на 8–30 %. При использовании регуляторов роста растений также отмечено повышение лабораторной всхожести семян ячменя. Так, при применении Иммуноцитифита лабораторная всхожесть увеличилась до 92–98 %, Новосила до 86–94 %.

Таким образом, при проведении исследований в разные годы наблюдалась тенденция или достоверное повышение лабораторной всхожести семян ячменя. Лучшим из использованных регуляторов роста являлся Иммуноцитифит, который стимулировал всхожесть на 11 % по сравнению с контролем и по эффективности не уступал фунгициду.

Лабораторная всхожесть семян яровой пшеницы в контроле варьировала по годам исследований от 82 до 90 %. Под воздействием фунгицида Виал-ТрасТ всхожесть семян была стабильно выше контроля и составляла 92–93 %. Аналогичные результаты были получены и при применении регулятора роста Эпин-Экстра. Под действием Иммуноцитифита и Новосила всхожесть семян пшеницы повышалось по сравнению с контролем, но эффективность была несколько ниже, чем при применении фунгицида. В среднем лучшие результаты по повышению всхожести на яровой пшенице из исследуемых регуляторов роста были получены под воздействием Эпин-Экстра.

Таким образом, лабораторная всхожесть семян ячменя эффективно увеличивалась под влиянием Иммуноцитифита, яровой пшеницы – под влиянием Эпин-Экстра.

Пораженность семян корневой гнилью представлена в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста на распространённость корневой гнили

Препарат	Распространённость, %				
	2012 г.	2013 г.	2015 г.	2016 г.	среднее
Ячмень					
Без обработки семян (контроль)	72	94	64	59	72
Виал ТрасТ	30*	18*	53*	40*	35*
Иммуноцитифит	65*	90	49*	38*	61*
Эпин-Экстра	67*	94	50*	57	67
Новосил	80	18*	52*	52*	51*
НСР ₀₅	4	18	8	6	9
Яровая пшеница					
Без обработки семян (контроль)	85	32	27	66	53
Виал ТрасТ	45*	8*	22	43*	30*
Иммуноцитифит	83	56	23	20*	46*
Эпин-Экстра	54*	38	30	46*	42*
Новосил	76*	78	18	35*	52
НСР ₀₅	6	7	$F_{\phi} < F_T$	10	10

Примечание: * – в вариантах отмечались существенные различия по сравнению с контролем

На ячмене распространённость болезни в контроле в среднем по годам исследований составила – 72 %. Протравитель Виал ТрасТ эффективно снижал распространённость корневой гнили до 30 %, при этом распространённость заболевания даже после обработки фунгицидом превышала ЭПВ (12...15 %). Такие регуляторы роста, как Иммуноцитифит и Эпин-Экстра, также незначительно подавляли распространённость заболевания. Под воздействием препарата Новосил (за исключением 2012 г.) наблюдалось существенное снижение количества больных проростков по сравнению с контролем.

Таким образом, к снижению распространённости болезни на ячмене привела обработка семян Виал ТрасТ и Новосилом.

На яровой пшенице в среднем за четыре года распространённость корневой гнили составила 53 %. Эффективно снижало распространённость болезни протравливание семян фунгицидом

Виал ТрасТ, достоверное снижение болезни наблюдалось в 2012, 2015 и 2016 гг.

Из исследуемых регуляторов роста эффективными в подавлении инфекции оказались Иммуноцитофит и Эпин-Экстра. В среднем за четыре года распространенность болезни под воздействием Эпин-Экстра снизилась до 42 %, Иммуноцитофита до 46 %, что на 11–15 % ниже контроля, но на 12–16 % было менее эффективно, чем применение фунгицида.

Развитие корневой гнили на ячмене в годы исследований в среднем за четыре года составило 45 % (табл. 3).

В годы исследований достоверно подавлял развитие корневой гнили как на ячмене, так и на пшенице фунгицид Виал ТрасТ.

Таблица 3 – Влияние регуляторов роста на развитие корневой гнили

Препарат	Развитие, %				
	2012 г.	2013 г.	2015 г.	2016 г.	среднее
Ячмень					
Без обработки семян (контроль)	33	61	52	41	45
ВиалТрасТ	25*	12*	43*	22*	26*
Иммуноцитофит	30	43*	23*	29*	31*
Эпин-Экстра	38	34*	28*	35	34
Новосил	30	46*	27*	40	36
НСР ₀₅	4	12	18	7	11
Яровая пшеница					
Без обработки семян (контроль)	44	21	22	36	31
ВиалТрасТ	23*	8*	16	24*	18
Иммуноцитофит	38*	32	21	16*	27
Эпин-Экстра	32*	23	21	33	28
Новосил	39	39	19	25*	31
НСР ₀₅	5	4	$F_{\phi} < F_T$	7	$F_{\phi} < F_T$

Примечание: * – в вариантах отмечались существенные различия по сравнению с контролем

В 2013, 2015 и 2016 гг. при применении Иммуноцитофита на ячмене отмечалось достоверное снижение развития корневой гнили, а на пшенице развитие болезни было на уровне контроля и превышало ЭПВ (10–15 %). При применении Эпин-Экстра и Новосила получены противоречивые данные, что требует дополнительных исследований.

Проведенная корреляция (табл. 4) влияния зараженности семян ячменя корневой гнилью на лабораторную всхожесть показала, что большее отрицательное действие на всхожесть оказывает развитие болезни.

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции

Показатель	Ячмень	Яровая пшеница
Распространенность корневой гнили – Лабораторная всхожесть	-0,06	-0,82
Развитие корневой гнили – Лабораторная всхожесть	-0,41	-0,67

На пшенице лабораторная всхожесть сильно зависела как от развития, так и от распространенности болезни. Из чего следует, что наличие возбудителей корневой гнили на семенах сильно снижает всхожесть яровой пшеницы и средне – всхожесть ячменя.

Выводы. В целом можно отметить некоторое снижение пораженности растений возбудителями корневой гнили при применении регуляторов роста растений. Однако их действие неоднозначно и зависит от культуры и степени пораженности болезнью. Снижение пораженности способствует снижению инфекционной нагрузки на семена и, соответственно, повышению всхожести.

Список литературы

1. Бабайцева, Т. А. Состояние семеноводства зерновых культур в Удмуртской Республике и пути ее улучшения / Т. А. Бабайцева С. Г. Курылева, М. Е. Чиркова // Современному земледелию – адаптивные технологии: труды науч.-практ. конф. – Ижевск, 2001. – С. 7–11.
2. Вакуленко, В. В. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве / В. В. Вакуленко, О. А. Шаповалов // Плодородие. – 2001. – № 2. – С. 23–24.
3. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества семян. Введ. 01.01.2006. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200039547> (дата обращения: 01.07.2021).
4. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Введ. 07.01.1986. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023365> (дата обращения: 01.07.2021).
5. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. Введ. 01.01. 1995. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023375> (дата обращения: 01.07.2021).

6. Дорожкина, Л. А. Циркон, Эпин-Экстра и Силиплант в инновационных технологиях возделывания зерновых культур / Л. А. Дорожкина, П. Е. Пузырьков, Н. И. Добрева, В. Н. Рыбина // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 4. – С. 75–86.
7. Коробейникова, О. В. Защита растений. Вредители и болезни зерна и продуктов его переработки. Методы анализа: учебное пособие / О. В. Коробейникова, Н. В. Шмакова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. – 132 с.
8. Ижболдина, Н. А. Влияние регуляторов роста растений на урожайность и фитосанитарное состояние ячменя / Н. А. Ижболдина // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – № 3 (4). – С. 49–53.
9. Коркина, Н. Ю. Влияние биопрепарата Фитоспорина М и регулятора роста растений Иммуноцитифита на урожайность и биометрические показатели ячменя сорта Раушан / Н. Ю. Коркина, О. В. Коробейникова // Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию ФГБОУ ВПО Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2013. – С. 93–95.
10. Коробейникова, О. В. Влияние регуляторов роста растений на инфицированность возбудителями корневой гнили и посевные качества семян ячменя сорта Раушан / О. В. Коробейникова, Н. Ю. Коркина // Наука, инновации и образование в современном АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. в 3 т. 11–14 февраля 2014 г. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – Т. 1. – С. 16–19.
11. Коробейникова, О. В. Реакция ячменя сорта Раушан на обработку семян регуляторами роста растений / О. В. Коробейникова // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. в 3-х томах. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 39–43.
12. Коробейникова, О. В. Влияние биопрепарата и регуляторов роста растений на пораженность яровых зерновых культур корневой гнилью / О. В. Коробейникова, Н. Ю. Коркина, М. А. Рябова // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. 14–17 февраля 2012 г. – Т. 1. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. – С. 88–92.
13. Коробейникова, О. В. Зависимость высоты растений яровых зерновых культур от степени пораженности их корневой гнилью и от обработки семян регуляторами роста растений / О. В. Коробейникова // Агрохимия в Предуралье: история и современность: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 55-летию кафедры агрохимии и почвоведения 9 ноября 2012 г. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. – С. 153–158.
14. Кузьминых, А. Н. Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от применения стимуляторов роста / А. Н. Кузьминых // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: м-лы региональной науч.-практ. конф. – Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2008. – Вып. X. – С. 605–606.

15. Кульнев, А. И. Роль арахидоновой кислоты в повышении урожайности и устойчивости агробиоценозов к техногенным воздействиям пестицидов (на примере препарата Иммуноцитифит) / А. И. Кульнев // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2018. – С. 497–500.
16. Мигранов, Р. Р. Реакция сортов яровой пшеницы на применение биопрепаратов в энергосберегающей технологии возделывания / Р. Р. Мигранов, Р. К. Кадиков // Российский электронный научный журнал. – 2013. – № 1 (1). – С. 281–285.
17. Новикова, Л. В. Влияние биологических препаратов на комплекс патогенов ярового ячменя / Л. В. Новикова // Вестник Кемеровского государственного сельскохозяйственного института. – 2016. – № 6. – С. 90.
18. Новосил. Биохимзащита [Электронный ресурс]. – URL: <https://biohimzashita.ru/> (дата обращения: 01.07.2021).
19. Павловская, Н. Е. Влияние последействия регулятора роста и биопрепарата на посевные качества семян ячменя / Н. Е. Павловская, А. Г. Тимаков, И. В. Яковлева, Н. Ю. Агеева // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 2 (77). – С. 24–29.
20. Посадов, А. Ю. Влияние регуляторов роста растений на фитосанитарное состояние ячменя сорта Раушан // Научные труды студентов Ижевской ГСХА [Электронный ресурс]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – № 1 (4). – С. 54–57.
21. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации: Справочное пособие. – М., 2020. – С. 291.
22. Тимаков, А. Г. Влияние новых биологических препаратов на структуру урожая ярового ячменя в зависимости от метеоусловий / А. Г. Тимаков, В. В. Мамеев, Н. Е. Павловская // Агрохимический вестник. – 2019. – № 2. – С. 53–57.
23. Ткачук, О. А. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья / О. А. Ткачук, Е. В. Ефремова, А. Н. Орлов // Молодой ученый. – 2013. – № 4 (51). – С. 677–679.
24. Федотова, Л. С. Применение регуляторов роста на основе арахидоновой кислоты на картофеле / Л. С. Федотова, А. В. Кравченко, Н. А. Тимошина // Защита и карантин растений. – 2011. – № 11. – С. 18–19.
25. Эпин-Экстра. Механизм действия [Электронный ресурс]. – URL: <https://nest-m.ru/produktsiya/regulatory-rosta/epin-ekstra> (дата обращения: 01.07.2021).
26. Calvo, P. Agricultural uses of plant biostimulants / Calvo P., LM. Nelson, J. Kloepper // Plant Soil. – 2014. – Vol. 383. – P. 3–41.

А. А. Кочнева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ НАСАЖДЕНИЙ И ПРОБЛЕМЫ КОМПЕНСАЦИОННОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. ИЖЕВСКА

Изучены функции насаждений, проблемы озеленения городов и варианты их решения.

Многолетние исследования выявили важную роль растений в улучшении состояния атмосферного воздуха, микроклимата городской среды, в сфере защиты урбаноcреды от отрицательных антропогенных факторов, в обеспечении горожан рекреационными территориями [2, 5, 6, 8, 10].

При фотосинтезе 1 га зеленых насаждений поглощает в среднем 8 л/ч углекислоты (этот объем выделяют за это же время 200 человек). Один гектар зеленых насаждений продуцирует в день до 200 кг кислорода. У трав интенсивность фотосинтеза в 5–8 раз выше, чем у древесных растений [7].

Зеленые насаждения влияют на климат городских территорий: в летние дни в насаждениях температура воздуха на 4–6 °С ниже, чем на городских улицах. Среднемесячная температура воздуха в большом городском парке на 0,3–1,1 °С ниже, чем на территории многоэтажной застройки. При этом создается постоянное перемещение воздушных масс от зеленых массивов с менее прогретым воздухом к окружающим районам застройки с более теплым воздухом. Суммарная солнечная радиация под кронами отдельных видов деревьев почти в 9 раз ниже, чем на открытом месте [9, 11]. Насаждения обладают повышенной отражательной способностью листьев по сравнению с грунтовыми и асфальтовыми покрытиями, что способствует понижению температуры воздуха в районе древесных насаждений и созданию комфортной среды для человека [4].

Растительный покров является мощным противоэрозионным фактором.

Зеленые насаждения обладают большой транспирирующей способностью. Они испаряют влаги в 20 раз больше, чем занимае-

мая ими площадь, значительно повышая влажность воздуха. Следует отметить, что повышение влажности на 15 % воспринимается человеком как понижение температуры на 3,5 °С [11].

Многие растения обладают фитонцидными свойствами. Они повышают бактерицидную энергию воздуха. Механизм этого явления связан с трансформацией молекул озона в электронно возбужденные молекулы кислорода – озониды, способные разрушать структуры ДНК патогенных микроорганизмов. Фитонцидной активностью обладают: хвойные растения – сосна (*Pinus* L.), пихта (*Abies* Mill.), можжевельник (*Juniperus* L.), ель (*Picea* A. Dietr.), лиственница (*Larix* Mill.); лиственные породы – береза бородавчатая (*Betula pendula* Roth.), дуб (*Quercus* L.), черемуха (*Padus* Mill.), тополь (*Populus* L.), сирень (*Syringa* L.), барбарис (*Berberis* L.) и другие [1, 4].

Растения выступают как универсальные природные фильтры, аккумулирующие и детоксирующие самые различные ингредиенты промышленных выбросов, поглощая из воздуха газообразные примеси и осаждая их. Зеленые насаждения задерживают до 60–70 % пыли, находящейся в воздухе. Большая часть пыли оседает на поверхности листьев, ветвей, стволов деревьев и кустарников, задерживается травостоем, поэтому ее содержание в насаждениях в 2–3 раза ниже, чем на незеленой территории [11].

Ветрозащитные свойства обеспечиваются насаждениями с оптимальной плотностью, при возрастании последней наблюдается нежелательное увеличение турбулентности воздушных потоков. Наибольшей ветрозащитной способностью обладают невысокие насаждения с ажурностью крон деревьев не менее 30–40 % [11].

Высокая звукоотражающая способность листвы древесных растений играет важную роль в снижении уровня городского шума, который лиственными насаждениями средней густоты и высотой 7–8 м снижается на 10–15 дБ, а полосой насаждений шириной 200–250 м – на 35–45 дБ. В целом растительность снижает шум в жилых и промышленных зонах в 2–2,5 раза [3, 11]. Шумопоглощающая способность наиболее ярко выражена у клена, липы, калины, тополя, дуба, граба, березы.

Городская среда отличается своеобразием экологических факторов, специфичностью техногенных воздействий, приводящих к значительной трансформации окружающей среды. Зеленые насаждения, несмотря на то, что условия урбано-среды оказывают значительное влияние на процессы жизнедеятельности растений, играют огромную роль в оптимизации городской среды. При озе-

лении городской территории необходимо учитывать эколого-биологические особенности древесных и травянистых растений, их декоративные качества, средообразующий потенциал, устойчивость к комплексу негативных факторов, а также климатические условия региона, специфику промышленного производства, транспортной сети и характер застройки города.

Таким образом, можно выделить четыре основные функции зеленых насаждений: санитарно-гигиеническую или оздоровительную; рекреационную; структурно-планировочную или градостроительную, связанную с членением отдельных зон и структур населенного пункта, объединением частей в одно целое, повышением выразительности архитектурных ансамблей; декоративно-художественную или архитектурно-эстетическую.

Все вышеперечисленные функции зеленых насаждений тесно связаны друг с другом и, безусловно, должны сочетаться. Для достижения максимального эффекта следует опираться на принцип разумной целесообразности, который включает в себя сочетание всех функций и учет экологических, эстетических и экономических факторов.

Массовая застройка по типовым проектам часто создает монотонность и однообразие архитектурного облика города. Одна из важнейших градостроительных задач современного общества состоит в том, чтобы при сохранении скоростных индустриальных методов строительства преодолеть эти недостатки. Большую роль в решении этой задачи играют зеленые насаждения. Урбаносреда отличается мозаичностью микроклиматических условий и требует тщательного подбора видов деревьев и травянистых растений для создания насаждений.

Структура озеленения должна образовывать систему, включающую все типы зеленых насаждений (посадки деревьев, кустарников, газоны), так как каждый из них несет определенные функции. Радиус воздействия зеленых насаждений не значителен, поэтому необходимо, чтобы они вводились непосредственно вглубь застройки. Оптимальным вариантом является размещение застройки среди зеленых насаждений. Плотность посадок деревьев и кустарников должна обеспечивать затенение не менее 50 % занимаемой территории.

Таким образом, оптимизация озеленения городской среды требует дифференцированного подбора растений, сочетающего декоративные качества, устойчивость к условиям городской среды и способность осуществлять средообразующие функции.

К многочисленным проблемам компенсационного озеленения застройщиками относится благоустройство прилегающей территории с использованием газонов, при этом практически не используют древесные растения. На сегодняшний день застройщики высчитывают количество парковочных мест для машин. Человек попадает в среду, отличительную от естественной, ежедневно сталкиваясь с замкнутым пространством, покрытым искусственными отделочными материалами темно-серых цветов. Большой процент асфальтового покрытия, конструкций и сооружений из бетона и кирпича, прорезиненного покрытия наносит психологический дискомфорт, а также сильное нагревание данных покрытий, как следствие – повышение температуры окружающей среды.

Необходимо решение проблемы поддержания экологического равновесия. Если рассматривать вопрос о коммуникациях и о ряде ограничений по высадке древесных и кустарниковых растений, то стоит разработать принципиально новую концепцию озеленения на постройках или с использованием специальных контейнеров для озеленения территорий, чтобы растительность становилась составляющей частью постройки.

Список литературы

1. Арустамов, Э. А. Экологические основы природопользования / Э. А. Арустамов, И. В. Левакова, Н. В. Баркалова. – М.: «Дашков и К», 2001. – 236 с.
2. Антипов, В. Г. Устойчивость древесных растений к промышленным газам / В. Г. Антипов. – Минск: Наука и техника, 1979. – 214 с.
3. Бухарина, И. Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография / И. Л. Бухарина, Т. М. Поварничина, К. Е. Ведерников. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 216 с.
4. Горышина, Т. К. Растение в городе / Т. К. Горышина. – Л.: ЛГУ, 1991. – 152 с.
5. Гудериан, Р. Загрязнение воздушной среды / Р. Гудериан. – М.: Мир, 1979. – 200 с.
6. Илькун, Г. М. Загрязнители атмосферы и растения / Г. М. Илькун. – Киев, 1978. – 246 с.
7. Карасев, В. Н. Физиология растений: учебное пособие / В. Н. Карасев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 263 с.
8. Краснощекова, Н. С. Оздоровление внешней среды Москвы средствами озеленения / Н. С. Краснощекова // Оздоровление окружающей среды. – М., 1973. – С. 60–70.
9. Краснощекова, Н. С. Эколого-экономическая эффективность зеленых насаждений: обзорная информация / Н. С. Краснощекова. – М.: ЦЕНТИ Минжилкомхоза РСФСР, 1987. – 44 с.

10. Кулагин, Ю. З. Древесные растения и промышленная среда / Ю. З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 124 с.

11. Неверова, О. А. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты / О. А. Неверова, Е. Ю. Колмогорова. – Новосибирск: Наука, 2003. – 222 с.

УДК 621

**Е. В. Кусакин, В. М. Рожин, Л. Я. Лебедев,
Н. Г. Касимов, И. А. Охотникова**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Изучены возможности современных полимерных материалов в сельском хозяйстве и границы их применения на примере реальных конструкций.

Актуальность. Целью работы является изучение возможности использования полиамида-6 (капролона) в машиностроительной отрасли.

Задачи работы:

- Изучить возможности применения полимерных материалов в с/х промышленности.
- Рассмотреть механические свойства материала и его возможности использования в различных агрессивных средах.

Материалы и методика. Для исследований применялись методы критического анализа и приемы решения изобретательских задач.

Результаты исследований. Полиамид-6 – это многофункциональный полимерный материал, получаемый методом экструзии, который используется в многих технических процессах и многих отраслях. Имеет множество модификаций, которые достигаются изменением путей его получения, в зависимости от используемого метода получения используется совершенно в разнообразных отраслях.

Техническими характеристиками полиамида-6 являются:

- Плотность равняется от 1.135 до 1.16 г/см³.
- Напряжение при разрыве от 70 до 100 МПа.
- Рабочая температура от -40 до 80 °С.

- Температура плавления 225 °С.
- Коэффициент трения по металлу от 0,2 до 0,3.

Полиамид-6 достаточно универсальный материал, он используется во многих отраслях, в данной работе мы рассмотрим его в сельскохозяйственном машиностроении. В машиностроении его часто используют как качественный аналог стали, например, для изготовления:

а) подшипников скольжения и качения, вкладышей узлов трения, работающих при нагрузке не более 10 МПа, при наличии или отсутствии смазки (рис. 1);

б) шкивов ремённых передач, роликов и блоков грузоподъемных механизмов с тяговым усилием до 3т (рис. 2);

в) червячных и зубчатых колес, звездочек и других устройств с целью снижения уровня шума и вибрации (рис. 3).

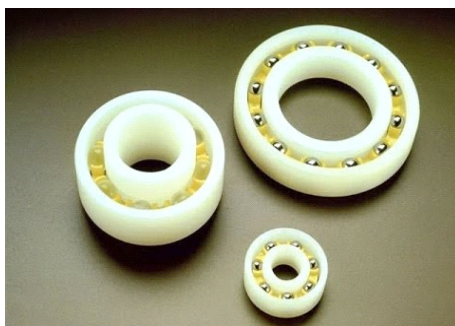


Рисунок 1 – Подшипники качения



Рисунок 2 – Блоки ГПМ

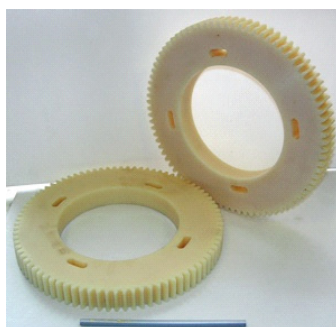


Рисунок 3 – Зубчатые колеса

Использование капролона обуславливается тем, что он на порядок дешевле стали и не подвержен коррозии, что существенно удешевляет процесс производства изделий, по характеристикам получаемых деталей не уступает стали, а в некоторых аспектах превосходит ее.

В Ижевской ГСХА разработана установка для производства биологических добавок для КРС, в которой был использован капролон в качестве прокладки для обеспечения герметичности (рис. 4), также его используют для изготовления доильных аппаратов (рис. 5), полиэтиленовых мешков для минеральных удобрений, поилок для птиц, ленточных транспортеров.



Рисунок 4 – Вакуумный-смеситель для изготовления БАДов при кормлении КРС



Рисунок 5 – Доильный аппарат с использованием полимеров

Полимеры не подвержены окислению при доении и попаданию молочной продукции на элементы доильного аппарата. Снижается вес конструкции, что благоприятно сказывается на животных.

Видов полиамида-6 достаточно много, и каждый используется для выполнения тех или иных требуемых условий. Например, литьевой полиамид-6 – это самый распространенный вид полиамида, он достаточно простой в изготовлении и хорошо поддается постобработке, например, расточке. Это обуславливается его особым строением, а именно наличием в нем углерода и азотных соединений (могут быть другие соединения в зависимости от вида получения) (рис. 6).

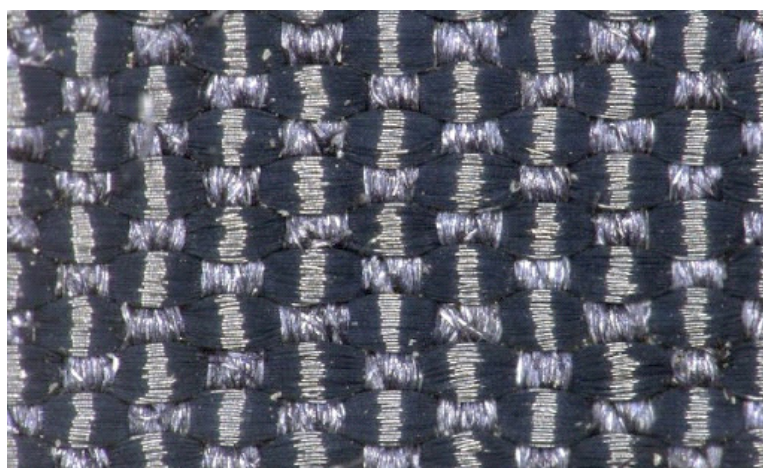


Рисунок 6 – Строение полиамида-6 (литьевой)

Экструзивный – используют в электротехнике в качестве диэлектрического элемента, т.к. его проводимость крайне мала.

Полиамид с дисульфидом молибдена – хорошие механические и антифрикционные свойства, может работать в узлах с повышенной рабочей температурой (табл. 1).

Таблица 1 – Основные характеристики полиамида-6

Наименование характеристики	Полиамид-6	Сталь 40X
Плотность, г/см ³	1,135–1,16	7.8
Модуль упругости при растяжении, МПа	2000–2300	215 000
Модуль упругости при сжатии, МПа	3500–4000	206 000
Предел прочности при сжатии, МПа	Не менее 90	665
Предел прочности при изгибе, МПа	Не менее 80	31
Допускаемая рабочая температура, °С	90	440
Оптимальная рабочая температура, °С	-40 °С до +80 °С	-40 °С до +450 °С
Температура плавления, °С	220–225	1100

Данный материал не идеален и имеет свои преимущества и недостатки, например, одно из его главных преимуществ – это невосприимчивость к агрессивным средам, что играет существен-

ную роль для машиностроения, т.к в данной отрасли имеется множество агрессивных сред, таких, как масла, топливо-смазочные материалы и т.д. Имеет высокую коррозионную стойкость, что даст хорошее преимущество перед сталью в судостроительной промышленности. В условиях современной реальности роль играет его экологическая безопасность, он подвержен вторичной переработке и при соблюдении правил переработки не будет вредить экологии. К недостаткам можно отнести то, что диапазон его рабочих температур на порядок ниже стали, т.е. следует то, что его нельзя использовать в узлах, где температура выше, чем его рабочая температура. Также у литьевого полиамида-6 пониженная гигроскопичность, вследствие этого он накапливает статическое электричество и не может его никуда отдать.

Выводы и рекомендации. Проведя данное исследование, можно сделать выводы, что полиамид-6 универсальный материал, может быть применен его в машиностроении, т.к. он обладает хорошими показателями и при наличии всех недостатков его преимущества очень велики. Его применение может хорошо сказаться на экономических показателях производства, т.к. он может заменить множество изделий из нержавеющей и цветных металлов, например, таких, как бронза. Также его можно применять при ремонте оборудования, что гораздо удешевляет процесс ремонта и облегчает его.

Список литературы

1. Охотникова, И. А. Математическая модель кинетики процесса нагрева сыпучих веществ в шнековом смесителе / И. А. Охотникова, З. В. Горшков, Л. Я. Лебедев // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. В 3-х томах. – Ижевск, 2020. – С. 53–56.
2. Лебедев, Л. Я. Смеситель для приготовления биологических активных добавок прикормлению животных / Л. Я. Лебедев, А. Г. Иванов, И. А. Охотникова, З. В. Горшков // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 32–33.
3. Лебедев, Л. Я. Проектирование, расчет и основы конструирования деталей машин в приводах технологического оборудования АПК: учебное пособие / Л. Я. Лебедев. – Ижевск, 2018. – 185 с.
4. Лебедев, Л. Я. Проектирование механизмов грузоподъемных и транспортирующих машин: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. Л. Шкляев, Р. Р. Шакиров. – Ижевск, 2017. – 92 с.
5. Лебедев, Л. Я. Проектирование и расчет приводов технологического оборудования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. Л. Шкляев. – 2-е изд. – Ижевск, 2016. – 216 с.

6. Лебедев, Л. Я. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. В. Костин, А. Г. Иванов. – Ижевск, 2014. – 204 с.

7. Пат. RU 180675. Смеситель для получения биологически активной кормовой добавки. / П. Л. Максимов, Ю. Г. Крысенко, Л. Я. Лебедев, И. А. Охотникова, А. В. Костин, Н. Г. Касимов // Заявление: 21.06.2018.

УДК 633.111.1”321”:631.53.01

А. М. Ленточкин

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

КАЧЕСТВО СЕМЯН СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

Проведено полевое испытание 10 сортов яровой пшеницы и определено качество семян выращенного урожая. Сорта яровой пшеницы разного эколого-географического происхождения и разных групп спелости в среднем за 2018–2020 гг. сформировали урожай не крупного зерна, но с хорошими показателями качества семян. Лабораторная всхожесть семян следующих сортов отвечала предъявляемым к ним требованиям стандарта: раннеспелые сорта – Иргина, Ирень; среднеранние сорта – Омская 36, Горноуральская, Калинка; среднеспелые сорта – Симбирцит, Ликамеро, Черноземноуральская 2.

Актуальность. Важную роль в обеспечении устойчивого роста растений имеет их размещение в строгом соответствии с особенностями потенциала онтогенетической адаптации вида [2]. Поэтому выращиваемые в каждом регионе культуры и сорта должны обеспечивать наиболее полную утилизацию благоприятных экологических ресурсов, а также быть генетически защищёнными от нерегулируемых отрицательных явлений, присущих региону [6].

В большинстве регионов Российской Федерации разработаны агроэкологические основы семеноводства зерновых культур, по которым семена, полученные в благоприятных для их формирования районах, обладают более высокой всхожестью и силой роста, что при их использовании обеспечивает увеличение урожайности на 2–6 ц/га [1]. Как показали проведённые исследования в Свердловской [4] и Кировской областях [3], более высокие показатели посевных качеств семян формируются в южных регионах областей, чем в северных. В то же время установлено, что лабораторная всхожесть выращенных семян, независимо от региона, форми-

руется высокой, если для их формирования имеется необходимая сумма положительных температур [5]. При недостатке тепла наиболее сильно снижали посевные качества более позднеспелые сорта яровой пшеницы [4]. Это было подтверждено в исследованиях в Пермском крае на современных сортах: независимо от почвенно-климатических зон края при наличии необходимых тепловых ресурсов раннеспелые и среднеспелые сорта яровой пшеницы формируют семена с лабораторной всхожестью 95–96 % [7].

Целью нашей работы являлась сравнительная оценка качества выращенных семян сортов яровой пшеницы разных групп спелости.

Материалы и методы. Объект исследования – 10 сортов яровой пшеницы разного эколого-географического происхождения, относящихся к разным биологическим группам: раннеспелые – Иргина, Ирень, Свеча; среднеранние – Горноуральская, Омская 36, Калинка; среднеспелые – Симбирцит, Алабуга, Ликамеро, Черноземноуральская 2; в качестве стандарта в группе раннеспелых и среднеранних сортов определён сорт Омская 36, а в группе среднеспелых сортов – сорт Симбирцит. Опыт полевой микроделяночный (площадь деланки 1,05 м²) в шестикратной повторности был заложен в 2018–2020 гг. на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой среднесмытой почве, характеризующейся содержанием гумуса от очень низкого до среднего, кислотностью от сильной до средней степени, подвижным фосфором от средней до высокой обеспеченностью, обменным калием от средней до высокой обеспеченностью.

Предшественником являлась озимая тритикале. Обработка почвы состояла из осеннего дискования БДТ-3,0 на глубину до 10 см, ранневесеннего боронования БЗСС-1,0 на глубину до 5 см, весенней культивации КПС-4 на глубину до 8 см и обработки КМН-4,2 на глубину до 6 см. Перед посевом была внесена азофоска (N₃₂P₃₂K₃₂) и заделана в почву вручную. Посев ручной проведён на глубину 4 см, норма высева из расчёта всхожих семян 6 млн шт./га. На одной деланке располагалось 7 рядков длиной 1 м с междурядьем 15 см. При двуярусном расположении деланок для их разделения оставлялось междурядье 30 см, между ярусами – 50 см. Расположение деланок в ярусах со смещением в повторениях. На концах ярусов высевалась защитная деланка. Уход за посевами заключался в пропалывании сорных растений на деланках и прилегающей к ним территории, а также 3 июня (куще-

ние культуры) обработка гербицидом Трибинстар. Доза гербицида 15 г/га, расход рабочего раствора 200 л/га.

Учёт урожайности сплошной. Обмолот колосьев на молотилке МК-1М. Анализ качества зерна проведён по соответствующим ГОСТам. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа.

Метеорологические условия 2018 г. характеризовались пониженной температурой в начале вегетации и повышенной во второй половине; в течение вегетационного периода наблюдался дефицит атмосферных осадков. Вегетационный период 2019 г. характеризовался пониженной среднесуточной температурой воздуха и избыточным количеством выпадающих атмосферных осадков. В 2020 г. температурный режим начала вегетации характеризовался близким к норме, середина – пониженными, а конец – повышенными значениями; в течение большей части вегетационного периода наблюдался дефицит атмосферных осадков, а основной период налива зерна – его избытком.

Результаты исследований. Зерно, полученное после обмолота колосьев и отделения сора на лабораторной аспирационной колонке Retkus K-293, было проанализировано на посевные качества (табл. 1).

Определение массы 1000 семян выращиваемых сортов показало невысокое его значение, в среднем по годам составившее: 2018 г. – 30,5 г; 2019 г. – 29,4 г; 2020 г. – 27,5 г. В среднем за три года в группе «раннеспелые и среднеранние сорта» стандарт Омская 36 имел массу 1000 семян 29,7 г. Ему существенно уступили красноуфимские сорта Горноуральская – на 3,5 г (существенное отклонение в три года из трёх), Иргина – на 2,0 г (в один год из трёх); кировский сорт Свеча – на 1,9 г (в два года из трёх). Существенно превысил стандарт сорт Калинка – на 1,9 г (в два года из трёх). В группе «среднеспелые сорта» стандарт Симбирцит имел массу 1000 семян 33,0 г. Ему существенно уступил сорт Алабуга (существенное отклонение в два года из трёх).

Таблица 1 – Сравнительная масса 1000 семян урожая сортов яровой пшеницы, г (среднее за 2018–2020 гг.)

Сорт	Годы			Среднее	
	2018	2019	2020	всего	откл.
Омская 36 (st)	33,3	28,3	27,6	29,7	–
Горноуральская	27,2*	27,5*	23,9*	26,2	-3,5*
Иргина	27,7*	28,9	26,5	27,7	-2,0*

Окончание таблицы 1

Сорт	Годы			Среднее	
	2018	2019	2020	всего	откл.
Ирень	29,5*	31,4*	28,5	29,8	0,1
Калинка	32,1*	31,6*	31,3*	31,6	1,9*
Свеча	27,7*	29,5*	26,3*	27,8	-1,9*
Симбирцит (st)	33,0	30,6	28,6	30,7	–
Алабуга	33,1	27,1*	25,9*	28,7	-2,0*
Ликамеро	30,6*	29,0*	27,9	29,2	-1,5
Черноземноуральская 2	30,4*	30,6	28,3	29,8	-0,9
Среднее	30,5	29,4	27,5	29,1	–
НСР ₀₅	0,9	0,8	1,2	1,6	

Примечание: * отклонения существенны.

Энергия прорастания семян в среднем по сортам имела значительные различия по годам: 2018 г. – 78 %, 2019 г. – 85 %, 2020 г. – 93 % (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнительная энергия прорастания семян урожая сортов яровой пшеницы, % (среднее за 2018–2020 гг.)

Сорт	Годы			Среднее	
	2018	2019	2020	всего	откл.
Омская 36 (st)	77	84	96	86	–
Горноуральская	85	90*	93	89	3
Иргина	86	93*	96	92	6*
Ирень	83	94*	95	90	4
Калинка	77	80	93	83	-3
Свеча	79	87	90*	85	-1
Симбирцит (st)	75	84	94	84	–
Алабуга	78	77*	89*	81	-3
Ликамеро	61*	77*	93	77	-7*
Черноземноуральская 2	79	86	95	87	3
Среднее	78	85	93	85	–
НСР ₀₅	11	5	5	5	

Примечание: * отклонения существенны.

В среднем за три года в группе «раннеспелые и среднеранние сорта» стандарт Омская 36 имел энергию прорастания семян 86 %. Это значение существенно превзошёл красноуфимский раннеспелый сорт Иргина на 6 %. В группе «среднеспелые сорта» стандарт Симбирцит имел энергию прорастания 84 %. Ему существенно уступил французский сорт Ликамеро (существенное отклонение в два года из трёх).

Лабораторная всхожесть выращенных семян в среднем по сортам не имела значительных различий по годам: 2018 г. – 93 %, 2019 г. – 94 %, 2020 г. – 96 % (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнительная лабораторная всхожесть семян урожая сортов яровой пшеницы, % (среднее за 2018–2020 гг.)

Сорт	Годы			Среднее	
	2018	2019	2020	всего	откл.
Омская 36 (st)	98	95	97	97	–
Горноуральская	94*	93	96	94*	-3
Иргина	94*	96	97	95*	-2
Ирень	94*	95	95	95*	-3
Калинка	95	91*	96	94*	-3
Свеча	87*	92	93*	91*	-7
Симбирцит (st)	88	96	96	93	–
Алабуга	90	92*	92*	91*	-2
Ликамеро	94*	94	98	95*	2
Черноземноуральская 2	94*	97	98	97*	4
Среднее	93	94	96	94	–
НСР ₀₅	4	4	3	2	

Примечание: * отклонения существенны.

В среднем за три года в группе «раннеспелые и среднеранние сорта» стандарт Омская 36 имел лабораторную всхожесть семян 97 %. Все сорта этой группы спелости существенно уступили стандарту на 2–7 %. Важно отметить, что все сорта, кроме сорта Свеча, отвечали требованиям, предъявляемым к семенам категорий ОС, ЭС, РС (ГОСТ Р 52325-2005; не менее 92 %). В группе «среднеспелые сорта» стандарт Симбирцит имел лабораторную всхожесть 93 %. Ему существенно уступил сорт Алабуга (существенное отклонение в два года из трёх). Сорта Ликамеро и Черноземноуральская 2 существенно превысили среднее значение лабораторной всхожести семян стандарта соответственно на 2 и 4 %.

Выводы. В Среднем Предуралье сорта яровой пшеницы разного эколого-географического происхождения и разных групп спелости в среднем за 2018–2020 гг. сформировали урожай некрупного зерна, но с хорошими показателями качества семян. Лабораторная всхожесть семян следующих сортов отвечала предъявляемым к ним требованиям стандарта: раннеспелые сорта – Иргина, Ирень; среднеранние сорта – Омская 36, Горноуральская, Калинка; среднеспелые сорта – Симбирцит, Ликамеро, Черноземноуральская 2.

Список литературы

1. Березкин, А. Н. Нормативно-правовая база селекции и семеноводства как выражение регулирующей функции государства в условиях рынка / А. Н. Березкин, А. М. Малько // Всерос. науч.-практ. конф., посвящённая памяти Уральских учёных: доктора биологических наук Н. А. Иванова, докторов сельскохозяйственных наук В. Ф. Трушина и С. А. Чазова: сборник научных трудов. Т. 2 Секция селекции и семеноводства, 27–28 февраля 2001 г. – Екатеринбург, 2001. – С. 37–45.
2. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) : монография / А. А. Жученко. – Кишинёв: Штиинца, 1990. – 432 с
3. Технология выращивания высококачественных семян зерновых культур: рекомендации для семеноводческих хозяйств Кировской области. – Киров, 1989. – 45 с.
4. Чазов, С. А. Биологическая полноценность семян яровой пшеницы при выращивании в различных экологических условиях / С. А. Чазов, В. М. Лебеженинова, Е. Н. Флягин // Приёмы повышения урожайности зерновых культур: межвуз. сборник науч. трудов. – Пермь, 1985. – С. 63–69.
5. Чазов, С. А. Биологические особенности семян зерновых культур, выращенных в разных агроклиматических условиях Свердловской области / С. А. Чазов, Л. А. Куклина, В. М. Лебеженинова [и др.] // Пути совершенствования семеноводства полевых культур на Урале: труды Свердловского сельскохозяйственного института. – Пермь, 1981. – Т. 63. – С. 3–11.
6. Чепелев, В. П. Селекция зерновых и зернобобовых культур на Среднем Урале / В. П. Чепелев // Всерос. науч.-практ. конф., посвящённая памяти Уральских учёных: доктора биологических наук Н. А. Иванова, докторов сельскохозяйственных наук В. Ф. Трушина и С. А. Чазова: сборник научных трудов. Т. 2 Секция селекции и семеноводства, 27–28 февраля 2001 г. – Екатеринбург, 2001. – С. 253–261.
7. Яркова, Н. Н. Урожайность и посевные качества семян сортов яровой пшеницы, выращенной в разных почвенно-климатических зонах Пермского края / Н. Н. Яркова, Е. В. Шафигулина // Коняевские чтения: сборник научных трудов VI Междунар. науч.-практ. конф. (13–15 декабря 2017 г.). – Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2018. – С. 328–331.

В. И. Макаров, Г. А. Поздеев

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЗАПАС ПОДВИЖНЫХ ФОРМ АЗОТА В ПОЧВАХ АО «УЧХОЗ «ИЮЛЬСКОЕ» ИЖЕВСКОЙ ГСХА»

Плодородие почв АО «Учхоз "Июльское" Ижевской ГСХА» характеризуется сильной вариацией по запасам в слое 0–60 см нитратов ($V = 73,0 \%$) и биологически активного азота ($V = 57,1 \%$). Лучшие условия азотного питания (более 78 кгN/га) по этим показателям может обеспечить дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая почва по клеверному предшественнику.

Актуальность. Азотное состояние почв является важнейшей характеристикой ее плодородия и отражает прежде всего почвенно-климатические особенности природной зоны. Применение минеральных и органических удобрений в севооборотах позволяет существенно улучшить питание сельскохозяйственных культур этим элементом. Внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия предусматривает существенное увеличение доли биологического азота в хозяйственном балансе этого макроэлемента [1–4]. В этих условиях большое практическое значение имеет изучение процессов трансформации азота в зональных почвах, их доступность для питания сельскохозяйственных культур.

Нитраты и аммоний являются непосредственными источниками питания растений этим макроэлементом. Однако для почвенной диагностики азотного питания сельскохозяйственных культур более значимым показателем является запас нитратов. Этот анион в почвах характеризуется слабой абсорбционной и адсорбционной способностью, поглощается растениями в виде «массового потока» и «корневого перехвата». Биодоступность для растений аммония (обменного и фиксированного) значительно уступает нитратной форме [4–7]. Оценку обеспеченности растений азотным питанием следует проводить по фактическим запасам нитратного азота с учетом нитрификации аммония в течение вегетационного периода [8–10].

Целью исследований явилось проведение сравнительной оценки зональных почв АО «Учхоз «Июльское» Ижевской ГСХА» по запасам доступного азота в начале вегетационного периода 2021 г.

Материалы и методика. В третьей декаде апреля 2021 г. были отобраны почвенные пробы с глубины 0–60 см (последовательно по 20 см) на десяти ключевых площадках. Агрохимические анализы были выполнены по методикам, рекомендованным для почв таежно-лесной зоны. При определении нитрификационной способности почв использовался модифицированный метод [11] биологически активного азота – рекомендации А. С. Пискунова [8]. Индекс окультуренности ($I_{ок}$) рассчитали по методике Т. А. Кулаковской.

Результаты исследований. Нами установлено, что в третьей декаде апреля азотное состояние почв АО «Учхоз «Июльское» Ижевской ГСХА» значительно отличалось не только от почвенного покрова пахотных угодий, но и предшественников сельскохозяйственных культур (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание нитратов и нитрификационная способность почв в пахотном слое (0–20 см) (АО «Учхоз "Июльское" Ижевской ГСХА», 2021 г.)

Ключевая площадка	Сельскохозяйственная культура	Предшественник	Почва, $I_{ок}$	Содержание нитратов, мгN/кг	Нитрификационная способность, мгN/кг
1.	Озимая тритикале	Клевер 2-го года пользования	$П_2^а С, 0,57$	13,8	12,1
2.	Озимая тритикале	Рапс на семена	$П_2^а С, 0,59$	3,9	4,8
3.	Озимая тритикале	Занятый пар	$П_2^а Л, 0,68$	4,1	1,9
4.	Озимая тритикале	Занятый пар	$П_2^а С, 0,95$	10,6	9,4
5.	Озимая пшеница	Рапс на семена	$Л_1 Т, 0,73$	4,8	8,3
6.	Озимая пшеница	Рапс на семена	$П_2^а С, 0,71$	1,8	6,8
7.	Озимая пшеница	Горох + пшеница	$П_2^а С, 0,96$	2,5	7,1
8.	Озимый рапс	Ячмень	$П_2^а Л, 0,66$	1,0	4,4
9.	Ячмень	Горох + пшеница	$П_2^а Л, 0,62$	0,9	2,4
10.	Ячмень	Горох + пшеница	$Дк^{оп} Т, 0,87$	3,7	9,5

Содержание нитратного азота в дерново-подзолистых почвах варьировало от 0,9 до 13,8 мгN/кг. «Повышенный» уровень нитратов установлен только на двух ключевых площадках с дерново-подзолистыми почвами. Причиной этого является более высокий уровень плодородия этих почв, что связано с размещением в севообороте азотонакопителя (ключевая площадка 1) и использованием навоза в качестве органического удобрения (ключевая площадка 4).

Нитрификационная способность почв на большинстве ключевых площадок соответствовала «очень низкому» и «низкому» уровням обеспеченности почвенным азотом (менее 8,0 мгN/кг). «Средний» уровень нитрификационной способности установлен на серой-лесной и дерново-карбонатной почвах, которые характеризуются более высоким уровнем потенциального плодородия.

Пожнивно-корневые остатки многолетних трав являются благоприятным источником для нитрификационных процессов. Даже в дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве в начале весенней вегетации озимой тритикале Ижевская 2 по клеверному предшественнику нитрификационная способность почвы составила 12,1 мгN/кг.

Между содержанием нитратов в пахотном слое почв (0–20 см) с их нитрификационной способностью наблюдается прямая тесная корреляционная связь ($r = 0,72$).

В начале вегетационного периода запас нитратного азота в слое почвы 0–60 см в среднем по 10-ти ключевым площадкам составил всего 20,3 кгN/га (табл. 2). При этом установлена очень сильная вариация плодородия почв по этому показателю ($V = 73,0 \%$).

В пахотном слое доля нитратного азота от его запаса в 0–60 см в среднем составила 52,1 %. Близкие результаты были получены и в предыдущих исследованиях [12, 13].

Таблица 2 – Запас нитратов и биологически активного азота (АО «Учхоз "Июльское" Ижевской ГСХА», 2021 г.)

Ключевая площадка	Запас нитратов, кгN/га		Запас биологически активного азота, кгN/га	
	0–20 см	0–60 см	0–20 см	0–60 см
1	33,1	51,9	62,1	78,0
2	9,3	18,1	20,7	27,1
3	9,8	26,4	14,4	31,1
4	25,4	42,5	47,8	67,6
5	11,5	16,7	31,5	34,1
6	4,4	11,4	20,7	26,9
7	6,1	9,7	23,0	25,7
8	2,3	6,5	13,0	16,2
9	2,2	5,7	8,1	10,4
10	8,8	13,7	31,5	37,4

Наибольшее количество нитратов накопилось по клеверному предшественнику озимой тритикале. При выращивании этой

культуры по рапсовому предшественнику при близких значениях индекса окультуренности (0,57 и 0,59 соответственно) запас нитратного азота в пахотном слое 0–20 см был меньше в 3,6 раза, а в 0–60 см – в 2,9 раза. Самые низкие запасы нитратов выявлены на сильнокислых дерново-подзолистых почвах. Известно, что повышенная кислотность почв ингибирует нитрификационные процессы в почвах [8, 14].

Запас биологически активного азота в среднем по 10-ти ключевым площадкам составил в пахотном слое 27,3 кгN/га. Для слоя 0–60 см значение показателя увеличилось до 35,5 кгN/га. Коэффициенты вариации пестроты плодородия почв по запасам биологически активного азота составили 58,1 и 57,1 % соответственно.

В отличие от нитратов, эта форма азота преимущественно сосредоточена в верхней части почвы. В пахотном слое доля биологически активного азота от его запаса в 0–60 см в среднем составила 77,4 %.

Выводы и рекомендации. Таким образом, плодородие почв АО «Учхоз «Июльское» Ижевской ГСХА» характеризуется сильной вариацией по запасам в слое 0–60 см нитратов ($V = 73,0$ %) и биологически активного азота ($V = 57,1$ %). Лучшие условия азотного питания (более 78 кгN/га) по этим показателям может обеспечить дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая почва по клеверному предшественнику.

Список литературы

1. Влияние адаптивной системы земледелия на продуктивность дерново-сильноподзолистых почв в условиях Среднего Предуралья / В. А. Капеев [и др.]. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2010. – 191 с.
2. Макаров, В. И. Роль гумуса в формировании плодородия пахотных угодий Удмуртии / В. И. Макаров, А. В. Дмитриев, А. Н. Исупов // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Нижний Новгород, 2017. – С. 252–255.
3. Бортник, Т. Ю. Система применения удобрений / Т. Ю. Бортник, В. И. Макаров // Научные основы системы ведения сельского хозяйства в Удмуртской Республике. Под научной редакцией Холзакова В.М. [и др.]. – Ижевск, 2002. – С. 116–154.
4. Макаров, В. И. Влияние предшественников на содержание минеральных форм азота в дерново-подзолистых суглинистых почвах / В. И. Макаров, Г. М. Шишкина // Рациональное использование земельных ресурсов России: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Киров, 2007. – С. 37–39.

5. Макаров, В. И. Связь форм аммония с агрохимическими свойствами почв в Нижневятском природно-сельскохозяйственном округе / В. И. Макаров, А. Н. Исупов // Агрохимический вестник. – 2020. – № 5. – С. 65–70.
6. Макаров, В. И. Влияние плодородия почв Удмуртии на урожайность полевых культур (на примере земель АО «Учхоз Июльское Ижевской ГСХА») / В. И. Макаров, А. Н. Исупов // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Горки, 2019. – С. 87–89.
7. Макаров, В. И. Нитрификационная способность дерново-подзолистых почв и ее связь с агрохимическими свойствами пахотных угодий / В. И. Макаров // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2017. – С. 179–182.
8. Пискунов, А. С. Азот почвы и эффективность азотных удобрений на зерновых культурах в Предуралье / А. С. Пискунов. – Пермь: 1994. – 168 с.
9. Гамзиков, Г. П. Почвенная диагностика азотного питания растений и применения азотных удобрений в севооборотах / Г. П. Гамзиков // Плодородие. – 2018. – № 1 (100). – С. 8–14.
10. Ермохин, Ю. И. Почвенная диагностика потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях / Ю. И. Ермохин, И. А. Бобренко, В. М. Красницкий // Плодородие. – 2004. – № 1 (16). – С. 4–7.
11. Макаров, В. И. Усовершенствование методики определения нитрификационной способности почвы по методу Кравкова / В. И. Макаров // Вестник Алтайского ГАУ. – 2015. – № 5. – С. 43–47.
12. Макаров, В. И. Дифференциация почв в системе минимальной обработки (на примере АО «Учхоз Июльское Ижевской ГСХА») / В. И. Макаров // Аграрная наука сельскохозяйственному производству: м-лы Международной науч.-практ. конф. Том 1. – Ижевск, 2019. – С. 58–62.
13. Шишкина, Г. М. Запас минерального азота в почве и его динамика при выращивании яровой пшеницы в зависимости от предшественников / Г. М. Шишкина, В. И. Макаров // Инновационное развитие АПК. Итоги и перспективы: м-лы науч.-практ. конф. – Ижевск, 2007. – С. 53–58.
14. Макаров, В. И. Нитрификационная способность почв Удмуртии / В. И. Макаров // Плодородие. – 2016. – № 6 (93). – С. 42–44.

**А. С. Маркова, А. Д. Кабашов, Я. Г. Лейбович,
З. В. Филоненко, Л. Г. Разумовская,
Н. М. Власенко, С. Михалин**
ФИЦ «Немчиновка»

ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ И ЛИНИЙ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Проведена оценка биологических и хозяйственных свойств линий голозерного овса, полученных от скрещивания как с голозерными формами, так и с пленчатыми сортами местной селекции. Лучшие результаты показали скрещивания голозерных форм Крестьянский местный (Россия), Ac Lotta (Канада), Bullion (Великобритания) и др. с сортами местной селекции – Лев, Яков, Буланный, ЗАЛП, при участии которых создан ряд перспективных линий голозерного овса, внесение в Госреестр селекционных достижений сорта Немчиновский 61 с регионами допуска 2, 3, 5 и передача в 2020 г. на Государственное сортоиспытание сорта Азиль (линия 57h2396). Выявлен комплекс возбудителей болезней семян овса с наиболее частой встречаемостью родов *Fusarium*, *Pyrenophora*, *Alternaria*, *Penicillium* и *Bacterium*.

В последние годы в мире и в России растет интерес к культуре голозерного овса. Достоинством голозерного овса является устойчивость к осыпанию и то, что его зерно в процессе переработки не требует шелушения [1]. Для него также характерно высокое содержание белка (9–20 %), жира с высокой энергетической ценностью (до 11 %), углеводов (до 40 %), перевариваемой клетчатки (до 10 %) и аминокислот – лизина, валина, цистеина, метионина и других микро- и макроэлементов [1, 2, 3]. К недостаткам голозерных овсов относят низкую массу 1000 зерен, опушенность зерна, неполную вышелушиваемость зерна из пленок и др. [4, 5]. Низкий урожайный потенциал и отсутствие технологий возделывания приводят к тому, что площади, занимаемые этой культурой, незначительны. Поэтому проблема создания продуктивных, высокоадаптивных сортов голозерного овса путем целенаправленной гибридизации с использованием лучших селекционных достижений весьма актуальна.

Цель исследования – изучение хозяйственно-биологических свойств линий голозерного овса, полученных на основе лучших сортов пленчатого овса местной селекции и голозерных образцов

из коллекции ВИР для селекции на продуктивность, устойчивость к стрессовым факторам среды и другим показателям.

Материалы и методы. Работа проведена в Федеральном исследовательском Центре «Немчиновка» в 2004–2020 гг. Материалом для изучения служили сортообразцы голозерного овса различного происхождения из коллекции ВИР и высокопродуктивные сорта пленчатого овса немчиновской селекции. Изучение стрессоустойчивости осуществляли в лабораторных условиях на ранних этапах онтогенеза на фоне искусственно моделируемых стрессов, используя обезвоживание сахарозой [6], засоление хлоридом натрия (NaCl) [7] и закисление сульфатом алюминия ($[Al_2(SO_4)_3]$) [8]. На указанных фонах выявляли засухо- соле- и алюмоустойчивые генотипы овса. В качестве диагностического признака использовали интенсивность ростовых процессов проростков, отражающую совокупность метаболических изменений. Изучение посевных качеств семян осуществляли по ГОСТам 12038-84, 12042-80, 12044-99. Для определения таксономического состава возбудителей фитопатогенов использовали стандартные методы выделения микромицетов и проращивание семян в рулонах фильтровальной бумаги.

Результаты исследований. Работы с голозерным овсом в Немчиновке были начаты в 2004 году. У истоков этого направления П. Ф. Магуров. Селекционное изучение голозерного овса первоначально имело два направления. На первом этапе было изучено 140 номеров коллекции ВИР различного географического происхождения – из России, Белоруссии, Европы, США, Канады, Китая, Монголии и Японии [10]. Из сортообразцов коллекции ВИР были сделаны отборы элитных растений. Потомство отобранных элит в дальнейшем изучалось в первом и последующих селекционных питомниках. В качестве стандарта использовались голозерные сорта Тюменский голозерный и впоследствии Вятский. Однако работа в этом направлении не выявила значительного преимущества потомств отобранных элит перед стандартом. Другое направление подразумевало скрещивание лучших пленчатых сортов и линий немчиновской селекции с голозерными образцами коллекции ВИР. Позже состав голозерных форм для скрещиваний был расширен, но полученное потомство из-за низкой продуктивности и поражения пыльной головней было выбраковано. В последующие годы удалось получить селекционные линии, представляющие практический интерес. Они были вовлечены в скрещивания с новыми сортами пленчатого овса, обладающими устойчивостью

к пыльной головне, в результате чего получены перспективные линии, не поражаемые данным патогеном. В настоящее время это направление является ведущим при работе с голозерным овсом [11].

За весь период селекционной работы с голозерным овсом накоплен определенный материал перспективных линий голозерного овса. Однако главным сдерживающим фактором для его продвижения в производство остается низкая, по сравнению с пленчатым, урожайность зерна. Требуют селекционной доработки и разнокачественность семян по крупности и полнота освобождения зерна от пленок при обмолоте (вышелушиваемость). За период с 2004 по 2020 гг. было создано 315 гибридных комбинаций с участием сортообразцов голозерного овса. Из сортов пленчатого овса в скрещивания активно вовлекались Лев, Яков, Буланный, ЗАЛП, а из голозерных – Крестьянский местный (Россия), Abel (Германия), Ac Batton, Ac Belmont, Ac Ernie, Ac Zotta и Gehl (Канада), Bullion (Великобритания), Pennline 2005 (США). До конкурсного сортоиспытания в 2012 г. дошли 6 линий голозерного овса. Главным итогом селекции данной культуры к настоящему времени стало внесение в Госреестр селекционных достижений сорта Немчиновский 61 с регионами допуска 2, 3, 5. В 2020 г. совместно с коллегами из Ульяновского НИИСХ на Государственное сортоиспытание передан сорт Азиль, а в 2021 г. сорт Грива. В составе конкурсного сортоиспытания ежегодно проходят испытания 10 и более перспективных линий голозерного овса (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика лучших линий голозерного овса из конкурсного сортоиспытания 2018–2020 гг.

Сорт, линия	Урожайность		Высота растений, см	Масса 1000 зерен, г	Всхожесть, %	Продукт. кустистость, ед	Содержание, %	
	т/га	% к пленч. st					белок	крахмал
Яков st (пленч.)	4,93	-	81,7	38,4	98	1,22	11,7	49,7
Вятский st (голоз.)	2,36	48	80,3	27,9	86	1,17	12,9	64,7
Немчиновский 61	2,51	51	83,3	30,3	92	0,94	13,6	64,3
Азиль	2,78	56	81,8	29,7	89	1,13	13,3	63,1
16h2476	3,54	72	87,0	31,1	86	0,96	13,8	64,5
52h2467	3,01	61	70,2	30,2	86	1,24	12,7	67,6
50h2613	2,85	58	70,8	28,9	72	1,01	12,5	67,3
66h2618	2,95	60	76,5	30,2	76	0,97	13,0	65,4
2h2532	3,08	62	74,9	31,1	79	1,21	13,4	64,4

Голозерные формы значительно уступили стандарту – сорту пленчатого овса Яков по урожаю зерна, их урожайность составила 48–72 % от уровня сорта Яков. Следует отметить, что Госсорткомиссия принимает заявки на использование сортов голозерного овса, если они уступают пленчатому стандарту не более чем на 20–25 %. Также заметна разница по всхожести – 98 % у сорта Яков и 72–89 % у линий голозерного овса. Представленные образцы отличаются и меньшей продуктивной кустистостью. Но по содержанию белка и крахмала большинство голозерных линий показало превосходство над сортом Яков – соответственно 12,9–13,8 % против 11,7 % и 63,1–67,6 % против 49,7 %. При сравнении показателей голозерных образцов со стандартом Вятский выявлено, что все они сформировали более высокий урожай зерна – 2,51–3,54 т/га против 2,36 т/га у стандарта. Поскольку данный сорт один из первых голозерных овсов, допущенных к производству, то последние селекционные наработки института свидетельствуют о заметном прогрессе в уровне урожайности голозерного овса.

Для разработки рекомендаций по возделыванию сортов изучались: посевные качества семян, фитосанитарное состояние и адаптивные свойства. Все годы изучения образцы голозерного овса по посевным показателям уступали пленчатым, хотя в подавляющем большинстве лет (за исключением 2018 и 2019 гг.) были кондиционны по всхожести (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнительная характеристика посевных качеств семян сортообразцов пленчатого и голозерного овса (2015–2020 гг.)

Год	Всхо- жесть, %	Min- max	Масса 1000 зе- рен, г	Min-max	Всхо- жесть, %	Min- max	Масса 1000 зерен, г	Min-max
2015	94	92–98	34,0	29,2–39,6	95	96–100	39,9	37,6–40,4
2016	93	90–98	27,2	26,6–29,1	97	96–99	35,1	31,7–35,9
2017	92	85–97	23,7	28,2–29,6	97	96–99	35,6	33,0–36,9
2018	90	74–94	31,2	29,2–32,8	97	85–98	40,9	39,1–42,8
2019	83	80–89	36,3	35,6–37,0	94	92–98	43,0	41,2–44,7
2020	86	74–94	29,4	26,2–30,8	89	76–93	39,2	35,3–40,9
Сред.зн.	89,7	–	30,3	–	94,8	–	38,9	–
CV,%	4,8	–	15,1	–	3,3	–	7,9	–

Средняя всхожесть семян у сортообразцов голозерного овса колебалась от 83 до 95 %, коэффициент вариации (CV) – 4,8 %, у пленчатого – от 90 до 98 %, коэффициент вариации (CV) – 3,3 %.

Наиболее существенные различия отмечены по массе 1000 семян, которые в среднем на голозерных формах составили 30,3 г на пленчатых – 38,9 г. Коэффициент вариации (CV) составил 15,1 % и 7,9 % соответственно. Следует отметить, что на ранних этапах селекции не удалось уменьшить разницу между ними, которая составила в среднем 8,6 грамма.

Одной из причин снижения всхожести у голозерных форм является слабо прикрепленный эндосперм и сильно выступающий за сферу семени зародыш, который травмируется и частично выбивается при обмолоте. В связи с чем мы рекомендуем посева голозерного овса, предназначенные на семенные цели, убирать в щадящем режиме, при скорости работы барабана комбайна не более 900 об./мин. При уборке посевов, предназначенных на переработку в пищевой или комбикормовой промышленности, с целью достижения большей вышелушиваемости рекомендуем увеличивать число оборотов барабана комбайна до 1300 в минуту и уменьшить зазор между декой и барабаном. Из-за дефицита уборочной техники и недостаточной мощности сушильно-сортировальных комплексов уборка сортообразцов голозерного овса в 2018–2019 гг. проходила с опозданием против оптимальных сроков на 7–10 дней. Это негативно сказалось на посевных качествах убранных семян. Результаты проведенного нами лабораторного анализа подтверждают выводы, к которым пришли ранее Г. А. Баталова и Е. Н. Вологжанина [12], о том, что задержка с уборкой на 4–7 дней приводит к снижению всхожести, вплоть до потери кондиционности.

В процессе фитоанализа на сортообразцах голозерного и пленчатого овса выявлен комплекс возбудителей болезней семян, представленный видами как паразитической, так и сапрофитной микрофлоры с наиболее частой встречаемостью представителей родов *Fusarium*, *Ryzenophora*, *Alternaria*, *Penicillium* и *Bacterium*. Доминирующее положение в микобиоте семян занимали сапрофитные альтернариозы, заселенность которыми колебалась от 40 до 90 %; из патогенной флоры – фузариозы (1–17 %), в отдельные годы – гельминтоспориозы (10–60 %). Отмечены также представители микромицетов хранения – *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, а также виды родов – *Stagonospora*, *Cladosporium*, *Trichothecium*, *Acremonium* и другие грибы, не играющие существенной роли в патогенезе семян. На образцах голозерного овса отмечен высокий процент гибели семян, причиной которой явились патогенные формы пенициллов и бактериозов и возбудителей черного за-

родыша. Инфицированность этими фитопатогенами, скорее всего, является следствием нарушения технологий уборки или хранения, в отличие от фузариозов, которые обычно заражают семена во время вегетации или в почве. За период 2015–2018 гг. средняя зараженность патогенной флорой составила 15,8 % на голозерных и 5,5 % – на пленчатых сортообразцах, а самый высокий ее уровень отмечен на голозерных формах в 2017 и 2018 гг. (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнительный анализ фитосанитарного состояния семян у сортообразцов голозерного и пленчатого овса (2015–2020 гг.)

Год	Овес посевной	Зараженность фузариозом	Общее количество семян	
			С патогенной флорой*	Из них погибших
2015	Голозерный	6	9	4
	Пленчатый	2	2	2
2016	Голозерный	2	12	6
	Пленчатый	5	5	2
2017	Голозерный	8	22	
	Пленчатый	3	6	2
2018	Голозерный	7	20	10
	Пленчатый	5	9	5
Среднее	Голозерный	5,8	15,8	5,0
	Пленчатый	3,8	5,5	2,8

Заключение. В результате исследований получены данные о хозяйственно-биологических особенностях линий голозерного овса, созданных при участии продуктивных сортов местной селекции и образцов коллекции ВИР. Определен лучший исходный материал для использования в селекции голозерного овса, получены данные о качестве посевного материала, генотипических свойствах селекционных номеров, изучено фитосанитарное состояние и адаптивные свойства овса. Выявлены лучшие голозерные образцы, в том числе сорт Немчиновский 61, прошедший оценку в системе ГСИ и сорт Азиль, переданный в 2020 г. на Государственное сортоиспытание.

Список литературы

1. Баталова, Г. А. Перспективы и результаты селекции голозерного овса. Зернобобовые и крупяные культуры / Г. А. Баталова. – 2014. – № 2. – С. 64–69.
2. Бородина, Н. Н. Голозерный овес для Нижнего Поволжья / Н. Н. Бородина, В. И. Буянкин, Л. П. Андриевская // Научно-агрономический журнал. – 2016. – № 2. – 63–64.

3. Баталова, Г. А. Значение сроков уборки в технологии возделывания голозерного овса на семена / Г. А. Баталова, Е. Н. Вологжанина // Аграрная наука Северо-Востока. – 2009. – № 1 (12). – С. 35–39.
4. Устойчивость сортов зерновых культур к стрессовым факторам / Н. А. Боме [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 4. – С. 32–33.
5. Иванов, М. В. Адаптация растений к ионам алюминия как стратегия современной селекции ярового ячменя / М. В. Иванов // Биогенный интенсивный процесс – перспективное направление в земледелии и растениеводстве на Северо-Западе РФ. Сборник. – Пушкин, 2001. – С. 95–97.
6. Заушинцена, А. В. Основные факторы, ограничивающие технологичность голозерного овса / А. В. Заушинцена, Ю. В. Борисова // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 6. – С. 75–81.
7. Предварительные итоги селекции голозерного овса / А. Д. Кабашов [и др.] // Селекция, семеноводство и генетика. – 2018. – Т. 4. – № 4 (22). – С. 20–24.
8. Кожушко, Н. Н. Оценка засухоустойчивости полевых культур / Н. Н. Кожушко // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: методическое руководство. – Л., 1988. – С. 10–24.
9. Лисицын Е. М. Методика лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур / Е. М. Лисицын // Доклады РАСХН. – 2003. – № 3. – С. 5–7.
10. Митрофанов, К. С. Овес / К. С. Митрофанов, К. С. Митрофанова. – М., Колос, 1972. – 269 с.
11. Оценка адаптивности сортов и линий яровой пшеницы на фоне искусственно моделируемых стрессов / Л. А. Марченков [и др.] // Вестник Алтайского ГАУ. – 2017. – № 5. – С. 9–15.
12. Исходный материал в селекции голозерного овса / П. Ф. Магуров [и др.] // Проблемы селекции и технологии возделывания зерновых культур: м-лы науч. конф. – Новоивановское (Немчиновка), 2008. – С. 228–234.
13. Сверкунов, В. К. Голозерные овес и ячмень в Иркутской области / В. К. Сверкунов. – Иркутск, 1950.
14. Семушкина, Л. А. Применение анализа изменения ростовых процессов для диагностики солеустойчивости растений / Л. А. Семушкина, Г. В. Хазова, Г. В. Удовенко // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. – Л., 1976. – С. 238–343.
15. Robbins, G. S. Amino acid composition of oat oats / G. S. Robbins, Y. Pomeranz, L. W. Briggie // Agricultural. Food Chemistry. – 1971. – № 19. – С. 536–39.

УДК 663.47

А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПРОИЗВОДСТВО И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИВА «ЧЕШСКИЙ СВАТЕК СВЕТЛОЕ» С ДОБАВЛЕНИЕМ МАЛИНОВОГО СИРОПА

Представлены результаты исследований по оценке качества пива с содержанием малинового сиропа. Выявлено, что образцы с 6 % и 8 % с содержанием малинового сиропа получились отличного качества и соответствуют требованиям ГОСТ по органолептическим и физико-химическим показателям.

Актуальность. Пивоваренная отрасль России сегодня – это более 500 пивоваренных предприятий различной мощности, производственные площади которых расположены в 73 субъектах Российской Федерации. Рынок пивоваренной отрасли представлен свыше 1500 торговых марок пивоваренной продукции, в число которых входят как национальные бренды, так и популярные региональные марки.

Пивная отрасль относится к одной из наиболее динамично развивающихся отраслей отечественной экономики. В последние годы пивоваренная промышленность стабильно демонстрировала значительные темпы роста производства, измерявшиеся десятками процентов. На сегодняшний день годовое производство пива в стране уже более чем на 70 % превосходит производство пива в доперестроечный период.

Последний спад производства пивной продукции в XX веке был зафиксирован в 2013 г. Дальнейший рост темпов производства произошел в связи с усилением потребительского интереса к пивной продукции. Эта тенденция восстановления подтверждается также и увеличением импорта, объем которого в 2017 году увеличился на 47,7 процентных пункта и составил более 25 млн дал.

В 2018 г. также наблюдался значительный рост производства, который был следствием сдержанной ценовой политики производителей пива. Так, в течение почти всего года отпускные цены пивоваров не изменялись, и лишь в ноябре произошло повышение цен. Согласно данным Росстата, на протяжении всего года был зафиксирован медленный рост розничных цен.

Сегодня рынок пивной продукции практически перенасыщен, и если не привлечь потенциальных потребителей за счет любителей крепкого алкоголя, то рынок начнет сжиматься. К тому же по показателю потребления пива Россия находится далеко не в лидерах. Незначительное сокращение производства началось в 2019 г., когда производство пива в России уменьшилось на 0,1 % и составило 771 млн декалитров. Но стоит отметить, что в декабре 2019 г. пивной продукции было выпущено на 4,8 % больше, чем в этот же период 2018 г., но на 3,6 % меньше, чем в ноябре 2019 г. В первые четыре месяца 2020 г. отечественные предприятия показывали увеличение производства пива на 2,4 %. Но уже в августе было зафиксировано снижение роста объемов производства пива по сравнению с июлем на 19,4 %. На сокращение производственных мощностей в 2020 г. оказала большое влияние пандемия коронавируса, а именно ограничение точек продаж: закрытие предприятий общественного питания, а также ограничения, сказывающиеся на работе магазинов разливного пива. В связи с нестабильной обстановкой давать прогнозы на 2021 год пока сложно [1].

Вопросами бродильных производств на кафедре растениеводства занимались Мильчакова А. В., Мазунина Н. И. [5], Вафина Э. Ф. [2].

Материалы и методика. Целью работы является совершенствование технологий производства светлого пива с применением малинового сиропа для дальнейшего улучшения качества и увеличения ассортимента пива.

Исследования проводили в лаборатории кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА по следующей схеме опыта:

1. Пиво «Чешский сватек светлое» (контроль).
2. Пиво «Чешский сватек светлое» с 2 % содержанием малинового сиропа.
3. Пиво «Чешский сватек светлое» с 4 % содержанием малинового сиропа.
4. Пиво «Чешский сватек светлое» с 6 % содержанием малинового сиропа.
5. Пиво «Чешский сватек светлое» с 8 % содержанием малинового сиропа.

Исследования включали в себя определение следующих показателей: определение органолептических показателей в соответствии; определение высоты пены и пеностойкости. Полученные данные проверялись на соответствие с требованиями,

ГОСТ 31711-2012 Пиво. Общие технические условия [4], ГОСТ Р 55292-2012 Напитки пивные. Общие технические условия [3].

Результаты исследований. В 2020 г. на основе пива «Чешский сватек светлое» были изготовлены новые сорта пива «Чешский сватек светлое» с добавлением малинового сиропа.

Основным сырьем при производстве пива «Чешский сватек светлое» является ячменный солод и на 1000 дал его необходимо 1316 кг, хмель горький составляет 3,9 кг, хмель ароматный 11,3 кг. Также используется рис в количестве 158 кг как несоложенный компонент. В новых рецептурах пива проводилась замена воды на малиновый сироп.

Полученные образцы пива «Чешский сватек светлое» с малиновым сиропом обладали более темным цветом, были без осадка и посторонних включений. Контрольный вариант пива был прозрачным, без осадка и без посторонних включений.

Аромат и вкус меняются в зависимости от концентрации малинового сиропа. Контрольный образец пива «Чешский сватек светлое» обладал чистым вкусом сброженного солодового напитка в сочетании с хмелевым ароматом и хмелевой горечью.

Образец пива «Чешский сватек светлое» с 2 % содержанием малинового сиропа обладал вкусом и ароматом сброженного солодового напитка с хмелевой горечью и хмелевым ароматом с запахом малины.

Образец пива «Чешский сватек светлое» с 4 % содержанием обладал вкусом и ароматом сброженного солодового напитка с хмелевой горечью, хмелевым и малиновым ароматом и вкусом малины.

Образец пива «Чешский сватек светлое» с 6 % содержанием обладал вкусом и ароматом сброженного солодового напитка с хмелевой горечью, хмелевым и малиновым ароматом и вкусом малины.

Образец пива «Чешский сватек светлое» с 8 % содержанием обладал вкусом и ароматом сброженного солодового напитка с хмелевой горечью, малиновым ароматом и ярко выраженным вкусом малины.

Внешний вид всех образцов – прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, что соответствует требованиям ГОСТ

Влияние малинового сиропа на физико-химические показатели качества пива можно пронаблюдать в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние малинового сиропа на физико-химические показатели качества пива

Вариант	Наименование показателя	
	Высота пены, мм	Высота пены, мм
Норма по ГОСТ Р 55292-2012, не менее	30	3,00
Пиво «Чешский сватек светлое» (контроль)	52	3,35
Пиво «Чешский сватек светлое» с добавлением малинового сиропа 2 %	16	1,10
Пиво «Чешский сватек светлое» с добавлением малинового сиропа 4 %	26	2,41
Пиво «Чешский сватек светлое» с добавлением малинового сиропа 6 %	35	4,30
Пиво «Чешский сватек светлое» с добавлением малинового сиропа 8 %	45	5,5

Пеностойкость контрольного образца составила 3,35 мин. Пеностойкость образца с 2 %, 4 %, содержанием снизилась до 1,10, 2,41 минут соответственно, что не соответствует ГОСТ Р 55292-2012 (не менее 3,00 мин.). Образцы с содержанием малинового сиропа 6 % и 8 % смогли показать результат по данному показателю в 4,30 и 5,50 мин., что соответствует норме по ГОСТ Р 55292-2012 (не менее 3,0 мин.).

Высота пены контрольного образца составила 52 мм. Высота пены образцов с 2 % и 4 % с содержанием малинового сиропа уменьшилась до значений, равных 16 и 26 мм соответственно, данные показатели не соответствуют ГОСТ Р 55292-2012 (не менее 30 мм). Образцы с содержанием малинового сиропа 6 % и 8 % смогли показать результат, соответствующий требованиям ГОСТ Р 55292-2012 35 мм и 45 мм, соответственно.

После приготовления пива «Чешский сватек светлое» с добавлением малинового сиропа в разных концентрациях провели дегустационную оценку. Дегустационную оценку проводили по следующим показателям: прозрачность, цвет, вкус, хмелевая горечь, аромат, пенообразование. Прозрачность и цвет оценивались по 3-балльной шкале. Вкус, аромат, пенообразование оценивались по 5-ти балльной шкале, а хмелевая горечь оценивалась по 4-балльной шкале. Итоговой оценкой является сумма баллов по показателям. Изделие считается отличным с 22–25 баллов, 19–21 балл хорошим, 13–18 удовлетворительным и с 12 и ниже – плохого качества (табл. 2).

Таблица 2 – Дегустационная оценка пива «Чешский сватек светлое» с добавлением малинового сиропа в различных концентрациях

Наименование пива	Прозрачность	Цвет	Вкус	Хмелевая горечь	Аромат	Пенообразование	Общая оценка
	3	3	5	4	5	5	25
1. Пиво «Чешский сватек светлое» (контроль)	3,0	2,9	4,0	3,0	4,6	5,0	22,5
2. Пиво «Чешский сватек светлое» с содержанием малинового сиропа 2 %	3,0	3,0	4,0	3,1	4,6	3,0	20,7
3. Пиво «Чешский сватек светлое» с содержанием малинового сиропа 4 %	3,0	2,9	4,0	3,4	4,3	3,2	20,9
4. Пиво «Чешский сватек светлое» с содержанием малинового сиропа 6 %	3,0	2,9	3,3	2,9	4,4	4,6	21,1
5. Пиво «Чешский сватек светлое» с содержанием малинового сиропа светлое» 8 %	3,0	2,9	4,1	3,1	4,7	4,6	22,4

Из таблицы 2 видно, что по прозрачности пива все образцы получили 3 балла. По цвету наибольший балл получил образец с 2 % содержанием сиропа малины (3,0). Высший балл по вкусу получил образец с 8 % содержанием малинового сиропа (4,9), а наименьший балл получил образец с содержанием малинового сиропа (3,3).

При оценке хмелевой горечи высший балл также получил образец с содержанием малинового сиропа 4 % (3,4), а наименьший балл получил образец с 6 % содержанием малинового сиропа (2,9). Наивысший балл по аромату получил образец с содержанием малинового сиропа 8 % (4,7), наименьший балл получил образец с содержанием малинового сиропа 4 % (4,3). При оценке пенообразования наивысший балл получил контрольный образец (5,0), а наименьший балл получил образец с 2 % содержанием малинового сиропа (3,0).

Контрольный образец набрал 22,5 балла и считается, согласно дегустационной оценке, изделием отличного качества. Образцы с 2 %, 4 % содержанием малинового сиропа набрали 20,7 и 21,1 бал-

ла, что, согласно дегустационной оценке, считается изделием хорошего качества. Образцы с 6 %, 8 % содержанием малинового сиропа набрали 21,1, 22,4 балла, что соответствует изделиям отличного качества.

Выводы. Таким образом, образцы с 6 % и 8 % содержанием малинового сиропа получились отличного качества и соответствуют требованиям ГОСТ Р 55292-2012 «Напитки пивные. Общие технические условия» по органолептическим и физико-химическим показателям.

Список литературы

1. Анализ рынка пива в России 2019 [Электронный ресурс]. – URL: <https://alterainvest.ru/>.
2. Вафина. Э. Ф. Использование сиропов и изюма при производстве хлебного кваса / Э. Ф. Вафина, Л. М. Хайретдинов / Эффективность адаптивных технологий в сельском хозяйстве: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию СХПК имени Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики. – Ижевск, 2016. – С. 39–41.
3. ГОСТ 31711-2012 Пиво. Общие технические условия [Электронный ресурс]. –URL: <https://internet-law.ru/>.
4. ГОСТ Р 55292-2012 Напитки пивные. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/53923/>.
5. Сравнительная оценка качества хлебного кваса с добавлением облепихового сока с требованиями / А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина / Современному АПК – эффективные технологии: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВПО РФ В. М. Макаровой. – Ижевск, 2019. – С. 244–248.

В. А. Петров, Н. В. Гусева
 ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УПРУГОГО ОСНОВАНИЯ С ПОДНУТРЕНИЕМ В УГЛОВЫХ ЗОНАХ ЖЕСТКОГО ШТАМПА

Представлены результаты экспериментального исследования контактных напряжений в упругом основании с поднутрением угловых зон жесткого штампа. Получена регрессионная модель зависимости коэффициента концентрации контактных напряжений α от радиуса скругления лунки поднутрения ρ . Определен оптимальный относительный радиус скругления лунки $\rho_{\text{opt}} = 0,028$, при котором $\alpha_{\text{min}} = 1,19$.

Актуальность. Для снижения местных напряжений от действия жесткого прямоугольного штампа – физической модели посадки подшипников с натягом, фиксирующих клиньев, бандажных колец, шпоночного соединения и пр., в упругих деталях выполняют круглые лунки (поднутрение). Теоретическое исследование контактных напряжений в деталях с различными концентраторами напряжений связано со значительными математическими трудностями, кроме того, сами контактные напряжения являются граничными условиями для расчета напряженного состояния внутри деталей, которые должны быть некоторым образом заданы [1, 4–9, 11, 13–19, 22, 23]. Так, контактные напряжения можно определить экспериментально на оптически прозрачных моделях деталей при помощи лазерного полярископа-интерферометра [2, 3, 5, 8, 12].

Обозначим через g функцию распределения контактных напряжений

$$g = \sigma_2 / \sigma_n,$$

где σ_2 – главное контактное напряжение;

σ_n – номинальное напряжение в детали, найденное по примерным формулам науки о сопротивлении материалов.

Коэффициент концентрации напряжений

$$\alpha = |g|_{\text{max}}.$$

Целью работы является экспериментальное исследование контактных напряжений в упругом основании с поднутрением под углами жесткого штампа.

Методика эксперимента. Для исследования полей максимальных касательных напряжений нами был разработан и изготовлен лабораторный лазерный полярископ-интерферометр ЛПИ-2 (рис. 1).

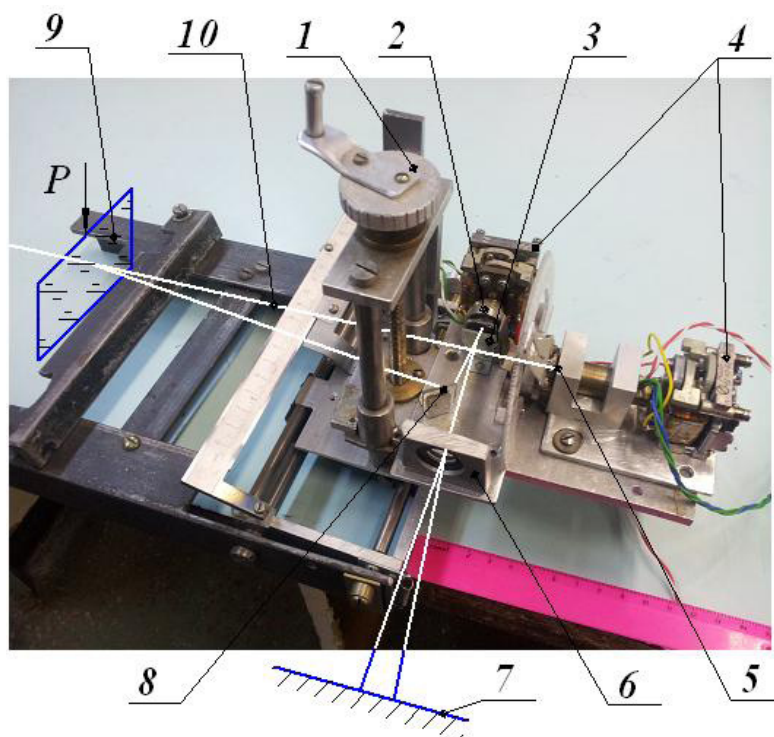


Рисунок 1 – **Общий вид координатно-оптической части ЛПИ-2:**
 1 – координатное устройство; 2 – узел анализатора, фильтра и фотоприемника;
 3 – делительное зеркало; 4 – шаговые двигатели; 5 – блок лазера с устройством вращения плоскости поляризации лазера и шкала отсчета направления поляризации; 6 – объектив; 7 – экран; 8 – зеркало; 9 – нагруженная штампом модель основания; 10 – луч лазера

Величина главных сжимающих напряжений σ_2 в исследуемой точке модели детали определяются по следующей зависимости [3, 5]:

$$\sigma_2 = -\sigma_0 \left(\frac{4}{\pi} \left(\arcsin \sqrt{\frac{U}{U_{max}}} - \theta \right) + \frac{m}{m_0} \right),$$

где U – величина напряжения на фотоприемнике;

U_{max} – максимальное значение напряжения, задаваемое при тарировке прибора;

m – количество интерференционных полос, прошедших через реперную точку экрана;

σ_0, θ, m_0 – тарировочные постоянные.

Здесь $\sigma_0 = 2,3$ МПа, $U_{max} = 18,6$ мВ, $\theta = 0,274$, $m_0 = 15$.

Результаты исследований. На рисунке 2 изображена расчетная схема плоской модели упругой детали (плексиглас) с круглым поднутрением радиуса r в угловых зонах жесткого прямоугольного штампа (дюралюминий).

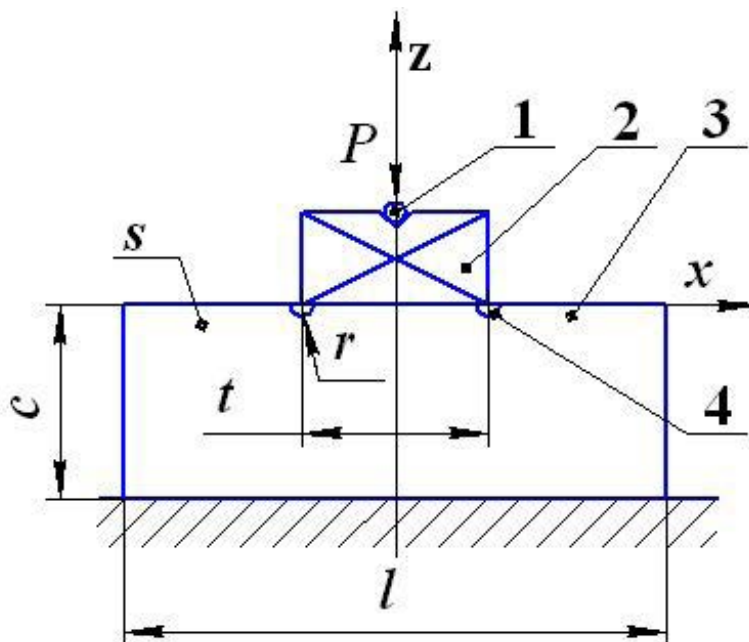


Рисунок 2 – Расчетная схема взаимодействия упругой детали с круглым поднутрением в углах жесткого штампа:

- 1 – цилиндрический индентор; 2 – жесткий штамп (дюралюминий);
- 3 – упругое основание (полоса из плексигласа);
- 4 – поднутрение (круглая лунка радиуса r)

Нагружение жесткого штампа 2 силой P происходит через цилиндрический индентор 1, положение которого фиксируется V-образной выточкой на верхней грани штампа.

Обозначим через $\rho = r/t$ относительный радиус поднутрения основания. За номинальные напряжения при простом сопротивлении принимается [10, 20, 21]:

$$\sigma_n = \frac{P}{st}.$$

Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 3.

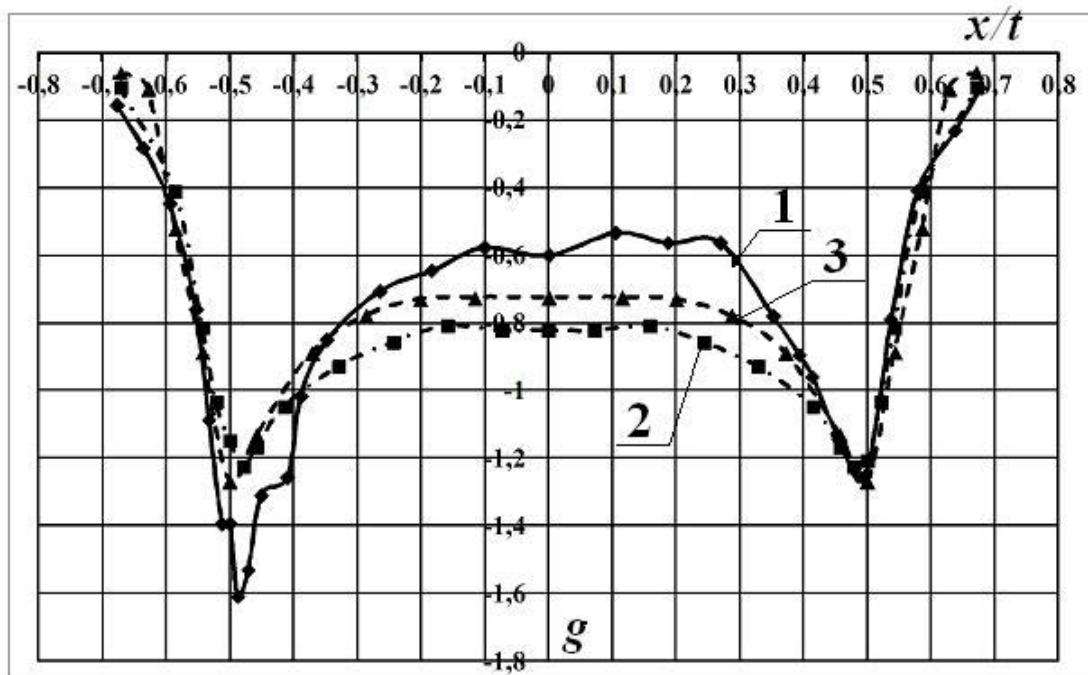


Рисунок 3 – Эпюра функции g при $z/t = -0,04$: 1 – $\rho = 0$; 2 – $\rho = 0,02$; 3 – $\rho = 0,04$

Вывод. Эмпирические коэффициенты концентрации контактных напряжений составили: при $\rho = 0$ $\alpha = 1,6$; при $\rho = 0,02$ $\alpha = 1,22$; при $\rho = 0,04$ $\alpha = 1,27$. На рисунке 4 представлена зависимость $\alpha = f(\rho)$.

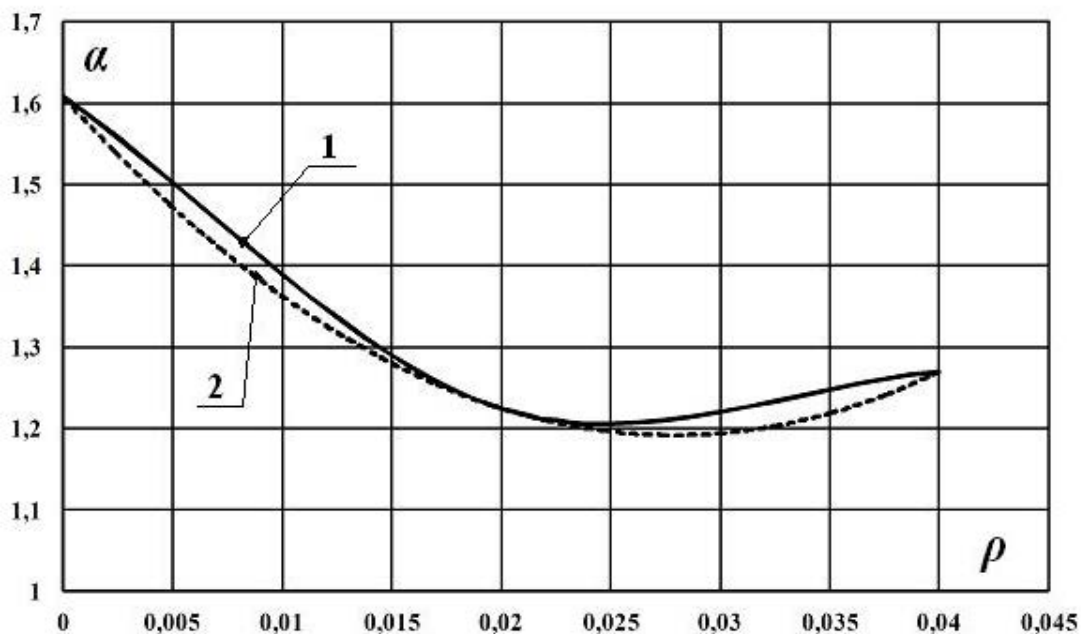


Рисунок 4 – Графическая зависимость коэффициента концентрации напряжений от радиуса скругления лунки поднутерия:
1 – экспериментальная кривая; 2 – линия тренда

Регрессионная модель линии тренда имеет вид:

$$\alpha = 535\rho^2 - 29,85\rho + 1,605.$$

Исследование уравнения (1) на экстремум позволило определить оптимальное значение относительного радиуса скругления лунки. Оно составило

$$\rho_{opt} = 0,028,$$

при котором минимальное значение коэффициента концентрации напряжений равно

$$\alpha_{min} = 1,19.$$

Список литературы

1. Дородов, П. В. Расчет деталей машин с концентраторами напряжений и оптимизация их формы: монография / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 182 с.
2. Дородов, П. В. Разработка системы управления поляризационно-оптической установки для исследования напряженного состояния в моделях деталей машин / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Нац. науч.-практ. конф., посв. 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, – 2020. – С. 345–347.
3. Дородов, П. В. Разработка и применение лазерного полярископа-интерферометра для исследования напряжений в моделях деталей машин: монография / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 148 с.
4. Дородов, П. В. Пути повышения износостойкости поверхностей трения / П. В. Дородов // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – С. 42–47.
5. Дородов, П. В. Повышение надежности сельскохозяйственных машин путем оптимизации формы их деталей: дис....док. техн. наук: 05.20.03 / Дородов Павел Владимирович. – М., 2015. – 327 с.
6. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П. В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии жи-

вотноводства: м-лы 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. – Ижевск, 2020. – С. 61–66.

7. 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.

8. Дородов, П. В. Комплексный метод расчета и оптимального проектирования деталей машин с концентраторами напряжений: монография / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – 316 с.

9. 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.

10. Дородов, П. В. Динамическая прочность пластобетона / П. В. Дородов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы международной науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 67–73.

11. Ерохин, М. Н. Уточненный расчет и определение коэффициента концентрации напряжений в деталях машин, ослабленных боковыми вырезами / М. Н. Ерохин, П. В. Дородов // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 4. – С. 77–83.

12. Измерение плотности ВЧ и СВЧ энергии методом лазерной интерференционной термометрии / Н. В. Гусева, М. М. Киселев, П. В. Дородов [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 1 (24). – С. 6.

13. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019663489, 17.10.2019 Российская Федерация. Программа оптимизации формы переходной поверхности ступенчатого вала: заявка № 2019662424 от 09.10.2019 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

14. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019664971, 15.11.2019 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при растяжении-сжатии: заявка № 2019663959 от 05.11.2019 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

15. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020612388, 20.02.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при изгибе: заявка № 2020611402 от 11.02.2020 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

16. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020615639, 27.05.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в эле-

менте детали с внешними симметричными поперечными вырезами при растяжении-сжатии: заявка № 2020614718 от 12.05.2020 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

17. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020663352, 27.10.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внешними симметричными поперечными вырезами при изгибе: заявка № 2020662565 от 20.10.2020 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

18. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021612345, 16.02.2021 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе балки с надрезом: заявка № 2021611528 от 09.02.2021 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

19. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021612825, 25.02.2021 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в прямоугольном стыке элемента конструкции при изгибе: заявка № 2021611556 от 09.02.2021 / Дородов П.В.; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

20. Dorodov, P. V. Investigation of the main mechanical characteristics of plastics for three-dimensional printing of machine parts models / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina, V. A. Petrov, A. A. Litvinyuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Science and Technology City Hall, 2021. – P. 52041.

21. Dorodov, P. V. Rigidity, creep and dynamic strength of plastics for three-dimensional printing of machine parts / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, P. L. Lekomcev, V. A. Petrov, A. M. Niyazov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Science and Technology City Hall, 2021. – P. 52045.

22. Erokhin, M. N. Stress concentration and shape optimization for a fillets surface of a step-shaped shaft / M. N. Erokhin, P. V. Dorodov, A. S. Dorokhov, // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2020. – Vol. 49. – № 3. – P. 214–223.

23. Trefilov, R. A. Evaluation of the process of pelleting for pre-sowing treatment of flax seeds / R. A. Trefilov, P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina, A. A. Litvinyuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Conference proceedings. – Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Science and Technology City Hall, 2020. – P. 62010.

Е. Н. Полторыдядько, Т. А. Бабайцева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ СЕМЯН ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

Приведены результаты трехлетних лабораторных исследований семян сортов озимой тритикале, выращенных при внесении разных доз минеральных удобрений. Установлено значительное влияние минеральных удобрений и сорта в изменчивости морфофизиологических показателей проростков. Наибольшую отзывчивость на дробное внесение удобрений показали сорта Берекет и Тулус, урожайность семян данных сортов увеличилась соответственно на 95 и 70 %. Минеральные удобрения обеспечили получение биологически более полноценных семян, что объясняется формированием более мощных проростков при прорастании семян, снижением коэффициента симметрии и повышением силы роста.

Актуальность. Предвидеть уровень урожайности подготовленных к посеву семян с высокой вероятностью позволяют морфофизиологические показатели органов проростков, которые непосредственно влияют на получение выровненных мощных всходов. Об адаптивности сорта в конкретных агроэкологических условиях и о биологической ценности семян можно судить по таким показателям, как сила роста, коэффициент симметрии, степень развития проростков [3, 5, 7]. В повышении урожайности семян различных культур и снижении его себестоимости большое значение имеет рациональное использование минеральных удобрений [1]. В научной литературе можно найти немало информации о влиянии минеральных удобрений на урожайность, качество зерна и семян. В то же время остается малоизученным вопрос о влиянии минеральных удобрений на биологическую ценность семян. В связи с этим были проведены исследования с целью установить влияние применения минеральных удобрений при выращивании семян на морфофизиологические показатели проростков сортов озимой тритикале. Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- определить урожайность семян сортов озимой тритикале;
- дать морфологическую оценку проросткам различных сортов озимой тритикале;
- установить силу роста и коэффициент симметрии проростков.

Материалы и методика. Лабораторные исследования осуществлены на кафедре растениеводства в ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в 2018–2020 гг. Был проведен анализ семян, выращенных в микрополево́м двухфакторном опыте, заложенном по следующей схеме. Фактор А – фон минерального питания: А₁ – посев без удобрений, весной подкормка N₃₀ (контроль) – (0 + N₃₀); А₂ – перед посевом удобрение N₃₂ P₃₂ K₃₂, весной подкормка N₃₀, в фазе колошения некорневая подкормка N₃₀ – (N₃₂ P₃₂ K₃₂ + N₃₀ + N₃₀). Фактор В – сорт: В₁ – Зимогор (ст.); В₂ – Корнет; В₃ – Ижевская 2; В₄ – Атаман Платов; В₅ – Берекет; В₆ – Бета; В₇ – Истокский 1; В₈ – Гектор; В₉ – Гирей; В₁₀ – Тулус.

Морфологическая оценка параметров проростков и определение силы роста семян были проведены по Методике Государственной семенной инспекции [6]; расчет коэффициента симметрии проростков (К) осуществлен по оригинальной формуле [8]: $K = (L_{\text{рост}} \times 100) / (L_{\text{кор}} \times N_{\text{кор}})$, где L_{рост} – средняя длина ростков, см; L_{кор} – средняя длина первичных корешков, см; N_{кор} – среднее количество корешков, шт. Результаты обработаны методом дисперсионного анализа по алгоритмам, изложенным Б. А. Доспеховым [2], с использованием программы «Microsoft Office Excel 2017».

Результаты исследований. В среднем за 2018–2020 гг. применение удобрений в три этапа позволило существенно повысить урожайность семян всех сортов на 95–299 г/м² (НСР₀₅ = 24 г/м²), или на 26–95 % (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность семян сортов озимой тритикале на разных фонах минерального питания, г/м² (среднее за 2018–2020 гг.)

Сорт (В)	Фон минерального питания (А)		Среднее (В)
	0 + N ₃₀ (к)	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ + N ₃₀ + N ₃₀	
Зимогор (ст.)	356	470	413
Корнет	395	543	469
Ижевская 2	335	494	415
Атаман Платов	437	561	499
Берекет	314	613	464
Бета	361	456	409
Истокский 1	382	547	465
Гектор	350	473	412
Гирей	289	441	365
Тулус	352	598	475
Среднее (А)	357	520	-

Сорт (В)	Фон минерального питания (А)		Среднее (В)
	0 + N ₃₀ (к)	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ + N ₃₀ + N ₃₀	
НСР ₀₅	А		В
главных эффектов	8		12
частных различий	24		17

Наибольшую отзывчивость на дробное внесение удобрений показали сорта Берекет и Тулус, урожайность семян данных сортов увеличилась соответственно на 95 и 70 %. Эти сорта можно отнести к высоко интенсивным.

Детальный анализ органов проростков сортов озимой тритикале по морфофизиологическим признакам позволил выявить некоторые особенности их развития. Параметры проростков были подвержены влиянию климатических условий, складывающихся в период формирования и налива зерна. В засушливом 2018 г. средняя длина колеоптиля проростков составила 4,4–5,0 см, в 2019–2020 гг. в условиях повышенной увлажнённости – 5,2–5,6 см. В среднем за три года исследований семена всех сортов, выращенные на фоне N₃₂P₃₂K₃₂ + N₃₀ + N₃₀, обеспечили увеличение длины колеоптиля на 0,4–2,6 см (НСР₀₅ = 0,1 см), длины ростка – на 0,3–0,8 см при НСР₀₅ = 0,1 см, длины корешков – на 0,5–2,2 см при НСР₀₅ = 0,1 см и количества корешков – на 0,3–0,6 шт. при НСР₀₅ = 0,1 шт. (табл. 2).

Таблица 2 – Морфологическая оценка проростков сортов озимой тритикале на разных фонах минерального питания (среднее за 2018–2020 гг.)

Фон минерального питания (А)	Сорт (В)	Длина колеоптиля, см	Длина ростка, см	Длина корешков, см	Количество корешков, шт.
0 + N ₃₀ (к)	Зимогор (ст.)	4,1	6,5	7,1	5,2
	Корнет	4,2	5,8	7,5	4,6
	Ижевская 2	6,1	7,7	7,2	4,5
	Атаман Платов	4,8	6,9	6,6	4,4
	Берекет	6,3	7,5	6,7	4,5
	Бета	4,8	6,7	8,1	4,8
	Истокский 1	5,4	6,8	9,1	4,7
	Гектор	5,4	8,1	10,2	4,3
	Гирей	4,8	5,4	9,2	4,0
Тулус	3,5	5,7	9,7	5,1	

Фон минерального питания (А)	Сорт (В)	Длина колеоптиля, см	Длина ростка, см	Длина корешков, см	Количество корешков, шт.	
$N_{32}P_{32}K_{32} + N_{30}$ + N_{30}	Зимогор (ст.)	4,3	6,9	9,1	5,7	
	Корнет	4,6	6,8	9,3	5,0	
	Ижевская 2	6,6	8,3	9,2	4,8	
	Атаман Платов	5,2	7,6	8,8	4,9	
	Берекет	6,6	8,4	8,7	5,0	
	Бета	5,3	7,5	9,8	5,3	
	Истокский 1	5,8	8,0	10,0	5,1	
	Гектор	5,7	9,3	10,9	4,9	
	Гирей	5,1	6,3	9,8	4,4	
	Тулус	4,3	8,4	10,5	5,5	
Среднее (А)	$0 + N_{30}$ (к)	4,9	6,7	8,1	4,6	
	$N_{32}P_{32}K_{32} + N_{30}$ + N_{30}	5,3	7,7	9,6	5,0	
НСР ₀₅	главных эффектов	А	0,1	0,1	0,1	0,1
		В	0,1	0,1	0,1	0,1
	частных различий	А	0,1	0,1	0,1	0,1
		В	0,1	0,1	0,1	0,1

Но в то же время данные показатели варьировали в зависимости от сорта. Так, независимо от фона минерального питания, наибольшая длина колеоптиля семян отмечена у сортов Ижевская 2 и Берекет, наименьшая – у сорта Тулус. По мнению исследователей, длинноколеоптильные сорта (с длиной колеоптиля 6 см и более) чаще всего являются высокостебельными и менее реагирующими на глубину посева. Однако в наших исследованиях это не подтвердилось. Если к сорту Ижевская 2 данное высказывание актуально, то сорт Берекет относится в короткостебельным с высотой растений в среднем 72 см.

Наиболее длинные ростки дали семена сортов Гектор: в сравнении с другими сортами на фоне $0 + N_{30}$ больше на 0,4–2,7 см (НСР₀₅ = 0,1 см), на фоне $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{30} + N_{30}$ – на 0,8–3,0 см.

Наиболее длинные первичные корешки получены также от семян сорта Гектор независимо от фона минерального питания, разница со стандартом составила 1,8–3,1 см (НСР₀₅ = 0,1 см). Согласно наблюдениям Ю. С. Ларионова [4], этот сорт в полевых условиях может быстрее укорениться и перейти к автотрофному питанию.

Большее количество корешков было у проростков сорта Зимогор на обоих фонах, у остальных сортов показатель был ниже на фоне $0 + N_{30}$ на 0,1–1,3 шт. ($НСР_{05} = 0,1$ шт.), на фоне $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{30} + N_{30}$ на 0,2–1,3 шт.

Комплексным показателем, объединяющим вышерассмотренные, является степень развития проростков. Наиболее мощные проростки сформировали семена сорта Зимогор, их проростки оценены выше, чем у других сортов, на контрольном фоне на 0,1–0,8 балла ($НСР_{05} = 0,1$ балла), на удобренном фоне на 0,2–0,8 балла (табл. 3). Фон с дробным применением удобрений обеспечил увеличение данного показателя у всех сортов в сравнении с фоном без применения удобрений на 0,1–0,3 балла ($НСР_{05} = 0,1$ балла).

Таблица 3 – Физиологическая оценка проростков сортов озимой тритикале на разных фонах минерального питания (среднее за 2018–2020 гг.)

Фон минерального питания (А)	Сорт (В)	Степень развития проростков, балл	Коэффициент симметрии	Сила роста, %	
$0 + N_{30}$ (к)	Зимогор (ст.)	4,7	17,5	90	
	Корнет	4,4	17,4	82	
	Ижевская 2	4,4	24,3	87	
	Атаман Платов	4,4	24,1	84	
	Берекет	4,4	25,4	85	
	Бета	4,5	17,2	85	
	Истокский 1	4,3	17,2	85	
	Гектор	4,2	19,5	83	
	Гирей	4,0	14,9	81	
Тулус	4,6	12,3	90		
$N_{32}P_{32}K_{32} + N_{30} + N_{30}$	Зимогор (ст.)	4,9	13,6	94	
	Корнет	4,7	14,7	87	
	Ижевская 2	4,6	19,1	92	
	Атаман Платов	4,6	18,0	91	
	Берекет	4,6	20,1	87	
	Бета	4,7	14,5	91	
	Истокский 1	4,5	16,5	85	
	Гектор	4,5	18,3	87	
	Гирей	4,1	14,8	86	
Тулус	4,7	14,5	92		
Среднее (А)	$0 + N_{30}$ (к)	4,4	19,0	85	
	$N_{32}P_{32}K_{32} + N_{30} + N_{30}$	4,6	16,4	89	
$НСР_{05}$	главных эффектов	А	0,1	–	1
		В	0,1	–	1
	частных различий	А	0,1	–	3
		В	0,1	–	2

Вторым показателем, характеризующим биологическую ценность семян, является коэффициент симметрии. В среднем за три года исследований более высокими урожайными свойствами обладали семена, выращенные на фоне $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{30} + N_{30}$. Коэффициент симметрии был ниже, чем на контрольном фоне, на 2,6 ед. Наименьшие значения коэффициента были у сортов Гирей и Тулус, выращенных на обоих фонах минерального питания, а также у сортов Зимогор, Корнет и Бета – на фоне с дробным применением удобрений. В этих вариантах коэффициент симметрии был в пределах 12,3–14,9. По мнению омских ученых, разработчиков данной методики [8], чем ниже коэффициент симметрии, тем выше урожайные свойства семян. Асимметрия развития надземной и подземной части проростков отклоняется у этих сортов в сторону лучшего развития корневой системы, что и даст преимущество при формировании молодых растений в полевых условиях.

Наибольшие значения коэффициента симметрии на контрольном фоне были у проростков сортов Ижевская 2, Атаман Платов и Берекет (24,1–25,4), но при выращивании этих сортов на фоне с дробным применением удобрений показатель уменьшился на 5,2–6,1 ед., тогда как у других сортов – на 0,1–3,9 ед.

Следует отметить влияние на коэффициент симметрии и условий вегетации. Наименьшие значения показателя были в неблагоприятном для формирования показателей качества семян в 2019 г., а значит, эти семена обладали более высокими урожайными свойствами. Дробное применение удобрений привело к снижению показателя в среднем на 30 %, тогда как в другие годы – на 7 и 10 %. Но проявились и сортовые особенности. Так, у сортов Истокский 2, Гирей и Тулус коэффициент симметрии был ниже на контрольном фоне минерального питания. Полагаем, причину этого надо искать в биологии самого растения.

Биологическую ценность семян характеризует и сила роста. В среднем за годы исследования наибольшая сила роста семян на фоне с одной только подкормкой отмечена у сортов Зимогор и Тулус, что выше аналогичного показателя других сортов на 3–9 %, на фоне дробного применения удобрений – у сорта Зимогор на 2–9 % ($НСР_{05} = 2 \%$). Применение удобрений увеличило силу роста большинства сортов, кроме сортов Берекет, Истокский 1 и Тулус, на 4–7 % ($НСР_{05} = 3 \%$) в сравнение с фоном без применения удобрений.

Выводы и рекомендации. Применение минеральных удобрений в технологии выращивания озимой тритикале обеспечило

существенное увеличение урожайности всех сортов на 26–95 %. Наибольшую отзывчивость на дробное внесение удобрений показали сорта Берекет и Тулус, урожайность семян данных сортов увеличилась соответственно на 95 и 70 %. Эти сорта можно отнести к высоко интенсивным.

Минеральные удобрения обеспечили получение биологически более полноценных семян, что объясняется формированием более мощных проростков при прорастании семян, снижением коэффициента симметрии и повышением силы роста.

Список литературы

1. Вафина, Э. Ф. Микроудобрения и формирование урожая овса в Среднем Предуралье: монография / Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов, В. Г. Колесникова. – Ижевск, 2007. – 139 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Ларионов, Ю. С. Степень развития органов проростков семян бобовых культур как показатель их потенциальной продуктивности / Ю. С. Ларионов, А. П. Горбатая // Вестник Алтайского ГАУ. – 2012. – № 2 (88). – С. 17–18.
4. Ларионов, Ю. С. Глубина заделки семян яровой пшеницы и ячменя в связи с развитием обыкновенной гнили на примере Западной Сибири: метод. рекомендации / Ю. С. Ларионов, В. А. Чулкина, А. К. Чешиков. – Новосибирск, 1976. – 29 с.
5. Лихачев, Б. С. Особенности определения силы роста свежубранных семян зерновых культур / Б. С. Лихачев, Л. Г. Захарова // Селекция и семеноводство. – 1986. – № 5. – С. 52.
6. Методика определения силы роста семян // Государственная семенная инспекция МСХ СССР. – М., 1983. – 14 с.
7. Петуховский, С. Л. Фенотипическая изменчивость органов проростков семян яровой пшеницы как критерий урожайных свойств генотипа сорта в конкретных условиях выращивания / С. Л. Петуховский, Ю. С. Ларионов, О. А. Ларионова // Омский научный вестник. – 2013. – № 2 (124). – С. 71–75.
8. Способ определения урожайных свойств семян пшеницы : патент RU 2588468 С 2, МПК А01С 1/00, А01Н 1/04 / Фризен Ю. В., Ершов В. Л.; патентообладатель ФГБОУ ВПО «Омский ГАУ имени П. А. Столыпина». – № 2014141477/10; заявл. 14.10.2014; опубл. 27.06.2016, Бюл. № 18. – 6 с.

**О. Б. Поробова, К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских,
Т. С. Копысова, А. Б. Спиридонов**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ СУШКИ ВОДОРΟΣЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УДОБРЕНИЙ

Приводится сравнительный анализ методов сушки водорослей. Рассмотрены гистологические изменения, происходящие в процессе сушки. Определены процессы выделения влаги в зависимости от плотности и зрелости внутренних тканей водных растений.

Актуальность. Пруды и мелкие речушки Удмуртской Республики ежегодно зарастают водной растительностью, нарушая условия существования обитателей этих водоемов. Их очисткам, посредством удаления водорослей и «агрессивных» растений, приводит к накоплению на берегах гниющих остатков. При этом водные растения и водоросли являются хорошим сырьем для производства удобрений. Однако в силу физиологических и биохимических особенностей они быстро портятся. При длительном хранении водоросли перед обработкой следует консервировать. В настоящее время применяются четыре метода консервирования: засолка, химическая консервация, замораживание и сушка. Для производства удобрений оптимально подходит сушка.

Материалы и методики. Для проведения экспериментов были отобраны пробы водорослей из водоемов Удмуртской Республики. Рассматривались режимы сушки в естественных условиях, конвективная сушка при температуре около 100 °С и сушка в поле СВЧ.

Результаты исследований. В процессе удаления воды на поверхности в большом количестве выделяется густая слизь, которая под действием микроорганизмов и клеточных ферментов быстро становится мутной и разжижается. В этом случае размягчение тканей происходит сначала на поверхности стебля, а затем в его толщине. В результате стебель разрушается и превращается в мутную аморфную грязно-коричневую массу с кисловатым запахом. Повышение температуры воздуха, толстый слой водорослей и попадание атмосферных осадков ускоряют процесс его разрушения [8].

Самый старый и популярный метод консервирования водоросли – это естественная сушка. В результате сушки содержание

воды в них снижается до 18–20 %, то есть такой влажности, при которой водоросли могут храниться длительное время без ухудшения качества и бактериального разложения. В результате сушки свежих водорослей получается в 8–10 раз меньше товарного сухого продукта от исходной массы [5, 6].

При естественной сушке динамика процесса сушки слоевища зависит от погоды, расположения растений, частоты их переноса, толщины пластинок и т.д. Слоевища, развешенные вертикально, всегда высыхают быстрее, чем разложенные горизонтально. В тени слоевище сохнет примерно в 1,5 раза медленнее, чем на солнце. В пасмурные дни время высыхания значительно увеличивается. Сушеные водоросли содержат 18–20 % воды. Пластина должна быть упруго жесткой и хрупкой в мелких местах. Водоросли, содержащие от 24 до 26 % воды, нестабильны при хранении. Продукт высочайшего качества можно получить при искусственной сушке, которую необходимо проводить при температуре воздуха 50–60 °С и его интенсивной циркуляции. В этих условиях на сушку слоевищ после одних суток естественной сушки, содержащей 30–40 % влаги, требуется 6–8 часов, а на полное высыхание сырых слоевищ – 14–16 часов. Сразу после высыхания содержание воды в разных частях сухой пластины неодинаково, и для равномерного распределения водоросли должны стоять несколько дней в плотно закрытом состоянии. После этого содержание воды в разных частях равномерно распределится по всей пластине [3, 4, 10].

Погодные условия Удмуртской Республики не отличаются стабильностью (температура и влажность в летний сезон), как и химико-технологическими свойствами видов местной флоры, поэтому как при естественной, так и при искусственной сушке динамика процесса высушивания сырца может быть несколько иной.

Интенсивная сушка уплотненных мелкоклеточных слоев внутренней и внешней подкормки приводит к сильной деформации, скручиванию, ломкости сушильных пластин. Еще более сильное термическое воздействие на растения, как сказано, вызывает слеживание и карамелизацию углеводов, снижение содержания и даже разрушение альгинатов. Однако это не нарушает активности клеточных ферментов и поверхностной микрофлоры. В результате одновременно с сушкой пластин происходят процессы лизиса клеток, мацерации и разжижения тканей, которые сопровождаются потерей качества сырья – снижением содержания маннита, альгината и других полезных соединений [7]. Следовательно, можно

сделать вывод о необходимости повышения температуры сушки до оптимальной для инактивации ферментов и микроорганизмов.

Для подбора методов сушки были рассмотрены исследования, проводимые ранее по сушке личинок мухи *Hermetia Illucens* и шлама МУП «Ижводоканал» [1, 2, 9].

Для предварительной оценки параметров сушки водорослей были проведены однофакторные эксперименты по кинетике сушки. В ходе экспериментов выяснялись режимы сушки, скорость испарения влаги. Проводились замеры влажности высушиваемого материала в течение всего периода сушки. Контролировался расход энергии на испарение влаги [1, 2].

Продолжительность естественной сушки составила 3 дня при следующих параметрах: температура воздуха +29...+31 °С, относительная влажность 35–40 %, давление 763–765 мм рт. ст. Данный метод оказался самым продолжительным и требующим больших площадей.

При конвективной сушке водоросли помещались в сушильный шкаф, где нагревались до 80...120 °С. Скорость испарения влаги росла при увеличении температуры теплоносителя, однако также увеличивается вероятность необратимого перегрева высушиваемого материала.

Во время проведения эксперимента наблюдалось выделение неприятного запаха водорослей. По истечении 38 минут водоросли были извлечены и взвешены после полного остывания. Из 185 граммов собранного вещества, после конвективной сушки осталось 34,7 грамма.

Время сушки в СВЧ-поле составляла 8 минут. Сопровождалось большим выделением влаги из образцов в виде пара. Присутствовал также неприятный запах «тины». Масса полученного образца составила 18,6 г, что является 1/10 частью исходного материала, направленного на обработку.

Для выявления эффективности сушки и возможности применения высушенных водных растений и водорослей в качестве удобрений, были проведены экспериментальные посадки семян листового салата. Для этого были высажены четыре партии растений: первая – в грунт вносился материал, высушенный естественным способом; вторая – в грунт вносился материал, высушенный тепловой конвекцией; третья – в грунт вносился материал, высушенный в поле СВЧ; четвертая (контроль) – грунт без добавок. Исследования показали интенсификацию процесса роста растений

при внесении высушенного материала, что говорит о сохранности полезных компонентов. Особой разницы во всхожести и интенсивности роста салата при использовании водорослей, высушенных различными способами, не обнаружено.

Вывод. Ввиду продолжительности сушки в естественных условиях был рассмотрен вариант ускорения процесса сушки тепловой конвекцией и СВЧ-полем. А с точки зрения энергопотребления более эффективной является тепловая конвекция.

Список литературы

1. Anisimova, K. Identification of energy-saving methods of the *Hermetia Illucens* larvae drying / K. Anisimova., N. Glavatskih., O. Porobova., M. Yurkov // *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. – 2019. – С. 420–423.
2. Анисимова, К. В. Исследование органоминерального удобрения из шлама МУП «Ижводоканал» / К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова, Т. С. Копысова // *Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы 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, д. с-х. н., проф. А. И. Любимова*. В 2-х томах. – Ижевск, 2020. – С. 168–171.
3. Белякова, Г. А. Ботаника: в 4 т. Т. 1. Водоросли и грибы: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. А. Белякова, Ю. Т. Дьяков, К. Л. Тарасов. – М.: Академия. 2006. – 315 с.
4. Гинзбург, А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А. С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.
5. Карпов, А. М. Сушка продуктов микробиологического синтеза / А. М. Карпов, А. А. Улумиев. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 216 с.
6. Кизеветтер, И. В. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений / И. В. Кизеветтер, В. С. Грюнер, В. А. Евтушенко. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 416 с.
7. Костеров, М. А. Исследование процесса тепло- и массопереноса при сушке тонкодисперсных материалов / М. А. Костеров, В. И. Лапицкий, Г. М. Михайлов // *Реология в процессах и аппаратах химических производств*. – Волгоград, 1972. – С. 69–73.
8. Пронина, О. А. Сырьевые ресурсы и промысел водорослей Белого моря / О. А. Пронина // *Рыбное хозяйство*. – 2002. – № 4. – С. 45–47.
9. Спиридонов, А. Б. Разработка лабораторной установки для сушки личинок мухи *Hermetia Illucens* в виброожиженном слое / А. Б. Спиридонов, К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, М. А. Юрков // *Вестник Казанского ГАУ*. – 2019. – Т. 14. – № 4–2 (56). – С. 81–85.

10. Цапко, А. С. Механизация добычи и первичная обработка морских водорослей / А. С. Цапко. – М.: Пищевая промышленность, 1968. – 160 с.

УДК 378.663.091.3

Т. А. Родыгина

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ФОРМИРОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У СТУДЕНТОВ ПОСРЕДСТВОМ ДИДАКТИЧЕСКИХ ИГР НА ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ

Представлены результаты формирования коммуникативной компетенции у студентов агроинженерного факультета при проведении дидактических игр по физике. Актуальность обусловлена тем, что от сформированности коммуникативной компетенции зависит эффективность реализации студентом своего потенциала как в учебном процессе, так и дальнейшей в профессиональной деятельности.

Актуальность. Одной из важных профессиональных компетенций будущего специалиста является коммуникативная компетенция как способность осуществлять эффективное взаимодействие в образовательной системе «человек-человек». Такое взаимодействие всесторонне научает, развивает и обогащает человека [3]. Задача ее формирования актуализируется в условиях развития цифровой педагогики и дидактики [5]. Ее решение во многом зависит не только от возможностей образовательного менеджмента, но и от психологических факторов, в том числе психологических особенностей студентов [4].

Действительно, обучаясь в высшем учебном заведении, независимо от направления, выпускник должен освоить техники вербального и невербального общения, уметь устанавливать контакты с окружающими и увлекать в совместную деятельность, уметь слушать, убеждать, отстаивать свою точку зрения, грамотно и аргументировано излагать информацию как в системах межличностной, так и цифровой образовательной коммуникации [1, 6, 7]. От того как будет сформирована данная компетенция, зависит процесс будущей адаптации выпускника в трудовом коллективе.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили данные тестирования студентов на агроин-

женерном факультете. Для исследования было отобрано 56 карт. Статистическая обработка данных проводилась с применением компьютерной программы «EXCEL».

Результаты исследований. Для формирования коммуникативной компетенции у студентов было предложено использовать дидактические игры, которые проводятся в группах с целью мониторинга знаний и умений по физике. Предварительно было проведено анкетирование по стандартизованным анкетам для определения начального уровня коммуникативных умений у студентов. Данные обработки анкет приведены на рисунке 1.

Из анализа рисунка 1 видим, что высокий уровень коммуникативной компетенции у 20 % студентов. Только 11 студентов не испытывают дискомфорт, выступая перед группой студентов, и свободно владеют навыками общения. Большая часть студентов (50 %) имеет низкий уровень компетенции.

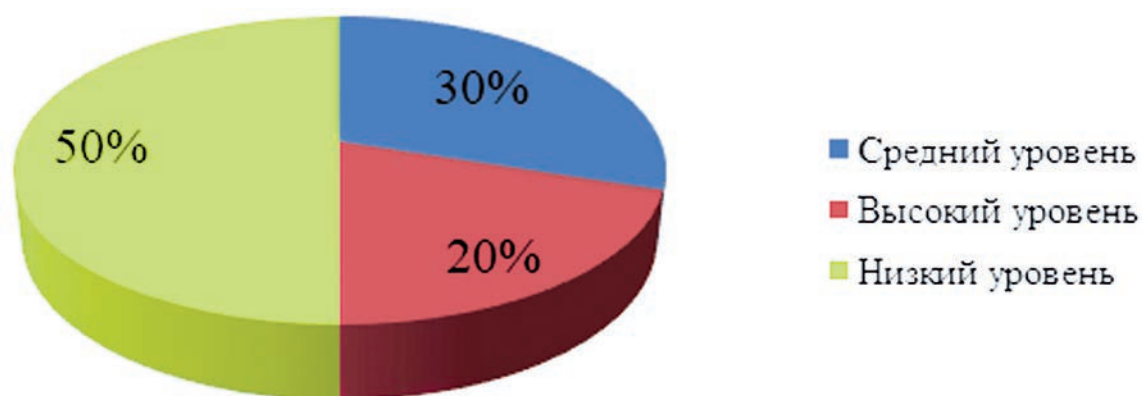


Рисунок 1 – Уровни коммуникативной компетенции у студентов агроинженерного факультета

На материале одной из тем по физике была применена активная форма тестового контроля в виде дидактической игры.

Первоначально студенты проходили индивидуальное тестирование по тестовым картам для определения уровня обученности, затем, работая с теми же вариантами, они объединялись в группы по 4–5 человек для повторного тестирования. При этом довольно быстро стихал шум, происходила самоорганизация групповой деятельности, каждый пытался учить другого. Такие коллективные обсуждения способствуют выработке умения видеть проблему с разных точек зрения, принимать в расчёт большое количество факторов и выбирать альтернативные решения. В ходе дискуссии студенты получают навыки устной речевой культуры и аргументи-

рования своей позиции. По результатам дидактической игры было получено, что существенные изменения произошли на базовом уровне умений на 23 %, а процент усвоения знаний по теме увеличился на 13 % [8, 9].

Затем было проведено повторное анкетирование и были получены следующие показатели: 72 % (40 студентов) фиксируют высокий уровень сформированности коммуникативных умений; 19 % – со средним уровнем и 9 % – с низким уровнем сформированности коммуникативных умений. Доля студентов с высоким уровнем сформированности коммуникативных умений выросла на 42 % (с 11 до 40 студентов), на низком уровне доля студентов снизилась на 11 %. Таким образом, можно сделать вывод, что дидактическая игра способствует формированию коммуникативных умений у будущих инженеров, позволяет формировать образ профессиональных ситуаций, приобрести опыт принятия решений в различных ситуациях [10].

Оценку сформированности уровня коммуникативной компетенции студентов агроинженерного факультета целесообразно проводить на каждой ступени обучения: в системе «школа – вуз», бакалавриат, магистратура. Алгоритм технологии диагностики и подходы к определению содержания начального уровня сформированности компетенций изложены в работах [11, 12].

Выводы и рекомендации. Таким образом, установлено, что проведение дидактических игр позволяет воссоздать ситуации межкультурного общения и ситуации реальной профессиональной деятельности, что способствует формированию комплекса знаний и умений для выработки тактики и стратегии общения с целью решения профессиональной коммуникативной задачи. Дидактическая игра представляет собой средство обучения реальной коммуникации и эффективный инструмент закрепления знаний, оптимальной оценки уровня языковой подготовки студентов.

Список литературы

1. Бадмаев, С. В. Деловая игра как средство формирования коммуникативной компетенции будущих менеджеров / С. В. Бадмаев // Социально-экономические и психологические проблемы управления: материалы 1 Междунар. науч.-практ. конф., Ч 1. – М., 2013. – С. 366–377.
2. Гинзбург, Я. С. Социально-психологическое сопровождение деловых игр [Электронный ресурс] / Я. С. Гинзбург, Н. М. Коряк. – URL: <http://psychlib.ru/mgrpu/hre/hre-332.htm#p332> (дата обращения: 28.06.2021).

3. Малахова, О. Н. Общение как фактор антропосоциогенеза / О. Н. Малахова // Устойчивому развитию АПК – научное обеспечение: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2004. – С. 261–271.
4. Поносов, Ф. Н. Выбор студентами цифрового образовательного ресурса: психологический аспект / Ф. Н. Поносов, О. Н. Малахова, О. А. Жученко // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Акмеология образования. Психология развития. – 2021. – Т. 10, вып. 2 (38). – С. 158–1675.
5. Малахова, О. Н. Цифровая педагогика в высшей школе как современный педагогический дискурс и профессиональный вызов / О. Н. Малахова // Актуальные вопросы энергетики АПК: м-лы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 91–92.
6. Жученко, О. А., Малахова О. Н. Повышение уровня познавательной мотивации будущих профессионалов аграрного ВУЗа в смешанном обучении / О. А. Жученко, О. Н. Малахова // Пензенский психологический вестник. – 2020. – № 4. – С. 197–200.
7. Мокринская, Н. А. Деловая игра как метод активного обучения и развития профессиональной компетенции / Н. А. Мокринская // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 4. – С. 197–200.
8. Идиатуллин, В. С. Дидактические игры на основе тестового контроля / В. С. Идиатуллин, И. Т. Русских // Новые образовательные технологии и педагогические новации в системе высшего образования: м-лы VIII науч.-метод. регион. конф. – Ижевск, 1996. – С. 164–167.
9. Идиатуллин, В. С. Изучение и оценка эффективности дидактических процессов / В. С. Идиатуллин, И. Т. Русских // Актуальные проблемы аграрного сектора: м-лы науч.-практ. конф. – Ижевск, 1997. – С. 7–8.
10. Шаимова, Г. А. Формирование коммуникативной компетенции посредством метода «ролевая игра» / Г. А. Шаимова // Молодой учёный. – 2012. – № 8 (43). – С. 382–383.
11. Русских, И. Т. Алгоритмизированная технология диагностики структуры и динамики обученности учащихся в системе «школа-вуз» / И. Т. Русских, Т. А. Родыгина, Г. М. Белова // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2020. – № 6. – С. 75–79.
12. Родыгина, Т. А. Квалиметрический подход к определению содержания диагностики начального уровня компетенций магистров направления подготовки «Агроинженерия» / Т. А. Родыгина, Г. М. Белова, И. Т. Русских // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2020. – № 6. – С. 75–79.

И. Т. Русских, М. Ю. Русских
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУППОВОЙ СПЛОЧЁННОСТИ КОЛЛЕКТИВА

Представлены результаты исследования групповой сплочённости у студентов. Актуальность исследования обусловлена тем, что от сформированности коммуникативной компетенции зависит эффективность реализации студентом своего потенциала как в учебном процессе, так и в его дальнейшей профессиональной деятельности.

Актуальность. Способность анализировать межличностные отношения и достигать в них взаимного понимания и расположения может помочь решить многие социальные проблемы развития отдельного индивида, группы и коллектива в целом [2].

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили данные анкетирования респондентов. Для исследования было отобрано 40 карт. Были использованы методы социометрии. Статистическая обработка данных проводилась с применением компьютерной программы «EXCEL» [3, 6].

Результаты исследования. Для отбора диагностируемого материала было проведено исследование в форме анкетирования с применением методики диагностики индекса групповой сплоченности Сишора [1] и методики В. С. Ивашкина ценностно-ориентационного единства коллектива.

Для этого были сформированы две независимые группы по 20 человек в каждой. Первая группа (далее группа экспериментальная) – сотрудники поездной бригады пассажирского поезда, вторая (далее группа контрольная) – студенты направления подготовки «Магистратура» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. На рисунке 1 представлена диаграмма по уровням образования участников в анкетировании. Из данных рисунка 1 следует, что респонденты экспериментальной группы имеют все уровни образования в равных процентных соотношениях. В контрольной группе все участники эксперимента 100 % имеют высшее образование. Анализ возрастного состава представлен на рисунке 2.

Анализируя рисунок 2, видим, что 60 % сотрудников в экспериментальной группе до 35 лет, в контрольной группе данный показатель составляет 100 %.

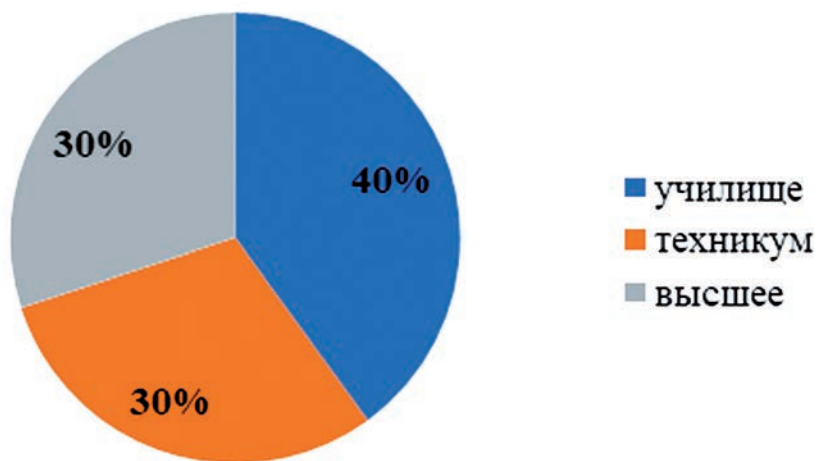


Рисунок 1 – Уровни образования участников анкетирования в экспериментальной группе

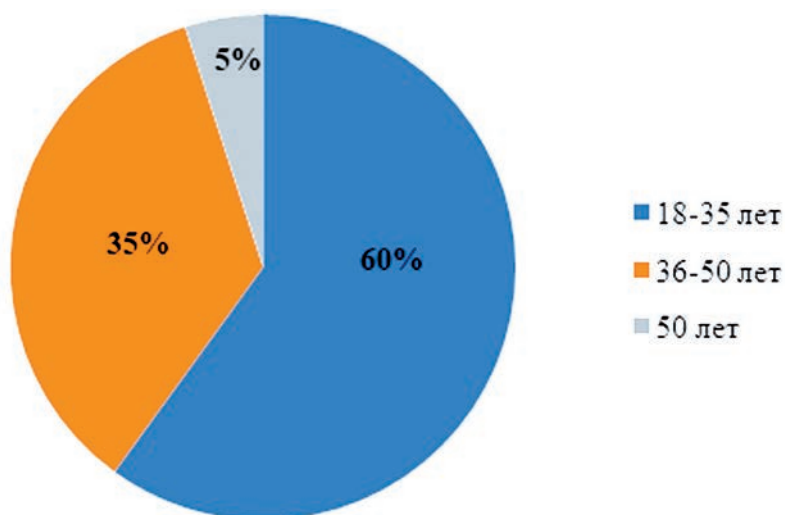


Рисунок 2 – Возрастные группы участников анкетирования в экспериментальной группе

Результаты анкетирования были обработаны и проранжированы. В таблице 1 приведён фрагмент матрицы результатов анкетирования по методике диагностики индекса групповой сплочённости Сисшора.

Таблица 1 – Результаты исследования по методике диагностики индекса групповой сплочённости Сисшора для экспериментальной группы

Вопросы анкеты	№ 1	№ 2	№ 3	...	№ 20
1.Как вы оцениваете себя в коллективе?	1	3	3	...	5
2.Хотели бы вы перейти в другой коллектив, если бы ваши условия труда не изменились?	4	3	5	...	3

Вопросы анкеты	№ 1	№ 2	№ 3	...	№ 20
3.Какие взаимоотношения у вас с другими сотрудниками?	2	2	3	...	2
4.Какие у вас взаимоотношения с вашим руководителем?	1	2	1	...	3
5.Каково отношение вашего коллектива к образованию и карьерному росту?	2	1	2	...	1
Всего баллов	10	11	14	...	14

По столбцам располагаются профили ответов респондентов на каждый вопрос в анкете. Строка матрицы, состоящая из цифр, соответствует ответам участников анкетирования в баллах. Результаты обработки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования методикой диагностики индекса групповой сплоченности Сисшора

Группа	Уровни групповой сплоченности				
	Высокий 19–18 баллов	Выше среднего 17–16 баллов	Средний 15–12 баллов	Ниже среднего 11–7 баллов	Низкий 6–5 баллов
Группа № 1	1	4	6	9	0
Группа № 2	6	5	4	5	0

Анализируя данные таблицы 2, видим, что в экспериментальной группе № 1 45 % (9 человек) респондентов считают, что уровень сплочённости находится на грани индивидуализма и негативного отношения членов этого коллектива друг к другу, в контрольной группе это значение составляет всего 20 %. Шесть участников анкетирования (30 %) считают уровень сплочённости хорошим для эффективной работы, но всё же требующим повышения по возможности. Приблизительно одинаково число респондентов в данных группах (25 % – контрольная и 20 % – экспериментальная) считают, что уровень сплочённости их коллектива сотрудников высокий и свидетельствует о хороших взаимоотношениях и высокой сплочённости. По результатам данной таблицы видно, что 25 % участников из экспериментальной группы и 55 % из контрольной группы оценивают сплоченность своего коллектива выше среднего уровня. Результаты диагностики позволяют утверждать, что сотрудники оценивают свои группы как довольно сплоченные и единые. Это означает, что в данных коллективах присутствует бла-

гоприятная, дружественная атмосфера, нацеленная на взаимопомощь и взаимоподдержку. В целом уровень сплочённости выше в контрольной группе (рис. 3).

Понятие «сплочённость» используется для обозначения таких социально-психологических характеристик коллектива, как степень психологической общности, единство сотрудников коллектива, теснота и устойчивость межличностных взаимоотношений и взаимодействия, степень привлекательности коллектива для его сотрудников [4–6]. В сплочённых коллективах создаётся атмосфера внимательного отношения и взаимной поддержки, у её членов формируется чувство групповой идентичности. Сплочённость порождает также эмоциональную привязанность, принятие общих задач, обеспечивает группе стабильность, способствует выработке общих стандартов, которые делают коллектив устойчивым, несмотря на разнонаправленность индивидуальных устремлений.

Для экспериментальной группы после определения уровня групповой сплочённости как «удовлетворительный» было принято решение определить в ней общие ценности, интересы и направленность. Для этого была использована методика анализа ценностно-ориентационного единства В. С. Ивашкина и В. В. Онуфриевой. Результаты представлены в таблице 3 и на рисунке 4.



Рисунок 3 – Результаты сравнения уровней групповой сплочённости

Таблица 3 – Результаты исследования ценностно-ориентационного единства группы (В. С. Ивашкин и В. В. Онуфриева)

№	Характеристики	Выборы респондентов
1	Трудолюбие	6
2	Дружелюбие	7

№	Характеристики	Выборы респондентов
3	Принципиальность	1
4	Сдержанность	2
5	Веселость	2
6	Справедливость	3
7	Аккуратность	2
8	Общительность	3
9	Честность	3
10	Активность	2
11	Исполнительность	5
12	Искренность	1
13	Порядочность	2
14	Организованность	6
15	Приветливость	8

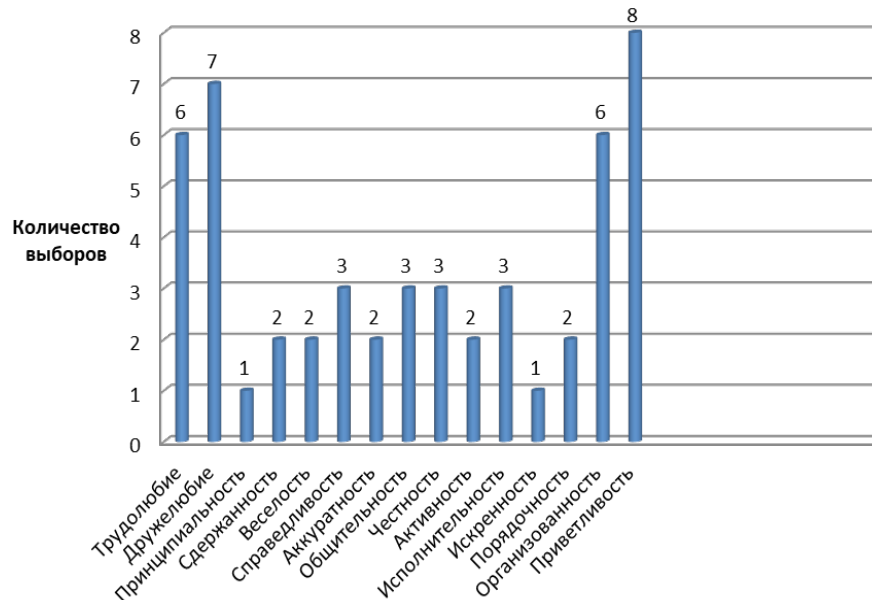


Рисунок 4 – Результаты определения личностных качеств респондентов группы № 1

По представленной диаграмме мы видим, что для экспериментальной группы характерно в большей мере преобладание таких качеств, как трудолюбие, дружелюбие, организованность, приветливость и отзывчивость. Это свидетельствует о том, что у членов данного коллектива ярко выражено позитивное отношение к трудовой деятельности, отчетливо проявляющееся на поведенческом уровне. Кроме этого они готовы доверять окружающим и умеют жить в согласии с людьми разных взглядов и убеждений, способны сочувствовать, сострадать и сопереживать.

По результатам диагностики выявлено, что показатель ценностно-ориентационного единства коллектива составляет 33,3 %.

Выводы и рекомендации. Таким образом, установлено, что данный коллектив достаточно разновозрастный и с разным уровнем образования, характеризуется средним ценностно-ориентированным единством. Для формирования сплочённого коллектива требуется проведение специализированных мероприятий.

Список литературы

1. Галина, А. Э. Сплочённость персонала как фактор повышения эффективности деятельности работников / А. Э. Галина, М. А. Подалова // Аллея науки. – 2018. – Т. 8. – № 5 (21). – С. 515–518.
2. Ермоленко, Л. В. Развитие межличностных отношений в студенческой группе / Л. В. Ермоленко, Е. Ю. Дюйзен // Студенческая наука XXI века. – 2015. – № 3. – С. 63–65.
3. Кибанов, А. Я. Управление персоналом организации: учебник / Под ред. А. Я. Кибанова. – М.: ИНФРА – М, 2017. – 695 с.
4. Коломенский, Я. Л. Психология коллектива: система личных взаимоотношений / Я. Л. Коломенский. – М.: Просвещение, 2014. – 268 с.
5. Королёва, О. А. Сплочённость коллектива в организации / О. А. Королёва // Новая наука: от идеи к результату. – 2015. – № 6–1. – С. 92–95.
6. Уманский, Л. И. Методы экспериментального исследования социально – психологических феноменов / Л. И. Уманский // Методология и методы социальной психологии. – М.: Наука, 2016. – С. 54–71.

УДК 633.112.9«324»:631.527(470.4/5)

И. Н. Серебренникова, Т. А. Бабайцева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

В статье приведен обзор научной литературы, в котором освещен анализ проблем, связанных с распространением озимой тритикале в Среднем Предуралье. Формирование экологически пластичных сортов – одна из первоочередных задач селекции озимой тритикале, решение которой даст возможность быстрее включить в производство новые сорта данной культуры.

Полевые, в том числе и зерновые культуры, размещаются по регионам Российской Федерации, прежде всего исходя из их биологических потребностей в основных факторах жизни в разные периоды развития. В этом случае их распространение в неблагоприятной для возделывания природно-климатической зоне ограничивается нерегулируемым или слабо регулируемым фактором (температура, влагообеспеченность, почвенное плодородие) [1].

В Среднем Предуралье климатические условия благоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур, но для озимых зерновых культур в зимний период создается сложные условия для сохранения растений. В этих условиях очень сложно подобрать идеальный сорт для возделывания зерновых культур [6].

Тритикале представляет собой новый ботанический род, полученный путем объединения хромосомных комплексов двух разных родов – пшеницы и ржи. Это единственная культура, не имеющая аналогов в природе, отличающаяся большим потенциалом урожайности, повышенным содержанием белка, незаменимых аминокислот (лизин, триптофан), повышенным содержанием белка в зерне по сравнению с пшеницей [9]. Это культура универсального направления использования – зеленая масса хорошо поедается скотом, может быть использована для приготовления сена, сенажа, травяной муки, зерно – в кормлении птицы, крупного рогатого скота, свиней, также можно использовать в хлебопечении в смеси с пшеничной мукой [7].

Несмотря на значительные преимущества тритикале, эта культура, к сожалению, остается в Удмуртии в числе почти экзотических [11]. В республике возделыванием озимой тритикале начали заниматься с 2009 г., посевы её в этот год составили всего 160 га. За семь лет посевные площади увеличились на 980 га. В 2016 г. уборочная площадь её составила 1140 га, урожайность зерна – 1,64 т/га [10].

Но впоследствии площади посева под тритикале снизились. Нестабильная урожайность по годам, склонность к полеганию и прорастание зерна на корню, позднеспелость, щуплость зерна, поражение снежной плесенью и корневыми гнилями сдерживают расширение посевов озимой тритикале [6]. Еще одной немаловажной причиной малого распространения озимой тритикале в республике является отсутствие в производстве высокоурожайных со-

ртов, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессам, характерным для почвенно-климатических условий региона.

В современной селекции тритикале имеется ряд трудно решаемых проблем. Основные из них: создание скороспелых сортов; борьба со склонностью растений к полеганию, повышение устойчивости посевов к снежной плесени и другим опасным болезням, необходимость улучшения качества зерна и зелёной массы. Зерно тритикале характеризуется морщинистостью и склонностью прорастания зерна на корню. Вероятность таких явлений возрастает с увеличением продолжительности вегетационного периода и поздним созреванием растений [8]. Поэтому необходим эколого-географический подход к решению проблемы, учитывающий экстремальные почвенно-климатические условия региона [11].

Таким образом, распространение тритикале в Удмуртии напрямую связано с результативностью селекционной работы, успех которой будет зависеть, с одной стороны, от наличия научно обоснованной программы, с другой – от качества исходного материала, используемого для ее реализации [4]. Интродукция озимой тритикале в Удмуртскую Республику была осуществлена учеными Ижевской ГСХА Е. В. Собенниковым и Г. Я. Петровым в 1968 г. Ими была изучена биология культуры, определено основное направление ее использования в регионе – на кормовые цели. Одновременно начата селекционная работа, результатом которой стало создание сорта Ижевская 2 кормового направления использования, включенного в Государственный реестр селекционных достижений с 2011 г. [3]. Этот сорт обладает хорошей зимостойкостью и регенерационной способностью весной после поражения снежной плесенью [2]. Но, вместе с тем, имеет и ряд недостатков – высокорослость, слабую устойчивость к полеганию, мелкосемянность.

Современные требования сельскохозяйственного производства к сортовому ассортименту существенно увеличились, поэтому необходимо создание конкурентоспособных сортов, адаптированных к условиям Среднего Предуралья. В связи с этим возникает необходимость вести дальнейшую селекционную работу с учетом новых требований.

Важная задача в эколого-генетическом направлении селекции тритикале – это поиск доноров устойчивых генотипов с максимальной продуктивностью. На основе сортов Ижевская 2 зерно

кормового направления использования и Корнет зернового направления нами была построена модель сорта [5, 6]. В соответствии с данной моделью урожайность зерна, масса зерна колоса, массы 1000 зерен у модельного сорта должна быть выше, чем у стандартных сортов. Высота растений планируется на уровне показателя сорта Ижевская 2 или ниже, но при этом планируется достичь высокой устойчивости к полеганию на уровне сорта Корнет. Необходимо сохранение зимостойкости на уровне аналогичного показателя сорта Ижевская 2 (8–9 баллов).

Повышение устойчивости к засухе считаем возможным за счет сохранения воскового налета на поверхности растений на уровне стандартного сорта Корнет. Новый сорт должен характеризоваться следующими морфологическими признаками: полупрямостоячим типом куста, вертикально ориентированным флаговым листом, полупонижающим колосом, который облегчит стекание с него влаги во время дождя и предохранит от прорастания зерна перед уборкой, слабым опушением подколосовой части соломины с целью защиты от аккумуляирования влаги и накопления грибной инфекции.

С ориентацией на данную модель сорта создается новый исходный материал и селекционные линии, которые изучаются на разных этапах селекционного процесса.

Таким образом, формирование экологически пластичных сортов – одна из первых задач селекции озимой тритикале, решение которой даст возможность быстрее включить в производство новые сорта озимой тритикале.

Список литературы

1. Адаптивные технологии возделывания озимых зерновых культур в Среднем Предуралье: рекомендации / С. Л. Елисеев, Т. С. Вершинина, В. П. Мурыгин, В. А. Попов. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2017. – С. 7.
2. Бабайцева Т. А. Сорт – основа повышения эффективности производства зерна: практическое пособие / Т. А. Бабайцева [и др.]. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – С. 23.
3. Бабайцева, Т. А. Оценка селекционного материала озимой тритикале / Т. А. Бабайцева, И. В. Стерхова, К. С. Кунавина // Вестник Ижевской ГСХА. – 2013. – № 1 (34). – С. 53–55.
4. 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. – С. 7–11.

5. Бабайцева, Т. А. Модель сорта озимой тритикале для условий среднего Предуралья / Т. А. Бабайцева, Т. В. Гамберова // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2018. – № 1. – С. 27–31.

6. Бабайцева, Т. А. Оценка исходного материала для селекции озимой тритикале в Среднем Предуралье: монография / Т. А. Бабайцева, Т. В. Гамберова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 156 с.

7. Грабовец, А. И. Итоги и перспективы селекции озимого тритикале на Дону / А. И. Грабовец, А. В. Крохмаль // *Тритикале: генетика, селекция и агротехника, использование зерна и кормов: м-лы Междунар. науч.-практ. конф.* – Ростов-на-Дону, 2014. – С. 37–44.

8. Озимая и яровая тритикале в Российской Федерации (Коллективная монография) / А. М. Медведев, Л. М. Медведева, Н. Г. Пома [и др.]. – Москва – Немчиновка, 2017. – С. 15.

9. Пути и методы улучшения тритикале в процессе селекции в Центральном регионе России / Н. Г. Пома, А. В. Сергеев, В. В. Осипов, С. Д. Жихарев // *Достижения и перспективы научного обеспечения агропромышленного комплекса Центрального региона России: м-лы науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Московского НИИСХ «Немчиновка»*. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2012. – С. 91–99.

10. Туктарова, Н. Г. Производство зерна озимых зерновых культур в Удмуртской Республике / Н. Г. Туктарова // *Известия Оренбургского ГАУ*. – 2017. – № 3. – С. 24–26.

11. Эколого-генетический подход к селекции растений (на примере хлопчатника и тритикале): монография / В. А. Бободжанов, В. А. Драгавцев. – Санкт-Петербург: ВНИИР им. Н. И. Вавилова, 2002. – 110 с.

УДК [635.9:582.681.81]:632(470.51-25)

Н. Ю. Сунцова, Е.С. Глухов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНКИ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТОПОЛЯ БЕЛОГО В ПОСАДКАХ Г. ИЖЕВСКА

В ходе исследований проведена инвентаризация посадок тополя белого в г. Ижевске. Установлена оценка жизненного состояния, выявлены пороки развития и заболевания и проведена эстетическая оценка. Разработаны рекомендации по уходу, проведение которых позволит сохранить, повысить и улучшить жизнеустойчивость и эстетическую оценку посадок тополя белого.

Актуальность. Тополь белый (*Populus alba* L.) является одной из самых популярных декоративных культур, используемых в озеленении общественных (придорожные посадки, парки, скверы, посадки вдоль берегов водоемов), реже – частных территорий. В садово-парковом искусстве высоко ценится пирамидальная форма, у которой крона начинается низко от земли и состоит из относительно тонких ветвей, растущих под небольшим углом от ствола, благодаря чему нижняя серебристая часть листьев хорошо просматривается на всем протяжении кроны. Пирамидальная форма декоративна круглогодично.

При высоких требованиях к режиму освещения в отношении других экологических факторов тополь белый малотребователен – он морозостоек, довольно газо- и пылестоек, к богатству почвы среднетребователен, предпочитает легкие и средние суглинки, но может произрастать и на тяжёлых почвах, выносит небольшое засоление почвы. Влаголюбив, хорошо переносит длительное затопление, засухоустойчивость средняя [23, 24, 29].

Существенным достоинством рассматриваемого вида является более высокая устойчивость к буреломам, болезням и вредителям, а также гораздо менее обильное плодоношение женских экземпляров по сравнению с другими видами тополей. В числе основных недостатков необходимо отметить способность тополя белого образовывать большое количество корневых отпрысков.

Большая часть посадок тополя белого в г. Ижевске осуществлена в 1970-х и частично – в 1990-х годах. На всем протяжении этого периода инвентаризация посадок древесных растений, как и необходимый систематический уход, не осуществлялись. Данное обстоятельство определило необходимость проведения исследований по оценке жизненного состояния тополя белого в городских посадках.

Материалы и методика. Объектом исследования явились посадки тополя белого в рекреационной, селитебной зонах и в зоне транспортной инфраструктуры. Подеревная инвентаризация посадок была проведена в соответствии с «Инструкцией по проведению инвентаризации и паспортизации насаждений городских озелененных территорий» [2]. Пороки развития растений фиксировались согласно ГОСТ 2140-81 [1]. Жизненное состояние и эстетическая оценка деревьев проводилась по трехбалльным шкалам [3, 4].

Результаты исследований. Результаты подеревной инвентаризации показали, что тополь белый в основном представлен в по-

садках Октябрьского района города. Из исследованных 50 деревьев 38 особей отмечены в рекреационной зоне, 9 – в зоне транспортной инфраструктуры, 3 дерева – в селитебной зоне.

Высота обследованных деревьев варьирует от 5 до 20 м, диаметр стволов – от 4 см до 50 см, диаметр кроны – от 1 до 13 м.

Как показали результаты исследований, 32 особи (63 % от общего числа изученных деревьев) характеризуются удовлетворительной категорией оценки жизненного состояния. У деревьев этой группы зафиксировано неравнобокое развитие кроны, отмеченное произрастающих в группах и рядовых посадках у растений (24 особи), усыхание нижних ветвей кроны – у 10 деревьев, а также оголение и механические повреждения корневой системы, развитие грибных заболеваний на листьях (мучнистая роса тополя, парша тополя, бурая пятнистость листьев тополя), краевой некроз листьев.

Деревья, находящиеся в неудовлетворительном состоянии, в основном произрастают в зоне транспортной инфраструктуры, характеризуются механическими повреждениями стволов, наличием проростей, усыханием кроны и другими пороками. Три дерева относятся к категории «сухостой прошлых лет» и представляют потенциальную угрозу для пешеходов и автотранспорта.

Распределение посадок тополя белого по категориям жизненного состояния в различных функциональных зонах в исследуемом районе города представлено на рисунке 1.

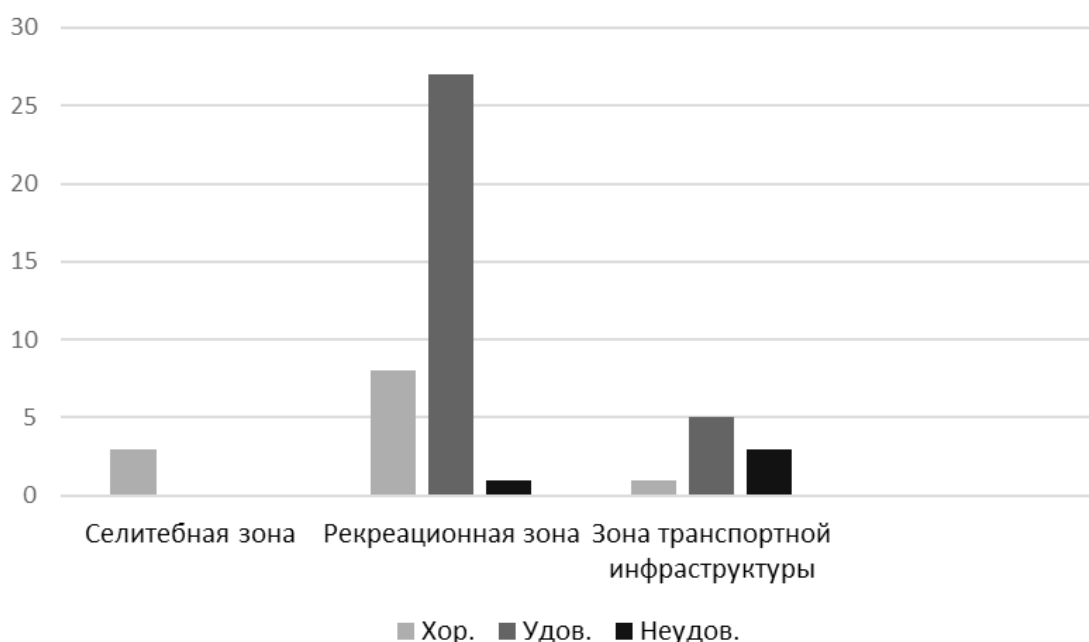


Рисунок 1 – Распределение посадок тополя белого по категориям состояния

Исследования показали, что эстетическая оценка совпадает с оценкой категорий жизненного состояния.

Выводы и рекомендации. Лучшие показатели жизненного состояния имеют посадки, расположенные в рекреационной и селитебной зонах, в худшем состоянии – в зоне транспортной инфраструктуры. На снижение показателей жизненного состояния и эстетической оценки влияют ухудшение светового режима, развитие пороков и инфекционных заболеваний.

Исходя из результатов исследования, в отношении посадок тополя белого необходимо:

1) удаление сухостоя прошлых лет и деревьев с неудовлетворительным состоянием и систематическое удаление корневых отпрысков, загущающих посадки;

2) проведение фитосанитарных мероприятий (обрезка усохших ветвей, обработка раневых поверхностей дезинфицирующими средствами, обработка крон фунгицидами, разрешенными для использования в городских условиях, уборка опавших листьев);

3) проведение соответствующих условиям произрастания агротехнических мероприятий (полива и внесения удобрений).

Несмотря на то, что тополь белый устойчив к неблагоприятным условиям урбанизированной среды, антропогенное воздействие оказывает существенное негативное воздействие на снижение его жизнеустойчивости. Проведение необходимых и своевременных агротехнических и фитосанитарных мероприятий позволит сохранить, повысить и улучшить жизнеустойчивость и эстетическую оценку посадок.

Список литературы

1. ГОСТ 2140-81 Пороки древесины. Классификация, термины и определения. Способы измерения (измененная редакция, изм. № 1, 2, издание январь 2006 г., поправка ИУС N 1, 2020 г.). – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 120 с.
2. Инструкция по проведению инвентаризации и паспортизации городских озелененных территорий / Сост. Г. П. Жеребцова [и др.]. – М.: Прима-М, 2002. – 21 с.
3. Мозолевская, Е. Г. Оценка жизнеспособности деревьев и правила их отбора и назначения к вырубке и пересадке: учебно-методическое пособие. 2-е изд. / Е. Г. Мозолевская [и др.]. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – С. 40.
4. Соколов, П. А. Таксация леса: учеб. пособие для студ. оч., заоч. форм обуч. по напр. «Лесное дело»; Ч. 1: Таксация отдельных деревьев / П. А. Соколов, Д. А. Поздеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2009. – 96 с.

Г. В. Трофимченко, В. И. Макаров
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РАСТИТЕЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПРИ ВЫГОНКЕ ИРИСОВ

Использование льняной костры в смеси с опилками (соотношение 1:1) и в виде моноsubstrата позволяет сформировать благоприятные для развития растений условия питания по азоту, кальцию, магнию и молибдену. При этом увеличивается выход сортовой продукции и доля товарных сортов с высокой стоимостью.

Актуальность. Цветоводство является развивающейся отраслью производства и потребления в современной России. Значительный вклад в производство цветов приходится на защищенный грунт. Известно, что на качество выращенной цветочной продукции в тепличных условиях существенно влияют водно-физические и химические свойства корнеобитаемой среды [1, 2]. На российском рынке в настоящее время представлено большое разнообразие грунтов и substrатов для выращивания растений в защищенном грунте, преимущественно томатов и огурцов. При этом производство овощной продукции производится гидропонным методом с использованием фертигационных растворов.

Для производства цветов при выгонке луковичных культур применяется иная технология. К составу корнеобитаемых сред должны предъявляться другие требования. Современные технологии должны основываться на принципах ресурсосбережения. Поэтому с природоохранной точки зрения является актуальным использование в качестве основных компонентов substrатов различных органических отходов. Наиболее подходящими для выгонки луковичных культур являются отходы деревообработки и льноводства [3–6].

Целью исследований является проведение сравнительной оценки эффективности применения органических substrатов из древесных опилок и льняной костры при выгонке луковиц ирисов.

Материалы и методика. Исследования были проведены в ООО «Цветочная компания «Лилия» (г. Сарапул, Удмуртия). В схему опыта были включены три варианта: 1) опилки (100 %); 2) опилки + костра льняная (по 50 %); 3) костра (100 %). Посадку

луковиц ирисов (сорт Blue Magic) в специальные контейнеры (по 15 луковиц) провели 29.10.2019 г. и 06.06.2020 г. Повторность пятикратная.

Оценку качества цветочной продукции ирисов оценивали по длине цветоноса. Отбор проб листьев для диагностики минерального питания растений провели после выгонки. Анализы диагностических органов растений были выполнены в 2019 г. в лаборатории Den Naap (Нидерланды) и 2020 г. в аналитической лаборатории агрономического факультета ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Результаты исследований. Растительная диагностика является важнейшим методом контроля минерального питания сельскохозяйственных культур. Этот вид диагностики более точно отражает доступность растениям питательных веществ из корнеобитаемых сред. Он характеризует фактическую обеспеченность растений азотом и зольными элементами в сложившихся агроэкологических условиях, их использование отдельными органами цветочных культур.

В исследованиях 2019 г. нами установлено, что на обеспеченность элементами питания растений ирисов оказали влияние различные субстраты (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние субстратов на обеспеченность растений ирисов элементами питания на основе листовой диагностики. Высадка 29.10.19 г.

Элемент питания растения и единица измерения	Вариант			Норма
	опилки 100 % (к)	опилки 50 % + костра 50 %	костра 100 %	
Азот (N), ммоль/кг	400,0	400,0	600,0	600–1000
Фосфор (P), ммоль/кг	40,0	22,0	37,0	50–70
Калий (K), ммоль/кг	217,0	145,0	185,0	300–400
Кальций (Ca), ммоль/кг	176,0	174,0	217,0	200–400
Магний (Mg), ммоль/кг	38,0	30,0	44,0	23–35
Железо (Fe), мкмоль/кг	1,0	0,5	0,5	2,7–6,5
Марганец (Mn), мкмоль/кг	0,3	0,1	0,1	0,2–0,3
Цинк (Zn), мкмоль/кг	0,2	0,1	0,1	0,3–0,5
Бор (B), мкмоль/кг	1,0	0,8	1,0	0,5–1,1
Медь (Cu), мкмоль/кг	26,0	21,0	19,0	47,0–94,0
Молибден (Mo), мкмоль/кг	10,0	3,0	6,0	1,5–4,8

Отмечается недостаточное азотное питание ирисов при их выращивании на опилочном моносубстрате. Содержание общего азота в листьях составило всего 400 ммоль/кг при оптимальном со-

держании этого элемента 600–1000 ммоль/кг. В то же время выгонка ирисов на льняной костре сопровождается улучшением азотного питания растений (600 ммоль/кг). Причиной этого является более высокое содержание азота в составе костры и в питательных грунтах на ее основе [7–8].

Выявлена недостаточная обеспеченность ирисов фосфатами при их выгонке на всех изученных субстратах. С добавлением в состав древесных опилок льняной костры фосфорное питание растений ухудшается, что связано с ретроградацией доступного фосфора в условиях подщелачивания субстрата [9–11].

Следует отметить недостаток в питании растений всех микроэлементов (за исключением молибдена). При выращивании ирисов на костровом моно-субстрате отмечается улучшение питания кальцием и магнием. В то же время обеспеченность растений всеми изученными микроэлементами снизилась в сравнении с контрольным вариантом (опилочный моносубстрат).

В исследованиях, продолженных в 2020 г., получены несколько иные результаты (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние субстратов на обеспеченность растений ирисов элементами питания на основе листовой диагностики, %.
Высадка 06.06.2020 г.

Показатель	Единица измерения	Вариант		
		опилки 100 % (к)	опилки 50 % + костра 50 %	костра 100 %
Содержание азота	% N	0,91	0,95	1,27
	ммоль N/кг	650	679	907
Содержание фосфора	% P ₂ O ₅	0,53	0,61	0,62
	ммоль P/кг	60	69	70
Содержание калия	% K ₂ O	1,84	1,78	2,02
	ммоль K/кг	251	243	276

При выгонке растения ирисов были оптимально обеспечены азотом и фосфором независимо от используемого субстрата. Как и в предыдущий год исследований, наблюдается нехватка в питании растений калия. Содержание этого макроэлемента в листьях не превышало 276 ммоль/кг при оптимальном значении 300–400 ммоль/кг.

Различная обеспеченность растений ирисов питательными элементами существенно сказалась и на качестве полученной цветочной продукции. Установлено, что при выгонке луковиц ирисов на опилоч-

ном моноsubstrate основная часть полученной продукции (90 %) соответствует только первому товарному сорту (табл. 3). Только 94 % срезанных цветов соответствовало нормативным требованиям.

Таблица 3 – Влияние субстратов на товарность срезки ирисов (%), среднее за две закладки

Товарный сорт	Вариант		
	опилки 100 % (к)	опилки 50 % + костра 50 %	костра 100 %
Супер Экстра (более 50 см)	0	7	89
Экстра (45–50 см)	4	56	9
1 сорт (40–45 см)	90	34	0
Нестандартная	6	3	2

В то же время продукция, выращенная на опилочно-костровом субстрате, преимущественно относилась к товарному сорту «Экстра» (56 %). Выгонка луковиц ирисов на костровом моноsubstrate обеспечивает наибольший выход «Супер Экстры» (89 %) при товарности продукции 98 %.

Выводы и рекомендации. Таким образом, использование льняной костры в смеси с опилками в соотношении 1 : 1 и в виде моноsubstrата, позволяет сформировать благоприятные для развития растений условия питания по азоту, кальцию, магнию и молибдену. При этом увеличивается выход сортовой продукции и доля товарных сортов с высокой стоимостью.

Список литературы

1. Котикова, К. В. Технология выгонки новых сортов тюльпанов с использованием различных субстратов и биологически активных веществ / К. В. Котикова. – М.: МГУЛ, 2000. – 96 с.
2. Макаров, В. И. Эффективность использования торфо-костровых грунтов при выращивании рассады бархатцев / В. И. Макаров, Л. Н. Тукаева, Т. В. Злобина // Агрonomическому факультету Ижевской ГСХА – 60 лет: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 35–38.
3. Макаров, В. И. Агрoхимические свойства торфо-костровых рассадных грунтов / В. И. Макаров, Л. Н. Тукаева, Т. В. Злобина // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. Том 1. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – С. 77–81.
4. Кузнецов, В. Ю. Оценка физических свойств гидропонного субстрата из льняной костры / В. Ю. Кузнецов, П. Л. Максимов, В. И. Макаров // Наука,

инновации и образование в современном АПК: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 177–180.

5. Тукаева, Л. Н. Влияние льняной костры на агрохимические свойства торфяных рассадных грунтов / Л. Н. Тукаева, В. И. Макаров, Т. В. Злобина // Агроэкологические основы применения удобрений в современной земледелии: м-лы 48-ой Междунар. науч. конф. молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов. – М.: ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2014. – С. 230–233.

6. Максимов, П. Л. Оценка агрофизических и агрохимических свойств субстрата на основе льняной костры для защищенного грунта / П. Л. Максимов, В. И. Макаров, В. Ю. Кузнецов // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: м-лы IV Междунар. науч. экологической конф. Ч. I. – Краснодар: Кубанский госагроуниверситет, 2015. – С. 209–213.

7. Злобина, Т. В. Влияние льняной костры на содержание минерального азота в торфяных грунтах при выращивании рассады бархатцев / Т. В. Злобина, Л. Н. Тукаева, В. И. Макаров // Наука, инновации и образование в современном АПК: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 39–42.

8. Страдина, О. А. Агрономические свойства питательных грунтов на основе верхового и низинного торфа с добавлением льняной костры / О. А. Страдина, В.И. Макаров // Научно обоснованные технологии для интенсификации сельскохозяйственного производства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. Том 1. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2017. – С. 104–108.

9. Макаров, В. И. Влияние костры на содержание фосфора и калия в торфяных грунтах / В. И. Макаров, Т. В. Злобина, Л. Н. Тукаева, П. Л. Максимов // Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 39–41.

10. Макаров, В. И. Влияние льняной костры на кислотно-щелочное состояние торфяных грунтов / В. И. Макаров, Л. Н. Тукаева, П. Л. Максимов, Т. В. Злобина // Плодородие. – 2014. – № 2. – С. 27–28.

11. Макаров, В. И. Биохимическая щелочность органических удобрений / В. И. Макаров // Вестник Алтайского ГАУ. – 2016. – № 6 (140). – С. 48–54.

Т. Н. Тутова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СОРТОВАЯ РЕАКЦИЯ ЛУКА РЕПЧАТОГО НА СРОКИ ПОСАДКИ СЕВКА

Приведены результаты исследований влияния сроков посадки севка на биометрические показатели и урожайность сортов лука репчатого. Выявлено, что лук репчатый сорта Стурон при посадке в ранневесенний срок дал наивысшую урожайность 47,7 т/га, луковицы имели массу в среднем 61,2 г, диаметр и высоту по 5 см.

Актуальность. В питании современного человека большое внимание уделяется потреблению овощей. Согласно рекомендациям по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, в год их необходимо потребить 140 кг. Однако потребление овощных культур отстает от потребностей и составляет всего 94 кг в среднем по России [5]. Среди овощных культур в Удмуртской Республике возделываются капуста белокочанная, свекла столовая, морковь, лук репчатый [7], чеснок и др. [6, 14] в открытом грунте, а также огурцы [9, 10], томат [2, 3], перец и зеленные овощи [1] – в защищенном грунте.

Важной овощной культурой является лук. В Удмуртии преимущественно выращивают лук репчатый [11–13], на небольших площадях выращивается лук шалот [4, 15], порей [8] и еще меньше многолетние виды лука: батун, многоярусный, шнитт, слизун и др. В данной республике лук в основном выращивается в хозяйствах населения.

Лук является ценным продуктом питания, который имеет большое значение в жизни человека. Луковицы репчатого лука содержат углеводы и азотистые вещества, минеральные соли калия, кальция и др., витамины С, В₁, В₂, РР, сахара. Особенный вкус и запас придает содержание эфирных масел. Норма потребления репчатого лука составляет 8–10 кг в год. В пищу используют луковицу и зеленые листья. Его потребляют в свежем, вареном, жареном виде, используют в консервации.

Лук репчатый в условиях нашей республики в основном выращивают из севка, завозимого из-за рубежа и соседних регионов: Татарстан, Чувашия, Башкирия. Однако биологические особенности лука репчатого позволяют успешно выращивать как посадочный материал, так и продовольственный лук в местных условиях.

Важную роль в технологии возделывания репчатого лука играет выбор сорта и сроки посадки севка.

Цель: определить оптимальный срок посадки севка лука репчатого, обеспечивающий высокую урожайность и качество продукции.

Материалы и методика. Исследования по изучению влияния срока посадки севка на рост, развитие и урожайность сортов лука репчатого проводились в 2018 г. на землях колхоза «Меркурий» Граховского района Удмуртской Республики.

Для изучения был заложен и проведен двухфакторный опыт в 4-кратной повторности. Размещение вариантов провели методом организованных повторений. Схема опыта: фактор А – сорт: Штуттгартер Ризен (К) и Стурон, фактор В – срок посадки: 1 ранневесенний, через 5 дней (К), через 10 дней. Посадка лука проведена по схеме 30 × 8 см.

Постановка опытов, проведение учетов и наблюдений осуществлялись согласно общепринятым для исследований с овощными культурами методикам.

Результаты исследований. Луковицы при уборке оказались средними, по массе чуть более 48 г (табл. 1).

Таблица 1 – Средняя масса стандартных луковиц в зависимости от сорта и срока посадки севка, г

Фактор В (срок посадки)	Штуттгартер Ризен (к)		Стурон		Отклонения по фактору А	Среднее по фактору В	
	среднее	откл.	среднее	откл.		среднее	откл.
Ранневесенний	48,8	-0,8	61,2	13,2	12,4	55,0	6,2
Через 5 дней (к)	49,7	0,0	48,0	0,0	-1,7	48,8	0,0
Через 10 дней	47,5	-2,2	35,7	-12,2	-11,7	41,6	-7,2
НСР ₀₅ част. разл.	4,8					–	
Среднее А	48,7	–	48,3	–	-0,4	–	
НСР ₀₅ фактора	2,8					–	3,4

Сорт не оказал существенного влияния на массу стандартной луковицы. При ранневесеннем сроке посадки масса репки увеличилась существенно на 6,2 г и достигла в среднем 55,0 г, а поздний срок посадки, наоборот, способствовал значимому снижению этого показателя на 7,2 г.

Самый ранний срок посадки севка лука репчатого Стурон привел к значимому повышению массы лука-репки на 13,2 г до 61,2 г, а самый поздний срок способствовал снижению этого

показателя на 12,2 г в сравнении с контрольным сроком посадки при НСР₀₅ частных различий 4,8 г.

Оба фактора не оказали влияния на диаметр луковиц. Диаметр оказался в пределах от 4,4–5,0 см (табл. 2).

Таблица 2 – Диаметр стандартных луковиц в зависимости от сорта и срока посадки севка, см

Фактор В (срок посадки)	Штуттгартер Ризен (к)		Стурон		Отклонения по факто- ру А	Среднее по фактору В	
	среднее	откл.	среднее	откл.		среднее	откл.
Ранневесенний	4,9	0,2	5,0	0,3	0,1	4,9	0,2
Через 5 (к) дней	4,8	0,0	4,7	0,0	-0,2	4,8	0,0
Через 10 дней	4,8	-0,1	4,4	-0,3	-0,4	4,6	-0,2
НСР ₀₅ част. разл.	$F_{\phi} < F_{05}$					–	
Среднее А	4,8	–	4,7	–	-0,2	–	
НСР ₀₅ фактора	$F_{\phi} < F_{05}$					–	$F_{\phi} < F_{05}$

Исследуемые сорта различались по высоте луковицы (табл. 3). В среднем луковицы сорта Стурон имели высоту на 1,2 см больше, чем луковицы контрольного сорта Штуттгартер Ризен при НСР₀₅ по фактору А 0,4 см.

Таблица 3 – Высота стандартных луковиц в зависимости от сорта и срока посадки севка, см

Фактор В (срок посадки)	Штуттгартер Ризен(к)		Стурон		Отклонения по факто- ру А	Среднее по фактору В	
	среднее	откл.	среднее	откл.		среднее	откл.
ранневесенний	3,2	0,1	5,0	-0,1	1,7	4,1	0,1
через 5 (к) дней	3,4	0,0	4,7	0,0	1,3	4,0	0,0
через 10 дней	3,3	-0,1	3,9	-0,6	0,6	3,6	-0,4
НСР ₀₅ част. разл.	0,7					–	
Среднее А	3,3	–	4,5	–	1,2	–	
НСР ₀₅ фактора	0,4					–	$F_{\phi} < F_{05}$

Срок посадки не оказал влияния на этот показатель, однако наблюдалась тенденция уменьшения этого показателя при самом позднем сроке посадки севка.

После уборки и дозаривания в опыте определяли урожайность. Не была выявлена существенная разница между урожайностью сортов лука репки. В среднем она составила у лука репчатого Штуттгартер Ризен 38,8 т/га, а у Стурон – 37,3 т/га (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность лука репчатого в зависимости от сорта и срока посадки севка, т/га

Фактор В (срок посадки)	Штуттгартер Ризен(к)		Стурон		Отклонения по факто- ру А	Среднее по фактору В	
	среднее	откл.	среднее	откл.		среднее	%
ранневесенний	37,5	1,0	47,8	12,8	10,2	42,7	7,0
через 5 (к) дней	36,5	0,0	35,0	0,0	-1,6	35,7	0,0
через 10 дней	33,6	-3,0	29,2	-5,7	-4,4	31,4	-4,3
НСР ₀₅ част. разл.	3,9					–	
Среднее А	35,8	–	37,3	–	1,5	–	
НСР ₀₅ фактора	$F_{\phi} < F_{05}$					–	2,8

Существенно большая урожайность в среднем отмечалась при посадке севка в ранневесенний срок – 42,7 т/га, что превысило контроль на 7,0 т/га. При посадке через 10 дней после этого срока отмечалось достоверное снижение этого показателя на 4,3 т/га до 31,4 т/га при НСР₀₅ по фактору В 2,8 т/га. Самую высокую урожайность имел лук репчатый Стурон при раннем сроке посадки севка 47,8 т/га, что на 12,8 т/га превышает контроль при НСР₀₅ частных различий 3,9 т/га. Наименьшая урожайность отмечена при возделывания лука репчатого Стурон при самом позднем сроке посадки севка – 29,2 т/га.

Выводы и рекомендации. Изучение сроков посадки севка лука репчатого Штуттгартер Ризен и Стурон выявило, что лучшие результаты получены при посадке в самые ранние сроки. Для получения более крупных луковиц и высокой урожайности следует выращивать лук репчатый Стурон при посадке севка в ранневесенний срок.

Список литературы

1. Иванова, Т. Е. Показатели качества овощных культур в зависимости от технологии выращивания / Т. Е. Иванова, О. В. Любимова, Л. А. Несмелова, Т. Н. Тутова, Е. В. Соколова // Вестник Ижевской ГСХА. –2019. – № 1 (57). – С. 10–23.
2. Особенности роста и развития гибридов томата в защищенном грунте Удмуртской Республики / Е. В. Соколова [и др.] // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 2 (30). – С. 80–87.
3. Особенности формирования урожайности томата в защищенном грунте Удмуртской Республики / Т. Н. Тутова, Е. В. Соколова, Л. А. Несмелова, Т. Е. Иванова // Овощи России. – 2020. – № 2. – С. 62–67.
4. Показатели качества лука-шалота в зависимости от подкормок микробиологическими удобрениями / Т. Е. Иванова [и др.] // Аграрное образование и на-

ука в развитии животноводства: м-лы 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 Любимова А. И. – Ижевск, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 2. – С. 26–30.

5. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство [Электронный ресурс]. – URL: <https://udmstat.gks.ru/folder/51953> (дата обращения: 09.07.2021).

6. Сравнительная оценка комплексных удобрений при внесении под землянику садовую / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева, Т. Н. Тутова [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 3 (206) – С. 19–29.

7. Тутова, Т. Н. Влияние подготовки посадочной луковицы на рост, развитие и урожайность зеленого лука / Т. Н. Тутова, А. В. Дурова, А. М. Швецов // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2013. – № 1. – С. 40–45.

8. Тутова, Т. Н. Сортоизучение лука-порея / Т. Н. Тутова // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук, профессора кафедры земледелия и землеустройства В. М. Холзакова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 238–241.

9. Тутова, Т. Н. Реакция огурца на физиологические активные вещества / Т. Н. Тутова, Т. Г. Орехова // Научная жизнь. – 2018. – № 12. – С. 182–188.

10. Тутова, Т. Н. Светокультура огурца в условиях Удмуртской Республики / Т. Н. Тутова // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2018. – № 5 (38). – С. 3–5.

11. Тутова, Т. Н. Влияние сорта и срока посадки севка на урожайность лука репчатого // Вестник Ижевской ГСХА. – 2019. – № 4 (60). – С. 43–48.

12. Тутова, Т. Н. Морфометрические показатели луковицы лука репчатого в зависимости от сорта и срока посадки севка / Т. Н. Тутова // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. посвященной 100-летию государственности Удмуртской Республики, 18–21 февраля 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 86–90.

13. Тутова Т. Н. Влияние срока посадки севка на урожайность и качество сортов лука репчатого / Т. Н. Тутова // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 159–163.

14. Урожайность и качество земляники садовой при внесении удобрений / Т. Е. Иванова [и др.] // Овощи России. – 2021. – № 3 – С. 94–99.

15. Ivanova, T. The use of complex fertilizers in the cultivation of shallot / T. Ivanova, E. Lekomtseva, E. Sokolova, T. Tutova // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. – 2019. – С. 134–137.

С. Н. Уваров

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

НЕДОСТАТКИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ДЕТЯМ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ УДМУРТИИ В ГОДЫ ПЕРЕСТРОЙКИ

Рассматриваются недостатки организации медицинской помощи детям в сельской местности Удмуртии в годы перестройки. К числу таковых относились: неудовлетворительная укомплектованность педиатрическими кадрами районов республики, недостаточная организация питания детей раннего возраста, ухудшение состояния здоровья детей в связи с рождением их от больных женщин и ростом патологии беременных и т.д. Делается вывод о том, что во время перестройки в сельской местности республики здоровье детского населения охранялось гораздо хуже, чем в городах.

Актуальность. От организации медицинской помощи детям в значительной степени зависят демографические показатели, в первую очередь – рождаемость и смертность. К началу перестройки медицинское обслуживание населения в нашей стране достигло значительного уровня. Что касается Удмуртской АССР, то в республике развитие здравоохранения также привело к существенным успехам. Однако в сельской местности республики уровень медицинской помощи все же уступал городам [2, 4, 7–9]. Во время перестройки благодаря поэтапному снятию цензуры происходило оживление общественной активности, обсуждались животрепещущие проблемы, в том числе – в Удмуртии [1, 5]. Одной из таковых явилась тема здравоохранения.

Материалы и методика. Проанализируем недостатки организации медицинской помощи детям в сельской местности Удмуртии в годы перестройки, поскольку эта тема является недостаточно изученной. Источниками выступили архивные документы Министерства здравоохранения Удмуртской АССР, главную роль среди которых сыграл «Отчет о медицинской помощи детям сельских районов республики за 1986–1992 гг.» [10].

Результаты исследований. Согласно Продовольственной программе 1982 г. предусматривались мероприятия по дальнейшему повышению уровня медицинского обслуживания сельских жителей. В РСФСР за десятилетие предполагалось построить 2350 амбулаторно-поликлинических учреждений, расширить

сеть аптек. Медицинские учреждения в сельской местности должны были быть укомплектованы кадрами специалистов. Тем не менее, уровень медицинского обслуживания детей в сельской местности имел ряд недостатков. В Удмуртии они были следующими:

1. Оставалась неудовлетворительной укомплектованность педиатрическими кадрами районов республики. По-прежнему очень заметной являлась разница между городами и сельской местностью. В 1980 г. обеспеченность педиатрами на 10 тыс. населения в городских пунктах составляла 4,0 чел., в районах – 1,5 чел. В 1990 г. этот показатель составлял соответственно 5,1 и 2,2 чел. При этом частой была сменяемость районных педиатров, высокая их нагрузка в качестве врачей стационаров или поликлиник. На момент составления отчета (15 ноября 1993 г.) стаж работы до пяти лет имела ровно половина районных педиатров.

2. Состояние здоровья детей ухудшалось в связи с рождением их от больных женщин, ростом патологии беременных. В связи с этим значительной была младенческая смертность. От болезней новорожденных, пороков развития и несчастных случаев в Удмуртии смертность была выше, чем в России. Удельный вес недоношенных среди умерших новорожденных составлял более 50 %. Доля беременных, имевших экстрагенитальную патологию, составила за 1992 г. 49,4 %. Осложнения в родах за три года, предшествовавших составлению отчета, увеличились с 57,0 до 59,6 %, анемии беременных – с 9,1 до 22,0 %, болезней мочеполовой системы – с 9,9 до 17,8 %. Возможно, сказалась и фактическое свертывание антиалкогольной кампании: такое мнение высказывалось в исторической литературе [3, 6].

3. Вызывал тревогу рост у детей заболеваний желудочно-кишечного тракта, нервной системы, болезней крови и кроветворных органов. Последние показали увеличение вообще почти в три раза. Возможными причинами в отчете назывались неудовлетворительное питание, повышенная аллергизация и окружающая среда. В то же время снижалась доля заболеваний дыхательной системы (табл. 1).

Таблица 1 – Заболеваемость детей Удмуртии в 1988–1992 гг. по некоторым группам, на 1000 детей

Группа	1988	1990	1991	1992
Болезни органов дыхания	997,8	837,6	800,0	721,4
Болезни органов пищеварения	56,0	67,0	88,9	120,5
Болезни нервной системы	65,2	84,0	89,6	107,3
Болезни крови и кроветворных органов	3,2	4,9	6,8	9,1

4. Не решались проблемы организации питания детей раннего возраста. Учитывая тот факт, что около 20 % детей, начиная с трехмесячного возраста, находилось на искусственном и смешанном вскармливании, это было серьезным недостатком. Всего в республике имелось 27 молочных кухонь, из них 19 – в районах. Соответственно, в шести районах их не было. Ассортимент молочных кухонь в основном был скуден и включал в себя только молоко, кефир, творог. Трудная ситуация сложилась с обеспечением детей в возрасте до двух лет сухими продуктами детского питания на злаковой основе, молочными смесями, плодоовощными и мясными консервами. Недостаточен был объем выпускаемой продукции молочных кухонь, что обуславливалось крайне слабой материальной базой.

5. Ухудшилась организационно-методическая работа в центральных районных больницах. Резко сократилось количество выездов врачей на ФАПы и в участковые больницы, в отдаленных от ЦРБ территориях врачебная помощь детям становилась недоступной. Отсутствовал контроль и была недостаточна методическая работа с фельдшерами по наблюдению беременных и детей.

6. Страдала профилактическая работа по наблюдению женщин и детей. В большинстве районов перестали использовать для этой работы кабинеты здорового ребенка, не функционировали школы матерей.

7. Наблюдение за детьми группы риска и выявление фоновых заболеваний страдало от недостаточного внимания.

8. Существовал низкий охват наблюдением детей раннего возраста узкими специалистами (ЛОР, невропатолог, хирург).

9. Качество УЗИ-диагностики врожденных пороков развития на ранних сроках беременности (по рецензированным документам на умерших) было низким. Страдало качество лабораторной диагностики (биохимия).

10. Недостаточно рационально использовался детский коечный фонд, особенно в участковых больницах. В летнее время, когда снижалась заболеваемость, плохо использовались койки для плановой госпитализации диспансерных больных [10].

Таким образом, во время перестройки в сельской местности республики здоровье детского населения охранялось гораздо хуже, чем в городах. Имелся ряд серьезных недостатков. Однако следовавшие радикальные социально-экономические преобразования 1990-х гг. сделали их исправление невозможным.

Список литературы

1. Бехтерев, С. Л. Региональный социум в переходный период российской государственности на рубеже XX–XXI вв. (историко-правовой анализ) / С. Л. Бехтерев. – Ижевск: УдГУ, 2012. – 495 с.
2. Ежова, Н. Н. Развитие здравоохранения в Удмуртии: в помощь лектору / Н. Н. Ежова, Н. И. Анисимов. – Ижевск: Дом сан. просвещения, 1972. – 22 с.
3. Уваров, С. Н. Антиалкогольная кампания М. С. Горбачева в Удмуртии: этнодемографический аспект [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. – 2016. – № 3. – С. 132–143. – URL: http://vestospu.ru/archive/2016/articles/14_19_2016.pdf (дата обращения: 20.06.2021).
4. Уваров, С. Н. Здравоохранение Удмуртии накануне Великой Отечественной войны: состояние и проблемы развития [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. – 2020. – № 2. – С. 180–191. – URL: http://vestospu.ru/archive/2020/articles/15_34_2020.pdf (дата обращения: 20.06.2021).
5. Уваров, С. Н. Исторический опыт политического реформирования в Удмуртии в 90-е гг. XX века: дис. ... канд. ист. наук / С. Н. Уваров. – Ижевск, 2003. – 204 с.
6. Уваров, С. Н. Причины, проведение и результаты антиалкогольной кампании 1985–1988 гг. на Урале [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. – 2016. – № 1. – С. 180–189. – URL: http://vestospu.ru/archive/2016/articles/20_17_2016.pdf (дата обращения: 20.06.2021).
7. Уваров, С. Н. Сельское население Удмуртии в годы Великой Отечественной войны: демографический аспект: монография / С. Н. Уваров. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – 172 с.
8. Уваров, С. Н. Этнодемографические процессы в Удмуртии в 1959–1989 гг.: монография / С. Н. Уваров. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 283 с.
9. 60 лет здравоохранения Удмуртской АССР / Редкол.: В. Н. Савельев (гл. ред.) [и др.]. – Ижевск: Удмуртия, 1981. – 134 с.
10. Отчет о медицинской помощи детям сельских районов республики за 1986–1992 гг. // Центральный государственный архив Удмуртской Республики. Ф. Р-568. Оп. 5. Д. 17. Л. 1–22.

В. М. Федоров, С. Е. Селифанов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ МАШИН, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ РАБОТЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Представлены преимущества газового топлива и эксплуатационные особенности газовых двигателей.

Актуальность темы. Для надежной работы машинно-тракторного агрегата при технологических операциях обработки почвы его силовая, энергетическая установка должна обладать рядом качеств. Основное из них – сохранение постоянной мощности при изменении режима работы машинно-тракторного агрегата. Поддержание постоянной мощности установки должно происходить в автоматическом режиме, поскольку изменение сопротивления движению мобильной машины непостоянно и изменяется достаточно быстро, что не позволяет механизатору адекватно реагировать на изменение режимов работы мобильной сельскохозяйственной машины

Материалы. Поскольку в дизельных двигателях постоянства мощности при изменении частоты вращения коленчатого вала можно добиться лишь за счет высокой прямой коррекции подачи топлива, то такие двигатели применяют на мобильных машинах, работающих в очень жестких условиях. Для выполнения сельскохозяйственных работ обычно используют тракторы с энергетической установкой, в состав которой включают регулятор, который на части внешней скоростной характеристики изменяет ее протекание, образуя так называемую регуляторную зону. Именно в пределах этой зоны и происходит работа двигателя, когда самоходная машина производит технологическую обработку почвы. Поэтому при переводе дизеля на питание газовым топливом необходимо сохранить такую зону на внешней скоростной характеристике двигателя [1–4].

Важным обстоятельством также является и то, что при конвертации дизеля в газовый двигатель необходимо сохранить мощность исходного силового агрегата. Это необходимо для того, что-

бы не вносить кардинальные перемены в конструкцию самой мобильной машины. А для сохранения в неизменности ряда передач в трансмиссии мобильной машины необходимо иметь постоянным уровень мощности до и после конвертирования двигателя [2].

Еще одним важным обстоятельством является динамический диапазон работы силового агрегата. При конвертации он не должен становиться уже того, который был на дизеле, то есть диапазон частот вращения коленчатого вала, при котором происходит устойчивая работа конвертированного из дизеля двигателя, не должен быть уже имеющегося.

Еще один параметр, который должен быть выполнен для нормальной работы мобильной машины при технологических операциях обработки почвы – запас крутящего момента, вычисленный по формуле:

$$k_m = \frac{M_{max} - M_n}{M_n} \times 100 \%$$

Для уверенной работы мобильной машины в условиях технологической операции обработки почвы этот коэффициент не должен быть ниже 10...12 %, а в идеальном случае – 25 % [4].

Выполнение этих условий при конвертации дизельного двигателя в газовый обеспечит надежную работу машинно-тракторного агрегата с газовой энергетической установкой при любых условиях работы.

Для обоснования выбора способа конвертирования дизеля на газовое топливо нужно проверить возможность выполнения вышеуказанных показателей.

В настоящее время наиболее распространены три возможных варианта конвертации двигателя:

1. Газодизельный вариант.
2. Газовый двигатель с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием, работающий на стехиометрической смеси.
3. Газовый двигатель с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием, работающий на бедной смеси [2].

В случае газодизеля дизельное топливо заменяется газовым не на 100 %, а частично. Для нормальной работы двигателя в газодизельный вариант в регулятор устанавливается ограничитель подачи жидкого топлива, что вносит серьезное ограничение в регуляторную характеристику.

Для работы по регуляторной характеристике газодизеля приходится использовать регулятор, который воздействует и на подачу жидкого топлива, и на подачу газообразного топлива. Такой регулятор имеет достаточно сложную конструкцию с применением сервоприводов, т.е. непрямого действия [5–7].

Вместе с тем замена части дизельного топлива на газовое позволяет сохранить мощность исходного дизельного двигателя. В газодизеле происходит замена жидкого топлива на газовое, при этом последнее подается вместе с воздухом во впускной коллектор и поступает через впускной клапан в цилиндр двигателя. Если бы использовалась система зажигания, то максимальная мощность достигалась бы при коэффициенте избытка воздуха, равным 1, но для поджигания газового топлива используется жидкое топливо и его процентное соотношение к газовому довольно большое (до 50 % на номинальной мощности), поэтому коэффициент избытка воздуха в смеси, поступающей через впускной клапан, все равно больше единицы. Но в результате максимальная мощность достигается при меньшем коэффициенте избытка воздуха, чем в дизельном цикле, и, соответственно, может возрасти мощность газодизеля относительно исходного дизельного двигателя [8].

Газодизель полностью сохраняет свой динамический диапазон, он такой же, как и у дизеля.

Запас крутящего момента у газодизеля также сохраняется.

Вместе с тем, при переходе с дизельного цикла на газодизельный снижается дымность двигателя, но растут выбросы углеводородов и оксидов азота. Это отрицательно сказывается на экологичности газодизеля. Принятые в настоящее время экологические ограничения для технологической техники STAGE-4 недостижимы для газодизелей.

Газовый двигатель с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием, с использованием стехиометрической смеси создается на базе дизелей с использованием доработок основных элементов кривошипно-шатунного механизма. При такой конвертации снижается степень сжатия двигателя. Мощность при этом остается на уровне, соответствующем дизельному двигателю.

Поскольку подача жидкого топлива в этом случае полностью исключается, то с двигателя, подвергаемого конвертации, полностью снимается ТНВД с регулятором. В этом случае внешняя скоростная характеристика газового двигателя не содержит в себе регуляторной зоны. Она внешне похожа на характеристику бензино-

вого двигателя, поскольку в обоих случаях для регулировки мощности используется дроссельная заслонка.

При этом требования ограничения максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя не исключаются. Ограничивают максимальную частоту вращения путем отключения подачи искры на свечи при превышении заданной частоты вращения коленчатого вала. В этом случае резкое отключение подачи искры (а на современных двигателях и подачи газа через форсунки) приводит к ударным нагрузкам в трансмиссии трактора и отрицательно сказывается на надежности работы МТА. Вместе с тем, двигатели такого типа могут применяться на транспортных средствах, которые в основном работают на частичных нагрузках – тракторы при их эксплуатации на транспортных работах, грузовые автомобили при неполной загрузке.

Динамический диапазон в таких двигателях, как показала практика, даже несколько шире, чем у исходного дизеля, поскольку частота вращения достижения максимального момента на таком двигателе лежит ниже по частоте вращения.

Коэффициент запаса крутящего момента при такой конвертации дизеля также сохраняется.

Экологические показатели STAGE-4 можно выполнить, используя каталитические нейтрализаторы на основе платины и палладия.

Основной недостаток такого рода конвертации – резкий рост температуры деталей выпускной системы и газораспределительного механизма, вызванный понижением степени сжатия при одновременном обогащении смеси при конвертации. Это снижает надежность и ресурс полученного двигателя [2]. В результате надежность работы такого двигателя на режимах, близких к режиму максимальной мощности, становится проблематичной. При режиме частичной мощности двигатели этого типа работают достаточно надежно, поскольку тепловыделение при частичных режимах (прикрытой дроссельной заслонке) сокращается, и основная проблема себя сильно не проявляет.

Газовый двигатель с внешним смесеобразованием, искровым зажиганием, работающий на бедных смесях при конвертации сохраняет свою степень сжатия. При этом жидкое топливо полностью заменяется газовым, и недостатков, отмеченных, при описании предыдущей конвертации, не происходит. Температура деталей выпускной системы сохраняется на уровне дизельного двигателя.

Мощность двигателя в большинстве случаев также удается сохранить на уровне дизельного двигателя.

Динамический диапазон сохраняется в полном объеме.

Коэффициент запаса крутящего момента может быть даже несколько повышен (до 15 %), что благоприятно скажется на приспособляемости двигателя при его работе в составе МТА.

Полноценную регуляторную ветвь внешней скоростной характеристики в таком двигателе создать не получается, но, изменяя угол опережения зажигания и коэффициент избытка воздуха, можно добиться того, что в зоне регулирования мощность упадет до 30 % от номинальной, что дает возможность стабилизировать скорость перемещения МТА при его работе на технологических операциях обработки почвы [4].

Выводы:

1. Для обеспечения возможности конвертации дизеля в газовый двигатель для работы в составе МТА необходимо рассмотреть следующие параметры:

- мощность двигателя;
- динамический диапазон двигателя;
- запас крутящего момента двигателя;
- возможность использовать регулятор на газовом двигателе;
- удовлетворение перспективным нормам экологичности

STAGE-4.

2. Наиболее подходящий вид конвертации – дизельный двигатель в газовый двигатель с искровым зажиганием и внешним смесеобразованием, работающий на бедной смеси.

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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 172–176.

2. Федоров, В. М. Комбинированная энергоустановка для мобильной сельхозмашины В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 10–11.

3. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инжене-

ров механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 201–205.

4. 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: м-лы 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 88–95.

5. 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: м-лы 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 85–88.

6. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2018. – Т. 3. – С. 194–196.

7. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 2. – С. 67–83.

8. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. Том II. – Ижевск, 2013. – С. 105–110.

В. М. Федоров, С. Е. Селифанов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПРОЕКТ ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ

Определяется выбор комплектации макетного образца двигателя для получения оптимальных показателей при испытаниях.

Актуальность темы. Использование природного газа на мобильных сельскохозяйственных агрегатах до настоящего времени не выходит за рамки теоретических обоснований и экспериментальных исследований. Один из вопросов применения природного газа – отработка конструкторских решений, которые при минимальных технологических затратах обеспечивали бы максимальный экономический эффект от перевода двигателей на газовое топливо.

Материалы. Для экспериментальной проверки результатов расчетного эксперимента, выполненного при помощи программы расчета цикла двигателя «Дизель РК» [4], был разработан переподжатый газовый двигатель с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием, с повышенной степенью сжатия, работающим на бедных смесях. Поперечный разрез двигателя представлен на рисунке 1.

Двигатель имеет следующую характеристику:

Количество цилиндров	4
Расположение цилиндров	рядное
Диаметр цилиндра, мм	110
Ход поршня, мм	125
Рабочий объем двигателя, л	7,12
Камера сгорания	разделенная (камера зажигания в головке блока и основная камера сгорания)

Головка цилиндров – стандартная, от двигателя Д-240, чугунная с двумя впускными и тремя выпускными окнами, с двумя клапанами на цилиндр.

Для достижения высокой степени сжатия в двигателе применена комбинация из блока цилиндров и поршней от дизельного двигателя Д-50 и головки от дизельного двигателя Д-240. Оба этих двигателя производились в Минске, на заводе ММЗ, и имеют одинаковое межцентровое расстояние, диаметры цилиндров и ход поршня, что позволяет комбинировать основные детали от разных моделей для достижения высоких показателей газового двигателя.

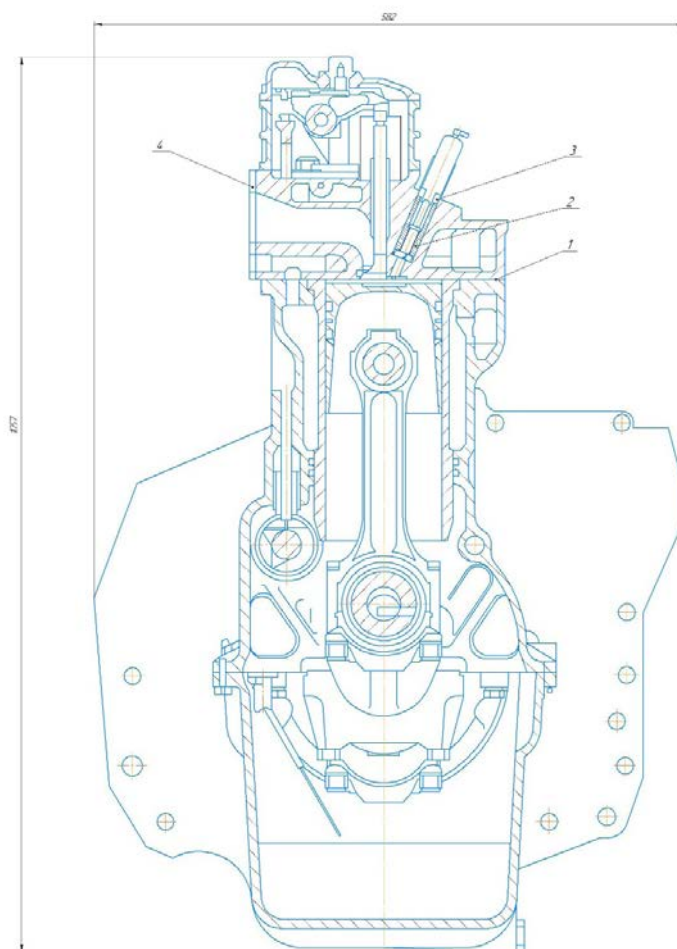


Рисунок 1 – Поперечный разрез переподжатого газового двигателя:
1 – головка блока цилиндров двигателя Д-240; 2 – герметизирующая вставка в форсуночный канал со свечой зажигания; 3 – индивидуальная катушка зажигания; 4 – подогреватель для стабилизации температуры охлаждающей жидкости

В результате степень сжатия полученного двигателя оказалась даже выше оптимальной, рассчитанной ранее [4, 8, 14]. Для стабилизации степени сжатия были разработаны специальные вставки в форсуночные каналы головки блока. При этом отвер-

стие, через которое в дизельном варианте в камеру сгорания выходит конец форсунки, осталось без изменений, и стенки форсуночного канала и вставки образуют дополнительную камеру зажигания (рис. 1). Во вставку установлена свеча зажигания от автомобильного двигателя. Такая конфигурация дает ряд преимуществ при воспламенении смеси [5, 8, 11, 14].

Поскольку коленчатый вал двигателя не снабжен противовесями, максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя не должна превышать 1600 мин^{-1} .

Для обеспечения высоких показателей по экологичности двигателя пришлось отказаться от газового смесителя. Газ подается через форсунки, установленные на специальные проставки во впускной тракт газового двигателя. Последовательность срабатывания и продолжительность открытия форсунок регулирует электронный блок управления, входящий в систему управления двигателем. Для управления системой на двигатель установлены:

- датчик верхней мертвой точки;
- датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- датчик положения распределительного вала;
- датчик расхода воздуха;
- датчик холостого хода;
- датчик температуры.

Система питания двигателя включает в себя кассету газовых баллонов, быстроразъемный переходник для ее подключения, магистральный клапан с фильтром, электронный регулятор давления газа, электронный блок управления, соединительные трубопроводы, блок форсунок, установленный на специальной рампе, расходомер воздуха, дроссельную заслонку, расположенную со стороны маховика двигателя.

Система смазки осталась стандартной, без изменений использована с дизельного двигателя. Она не полнопоточная, без фильтрующих элементов. В качестве очистителя присутствует центрифуга. Практика показала [5], что при конвертации дизеля в газовый двигатель важное значение имеет количество теплоты, отводимой системой смазки. При снижении степени сжатия в газовых двигателях второго поколения [1, 5, 6, 8, 9, 10, 11] эта величина растет, и масло в системе достаточно быстро перегревается. Вместе с тем в переподжатых двигателях, как показали расчеты, количество теплоты, уходящее в систему смазки, снижается [4]. Кроме того, использование газового топлива существенно снижает загрязнение

масла, его ресурс возрастает, поэтому и не предусматривается изменение конфигурации системы [12–14].

Применение высокой степени сжатия означает существенный рост степени расширения в двигателе. Кроме того, в переподжатом двигателе существенно снижен угол опережения зажигания. Все это резко снижает количество тепла, уходящего в систему охлаждения при работе двигателя. В результате прогрев двигателя до рабочей температуры будет занимать значительное время, особенно в холодное время года. Для компенсации длительности прогрева в системе охлаждения двигателя применен специальный подогреватель (рис. 2), который передает теплоту отработавших газов в систему охлаждения. Это существенно сокращает прогрев двигателя и позволяет использовать дополнительное тепло для обогрева кабины тракториста в зимнее время.

Электрическая система макетного двигателя – 12-вольтовая. Это вызвано тем, что практически все электрические приборы, применяемые на испытательном стенде, также имеют 12-вольтовое исполнение. Для запуска двигателя на стенде будет использоваться тормозная установка, поэтому стартер монтироваться не будет, и высокое напряжение для большой мощности стартера не требуется.

В качестве основного блока управления для системы зажигания планируется использовать систему SECU-3T [3] как наиболее информативную и гибкую в настройках.

Система зажигания не имеет возможности работать по распределенной схеме с холостой искрой (одна катушка на два цилиндра), поскольку применение такой системы в случае поздних углов опережения зажигания влечет вероятность появления искры на свече в момент, когда уже открыт впускной клапан и свежая смесь начинает поступать в цилиндр. В этом случае можно получить обратное сгорание во впускной коллектор, что может повлечь за собой поломку датчика расхода воздуха в системе питания.

Для исключения этой вероятности необходимо использовать так называемые индивидуальные катушки зажигания, которые устанавливаются в виде наконечников на свечи зажигания. Распределение зажигания по цилиндрам в этом случае происходит по низкому напряжению. Для реализации такого управления зажиганием необходимо, чтобы блок управления зажиганием мог иметь такую возможность – он должен быть универсальным для работы с двигателем внутреннего сгорания с количеством цилиндров от одного до восьми.

Второй особенностью данного блока управления должна быть возможность работы с минимальными углами опережения зажигания вплоть до отрицательных значений.

В-третьих, поскольку полной карты углов опережения зажигания на сегодняшний день не существует, то система зажигания должна иметь возможность оперативного изменения значений угла опережения зажигания при испытаниях двигателя на стенде или даже при его работе.

Именно по этим причинам и была выбрана система зажигания SECU-3.

Блок-схема системы зажигания представлена на рисунке 2.

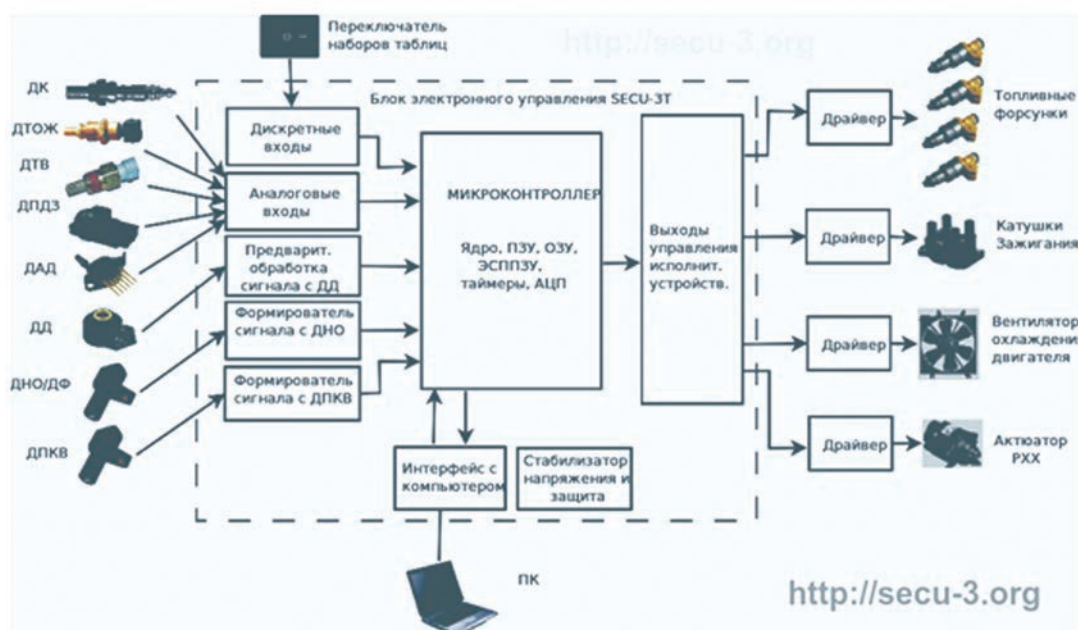


Рисунок 2 – Блок-схема системы зажигания SECU-3Т

Еще одной особенностью выбранной системы зажигания является то, что она может транслировать сигналы на систему питания в виде импульсов для электромагнитных форсунок, газовых клапанов и другой дополнительной навески на систему питания.

Существующие системы питания природным газом не могут быть использованы без задающей импульсы управляющей системы. В качестве управляющей системы может быть использована либо бензиновая система питания двигателя с искровым зажиганием, либо дизельная система питания типа common – rail. В предлагаемом макетном образце не предусматривается ни бензиновой системы питания, ни дизельной электронной системы питания, поэтому задающие импульсы для газовых форсунок необходимо брать от си-

стемы зажигания. Система зажигания SECU-3 имеет соответствующую функцию и поэтому применима на этом макетном образце.

В качестве системы питания планируется использовать сборную систему из наиболее подходящих компонентов.

Для расчета параметров системы питания необходимо пересчитать требуемую мощность двигателя и часовой расход природного газа в цикловую подачу для каждой форсунки на разных режимах. Форсунки будут подбираться с учетом длительности открытия клапана и точности впрыска дозы газового топлива. Установка форсунок происходит в специальные проставки, монтируемые во впускных коллекторах двигателя.

Вывод. Для проведения экспериментов на переподжатом газовом двигателе с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием подобрана комплектация основных механизмов и систем, что дает возможность определить параметры двигателя в целом и процессов, происходящих в его цилиндрах с минимальными затратами и максимальными точностью и надежностью.

Список литературы

1. Малышев, В. С. Техническая диагностика двигателей методом косвенного индицирования / В. С. Малышев, А. Г. Корегин // Наука и образование. – 2002: м-лы Всерос. науч.-техн. конф. – Мурманск, 2002.
2. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 172–176.
3. Система зажигания secu-3 [Электронный ресурс]. – URL: <https://secu-3.org/RU/features/> (дата обращения: 10.06.21).
4. 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: м-лы 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 88–95.
5. Федин, К. И. Инновационная технология создания газовых поршневых двигателей с искровым зажиганием / К. И. Федин // Инновационные ресурсы России. – 2012. – № 2. – С. 11–15.

6. Шишлов, И. Г. Обоснование методов конвертации дизелей без наддува и с наддувом на питание природным газом с обеспечением норм по токсичности: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / И. Г. Шишлов. – М., 2009.

7. Федоров, В. М. Методические основы разработки на базе дизелей малотоксичных двигателей, питаемых природным газом: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / В. М. Федоров. – М., 1998.

8. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. Том II. – Ижевск, 2013.

9. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2018. – С. 194–196.

10. Федоров, В. М. Исследование конвертированного на природный газ двигателя д-120 на режимах пуска / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения. м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 43–47.

11. Федоров, В. М. Комбинированная энергоустановка для мобильной сельхозмашины / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 10–11.

12. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 201–205.

13. 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: м-лы 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 85–88.

14. 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 ин-

тенсификации сельскохозяйственного производства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 2. – С. 67–83.

УДК 621.43

В. М. Федоров, С. Е. Селифанов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ТРАКТОРОМ Т-25 В ВАРИАНТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖИДКОГО И ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА

Проведен анализ использования жидкого и газообразного топлива при выполнении энергоемкой операции возделывания почвы трактором Т-25.

Актуальность темы. Дискуссия о необходимости применения газового топлива в моторах мобильных сельскохозяйственных машин ведется уже давно. Однако до сих пор нет методики перевода дизелей на газовое топливо с оптимальными показателями. Все предлагаемые варианты по тем или иным причинам не подходят для использования на мобильной сельскохозяйственной технике. Для выбора способа перевода необходимо рассмотреть особенности каждого из способов.

Материалы. Газовые двигатели для мобильной сельскохозяйственной техники предназначены для выполнения достаточно специфических задач с разнообразными режимами работы. Первоначально необходимо определить особенности режимов работы двигателя при различных вариантах использования трактора. Для этого составим таблицу режимов работы трактора (табл. 1) [1–3].

Таблица 1 – Режимы работы трактора

Режим использования трактора	Нагрузка на двигатель	Необходимость автоматического регулирования	Диапазон частоты вращения	Суммарная сложность режима
Технологические операции обработки почвы	+	+	+	6

Режим использования трактора	Нагрузка на двигатель	Необходимость автоматического регулирования	Диапазон частоты вращения	Суммарная сложность режима
Транспортная работа	+	+	+	5
Работа через привод ВОМ	+	+	+	4

Наиболее жесткие требования предъявляются при работе трактора на технологических операциях обработки почвы. Именно на этот режим необходимо ориентироваться при выборе способа конвертирования дизеля в газовый двигатель.

Вторым по жесткости идет транспортный режим. При этом режиме нагрузка на двигатель существенно ниже, зато намного шире диапазон частот вращения коленчатого вала двигателя. Частота вращения может быть близкой к номинальной при движении с прицепом по дороге общего назначения или минимальной при движении прицепного кормораздатчика в здании фермы. В этом случае нет особой надобности в автоматическом регулировании частоты вращения (в дизеле в этом случае регулятор нужен только для поддержания частоты вращения в заданном диапазоне, а в газовом двигателе регулирование может производиться дроссельной заслонкой).

В третьем случае – при работе на привод ВОМ – нагрузка не высока: сам по себе ВОМ может передать до 10–15 % мощности двигателя. При этом, если ВОМ соединен с электрогенератором, требуется работа регулятора для стабилизации частоты вращения, что резко сужает диапазон частоты вращения двигателя [4, 5].

Понятно, что сравнение работы трактора на разных видах топлива необходимо выполнить при работе трактора на режимах технологической обработки почвы. Именно при этих режимах наиболее высокие энергетические затраты и максимальные требования к стабильности режима работы трактора.

Для рассмотрения особенностей работы трактора на двух различных топливах необходимо провести сравнительный тяговый расчет. Для начала определим характеристики двух вариантов (табл. 2):

– при работе на дизельном топливе можно воспользоваться характеристикой, представленной заводом-изготовителем;

– при работе на газообразном топливе считаем, что двигатель конвертирован в газообразный двигатель с внешним смесеобразованием, искровой системой зажигания, работающий на бедных смесях. Именно такой вариант конвертирования считается наиболее перспективным [7]. Поскольку такой двигатель еще не представлен в металле, рассмотрим внешнюю скоростную характеристику, полученную путем расчета по программе четырехтактного цикла газового двигателя, созданной в МАДИ [7].

Таблица 2 – Внешняя скоростная характеристика двигателя Д-21

n, об/мин	1700	1670	1640	1600	1400	1200	1000
Me, Н*м	0	25	53	93	102	106	105
Ne, кВт	0	4,4	9,1	15,5	15	13,3	11
Gт, кг/ч	1,1	2	2,9	4	3,8	3,3	2,9
ge, г/кВтч		454	320	258	253	248	263
eta_e	0	0,1866	0,2647	0,3283	0,3348	0,3416	0,3221

Расчет был оптимизирован для получения внешней скоростной характеристики, наиболее близкой к той, что представлена для дизеля. Результаты расчета показаны в таблице 3.

Расчет тяговой характеристики трактора в обоих вариантах производим по обычной методике расчета, приняв, что параметры трансмиссии, характеристика движителей трактора, кривая буксования для двух вариантов тракторов будут идентичны.

Таблица 3 – Внешняя скоростная характеристика двигателя Д-21, работающего на газовом топливе

n, об./мин.	1700	1670	1640	1600	1400	1200	1000
Эффективная мощность, N_e кВт	10,1295	10,9470	11,6150	15,6826	15,2861	14,0475	11,5925
Момент эффективный M_e Нм	56,9037	62,6007	67,6356	93,6058	104,2728	111,7946	110,7087
Индикаторный КПД	0,386	0,412	0,434	0,448	0,459	0,455	0,452
Эффективный КПД	0,2587	0,2854	0,3084	0,3470	0,3683	0,3743	0,3755

Для более наглядного сравнения представим основные характеристики, полученные в тяговом расчете: тяговая мощность трактора для двух вариантов питания представлена на рисунках 1 и 2.

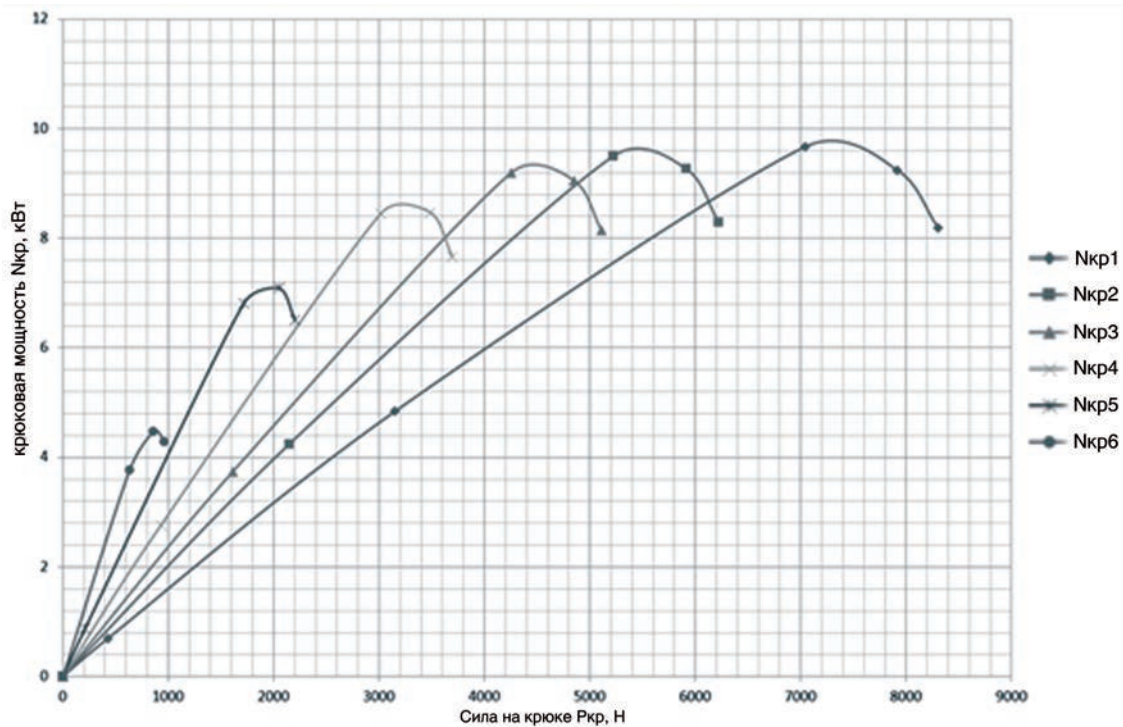


Рисунок 1 – Характеристика тяговой мощности трактора Т-25, работающего на дизельном топливе

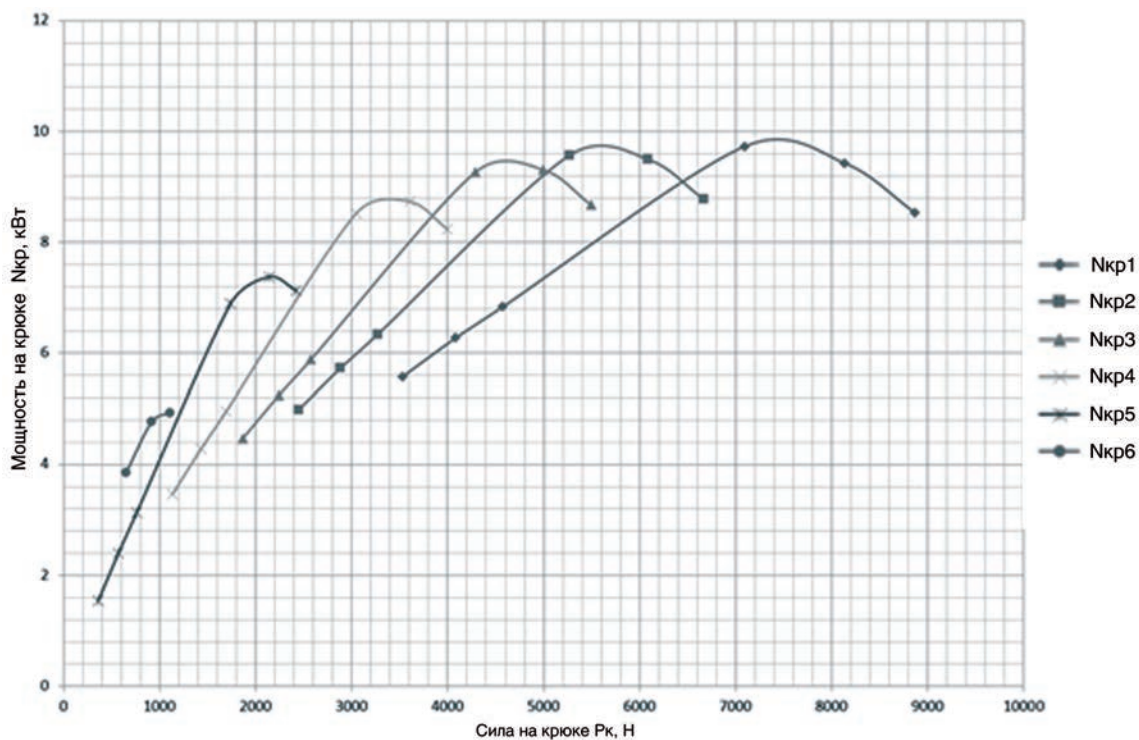


Рисунок 2 – Характеристика тяговой мощности трактора Т-25, работающего на газовом топливе

Вторая характеристика для сравнения параметров двух вариантов трактора – тяговый КПД изображен на рисунках 3 и 4.

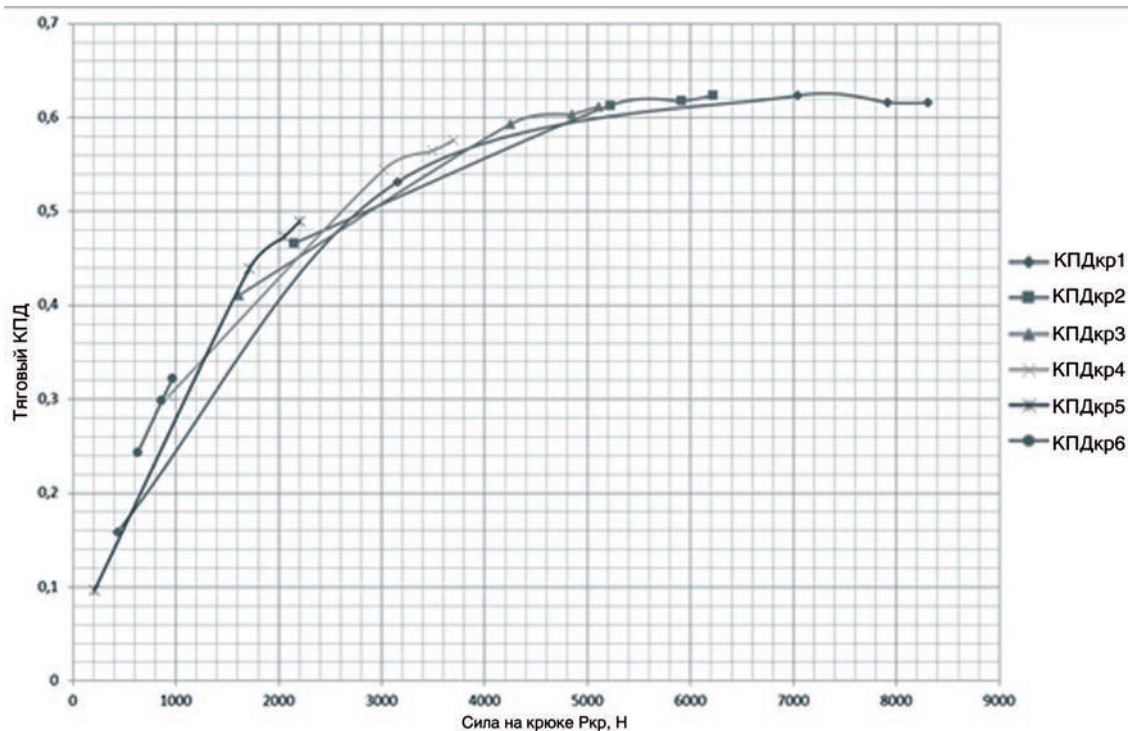


Рисунок 3 – Тяговый КПД трактора Т-25 при использовании дизельного топлива

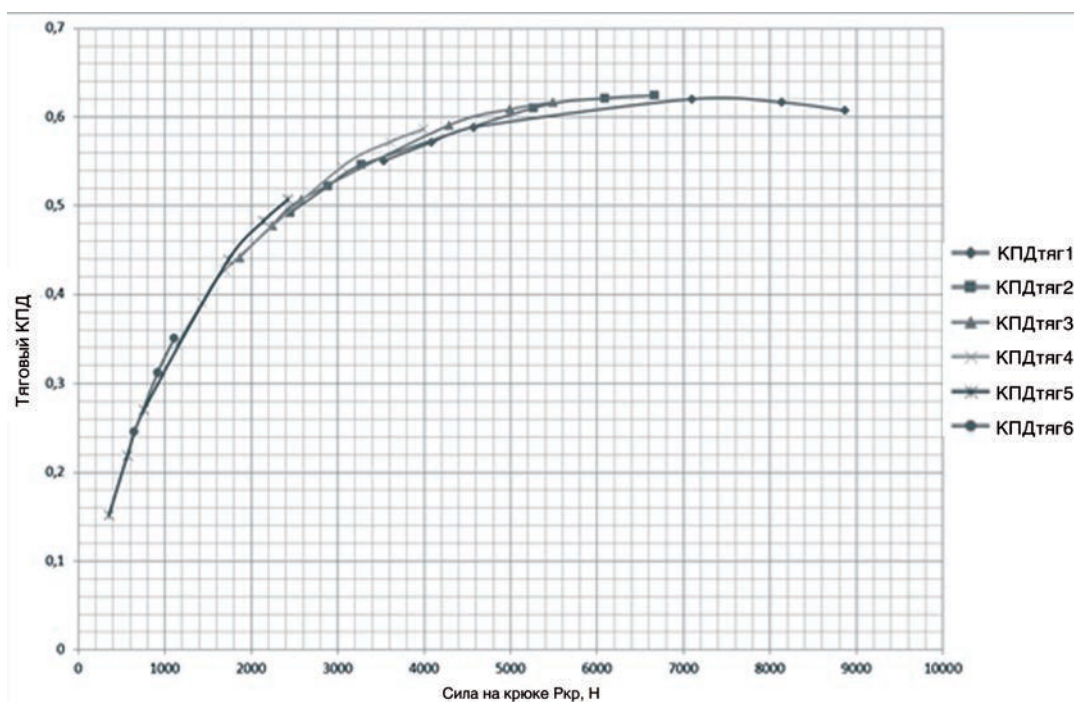


Рисунок 4 – Тяговый КПД трактора Т-25 при использовании газовом топлива

Выводы:

1. Полученная тяговая мощность при работе трактора на газовом топливе несколько выше, чем этот же показатель при рабо-

те на дизельном топливе в тех же условиях. Это позволяет трактору легче преодолевать сопротивление при работе с прицепным или навесным сельскохозяйственным орудием при проведении технологической обработки почвы.

2. На графике тяговой мощности видно, что при работе на газовом топливе тракторный двигатель имеет зону на внешней скоростной характеристике, имитирующую регуляторную ветвь внешней скоростной характеристики дизельного двигателя.

3. Падение мощности двигателя при работе трактора на газовом топливе на скоростных режимах, соответствующих режимам работы двигателя при частоте вращения коленчатого вала двигателя выше номинальной, составляет до 30 % от номинальной мощности. Это падение является имитацией регуляторной зоны, которая расположена на внешней скоростной характеристике дизельного двигателя выше номинальной частоты вращения. Эта особенность позволяет трактору работать в тех же режимах на газовом топливе, что и в дизельном варианте, поскольку, как отмечалось в [6, 8], максимальное изменение мощности сопротивления при работе трактора на режимах технологической обработки почвы не превышает 25 % и дает возможность газовому трактору выполнять работы в полном объеме без потерь качества выполнения работ.

4. Рост запаса крутящего момента при работе на газовом топливе должен положительно сказаться на потенциальных возможностях трактора при транспортной работе, так как это повышает возможности трактора на тяжелых грунтах.

5. Сравнение графиков тягового КПД трактора при работе на дизельном и газовом топливах показывает, что в последнем случае КПД выше, это дает экономию топлива, а с учетом того, что газовое топливо имеет цену существенно ниже, в целом экономия денежных средств будет высокой.

6. Необходимо отметить, что при работе на газовом топливе силовой диапазон потенциальной работы не меняется, а это значит, что механизатор не должен менять свои навыки управления трактором при переходе с дизельного топлива на газовое.

7. Эксплуатационные показатели трактора Т-25 таким образом не ухудшаются и единственным нестандартным фактором при эксплуатации этого типа техники является заправка трактора газовым топливом и дополнительные требования техники безопасности при эксплуатации.

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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 172–176.
2. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 201–205.
3. 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: м-лы 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 88–95.
4. 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: м-лы 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 85–88.
5. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2018. – Т. 3. – С. 194–196.
6. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 2. – С. 67–83.
7. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. Том II. – Ижевск, 2013.

8. Федоров, В. М. Комбинированная энергоустановка для мобильной сельхозмашины В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 10–11.

УДК 621.43

В. М. Федоров, С. Е. Селифанов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ГАЗИФИКАЦИИ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ, ИСПОЛЪЗУЕМОЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Приводится сравнительный анализ методов перевода мобильной техники на газовое топливо. В итоге определен как наиболее перспективный метод конвертации дизельного двигателя – перевод его в газовый переподжатый двигатель.

Актуальность. Возможность применения газового топлива на мобильной технике в сельском хозяйстве до сих пор окончательно не решена. Одним из камней преткновения в этом вопросе является выбор способа использования газового топлива на двигателях мобильной техники. На данный момент не прорабатываются проекты проектирования газовых двигателей именно для сельского хозяйства, поэтому речь может идти только о переводе имеющихся серийных двигателей на газовое топливо (конвертации). Поскольку на мобильной технике применяются в подавляющем большинстве именно дизельные двигатели, то необходимо рассмотреть варианты конвертации этих двигателей на природный газ. Такой вариант дает максимальный экономический эффект при его реализации за счет разницы цен на дизельное топливо и природный газ.

Материалы. Рассмотрим предлагаемые варианты конвертации с учетом различных факторов, а результаты сравнения сведем в таблицу. Здесь оценка факторов произведена в качественном виде относительно качества дизельного двигателя. Если при кон-

вертации фактор относительно дизельного улучшается – ставится знак «+», а если ухудшается – знак «-». Газодизель подразумевает использование одновременно и газового топлива, как основного и дизельного топлива, необходимого как запального. Газовый двигатель с ИСЗ – газовый двигатель с искровой системой зажигания и внешним смесеобразованием, с использованием стехиометрической смеси и с понижением степени сжатия. Газовый переподжатый двигатель – это газовый двигатель с искровой системой зажигания, внешним смесеобразованием, который работает на бедных смесях и имеет высокую степень сжатия, сравнимую с той, что используется в дизельном двигателе или еще выше. При этом с целью компенсации превышения максимального давления цикла над расчетным угол опережения зажигания смещается в сторону ВМТ или даже более поздних значений.

Таблица 1 – Сравнение способов перевода дизелей на газовое топливо

№ п/п	Признак качества двигателя	дизель	газо-дизель	Газовый с ИСЗ	Газовый переподжатый
1	Себестоимость двигателя	1	-	+	+
2	Себестоимость перевода	0	+	-	-+
3	Стоимость топлива	1	+	++	++
4	Расход масла в системе смазки	1	+/-	+	+
5	Моторесурс	1	-	-	+
6	Экономичность	1	-	-	+
7	Степень замещения жидкого топлива	0	+	++	++
8	Наличие концентратов веществ в выхлопных газах	1	+/-	+	++
9	Выбросы углеводородов	1	--	+	+
10	Выбросы NO_x	1	-	+	++
11	Выбросы CO_2	1	+/-	+	+
12	Приспособляемость к применению нейтрализаторов	0	-+	+	+/-
13	Шумоизлучение	1	-	+	++
14	Надежность	1	-	-	+
15	Стоимость эксплуатации, включая стоимость топлива	1	-	+	+
16	Приспособленность к работе на режимах номинальной мощности	1	+/-	-	+

Анализ данных таблицы:

1. *Себестоимость двигателя.* Все варианты конвертации дизелей основываются на базовом дизеле. Однако при серийной конвертации возникают следующие нюансы:

– в газодизеле остается топливный насос высокого давления, который необходим для подачи запальной дозы, но в этом случае приходится дорабатывать регулятор ТНВД для возможности работы на двух топливах сразу. Это увеличивает стоимость газодизеля в целом. В газовых двигателях с искровой системой зажигания и в переподжатом газовом двигателе топливный насос высокого давления демонтируется, а себестоимость двигателя в целом снижается [1, 2, 7].

2. *Себестоимость перевода.* Газодизель дорабатывается путем установки газовой системы питания и внесения доработок в регулятор ТНВД. Остается только внести дополнительные регулировки в работу систем двигателя. Перевод газодизеля может быть проведен в любой момент, независимо от состояния исходного дизеля. Соответственно, стоимость дополнительного монтажа элементов газовой системы будет иметь минимальную стоимость.

Для двигателя с искровой системой зажигания требуется доработка основных деталей кривошипно-шатунного механизма. А это влечет за собой полную разборку подвергаемого конвертации двигателя, и такую операцию лучше всего проводить при капитальном ремонте.

Переподжатый газовый двигатель в большинстве своем не требует серьезных доработок деталей кривошипно-шатунного механизма, однако, если требуется поднять степень сжатия выше стандартной, требуется частичная разборка [1, 2, 8].

3. *Стоимость топлива.* Стоимость газового топлива, особенно природного газа, существенно ниже дизельного, и чем больше замещение дизельного топлива газовым, тем ниже оказывается суммарная себестоимость топлива в целом.

В газодизеле замещение дизельного топлива газовым достигает до 50–60 % [2–5].

У газового двигателя с искровым зажиганием замена жидкого топлива полная.

У переподжатого газового двигателя кроме полной замены жидкого топлива газовым еще и повышается эффективность использования газового топлива, и в целом общие затраты на топливо падают в максимальной степени.

4. *Расход масла в системе смазки.* Масло в системе смазки дизеля и газодизеля достаточно быстро темнеет при эксплуатации.

В двигателях с искровой системой зажигания и питания газовым топливом таких проблем не существует, и масло стареет существенно медленнее, а смена масла может осуществляться реже при эксплуатации такого двигателя, что в конечном счете снижает его расход.

5. *Моторесурс.* Ресурс двигателя зависит от загрузки двигателя и тепловой напряженности его рабочего режима.

В газодизеле на большинстве основных режимов резко снижается количество топлива, протекающего через форсунки. В результате происходит перегрев концов форсунок, закоксовывание их отверстий, происходит нарушение стабильности работы двигателя, что отрицательно сказывается на общем ресурсе двигателя. В газодизеле также условия сгорания более жесткие, а скорость роста давления выше, чем в дизеле. Эти перегрузки ведут к снижению ресурса газодизеля [2, 7, 8].

В газовом двигателе с искровой системой зажигания снижена степень сжатия для работы двигателя на стехиометрической газовой смеси. При этом нарушается внешний тепловой баланс двигателя на режимах, близких к номинальной мощности. При этом резко растет тепловая напряженность в системе выпуска. Страдают выпускные клапаны, их седла, перегреваются выпускные коллекторы. Часто этот перегрев приводит к поломкам, а ресурс падает.

В переподжатом газовом двигателе коэффициент избытка воздуха максимально приближен к таковому в дизеле, а, значит, сохранен тепловой поток в цилиндрах двигателя, степень сжатия сохраняется или растет. Количество теплоты, отдаваемой в систему охлаждения, падает. Таким образом тепловая напряженность падает, а механические нагрузки не превышают таковые в дизеле. В результате общий ресурс переподжатого газового двигателя должен возрасти относительно дизеля.

6. *Экономичность.* В дизеле мы имеем качественное регулирование, высокую степень сжатия, работу на бедных смесях. В результате мы имеем достаточно экономичный двигатель.

В случае газодизеля часть топлива жидкого заменяется газообразным и общий коэффициент избытка воздуха может падать, что снижает экономичность.

В газовом двигателе с искровой системой зажигания снижена степень сжатия и коэффициент избытка воздуха, качественной

регулировки мощности нет. Экономичность ниже, чем у дизеля, хотя и нет критического снижения.

В переподжатом газовом двигателе степень сжатия может быть даже больше, чем в дизеле, качественное регулирование и работа на бедных смесях также сохранены, поэтому экономичность переподжатого газового двигателя может быть даже выше, чем в исходном дизеле.

7. *Степень замещения жидкого топлива.* В газодизеле замещение жидкого топлива может достигать 50–60 %. При большей доле замещения начинаются проблемы с перегревом форсунок и стабильностью работы двигателя в целом.

В двигателях с искровой системой зажигания (с пониженной степенью сжатия и переподжатым) замещается все жидкое топливо.

8. *Наличие концерагенных веществ в выхлопных газах.* Концерагенные вещества появляются в цилиндре при неполном сгорании углеводородов с длинными цепочками в молекулах. Это может быть жидкое топливо или моторное масло на стенках цилиндров.

В дизеле и газодизеле распределения жидкого топлива по камере сгорания неравномерно, что и увеличивает вероятность выбросов.

При сгорании стехиометрических газовых смесей в двигателях с искровой системой зажигания не возникает.

9. *Выбросы углеводородов.* Особенность газодизеля состоит в том, что топливо из форсунки поступает не в сжатый горячий воздух, как это происходит в дизеле, а в газоздушную смесь. При этом сгорает на частичных нагрузках только та часть газоздушной смеси, в которую попадают капли жидкого топлива. Из-за этой особенности газодизеля выбросы углеводородов значительны.

Газовый двигатель с искровой системой зажигания работает на стехиометрической смеси и комплектуется нейтрализатором. Поэтому выбросы углеводородов ограничены.

В переподжатом газовом двигателе, с одной стороны, сгорание происходит весьма эффективно, а с другой стороны, при высоких коэффициентах избытка воздуха сгорание происходит медленно и количество углеводородов возрастает из-за вялого сгорания [2, 8].

10. *Выбросы NO_x .* В газодизеле по сравнению с дизелем возрастает скорость повышения давления, работа газов в цикле становится жесткой, а количество оксидов азота растет, поскольку создаются условия для их проявления.

В газовых двигателях с искровой системой зажигания сгорание происходит достаточно мягко, а в выпускной системе установ-

лен нейтрализатор, поэтому выбросы невелики, можно выполнить условия STAGE2.

В цикле переподжатых газовых двигателей создаются условия, при которых количество выбросов NO_x резко падает. Такой двигатель может выполнять условия требований STAGE 4 и SNAGE 5.

11. *Выбросы CO_2* . Общее количество углекислого газа зависит от состава топлива, применяемого на двигателе. Чем длиннее цепочка молекулы топлива, тем больше углекислого газа в выхлопе.

С этой точки зрения наиболее подходящее топливо – метан или в нашем случае – природный газ [1, 2, 4, 8].

12. *Приспособляемость к применению нейтрализаторов*. Газодизель сложно приспособить к установке нейтрализатора выпускных газов из-за особенностей цикла двигателя.

Газовый двигатель с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием может работать со стандартными нейтрализаторами автомобильного типа [2, 4, 8].

Для переподжатого газового двигателя необходимо использовать специальный окислительный нейтрализатор с высоким содержанием редкоземельных металлов.

13. *Шумоизлучение*. В газодизельном цикле резкий рост давления при сгорании приводит к высокому шумоизлучению в работе, выше, чем у дизеля.

Газовый двигатель с искровым зажиганием работает существенно тише дизеля (до 6 ДБ).

Переподжатый газовый двигатель имеет еще меньший шум в связи с поздними углами опережения воспламенения [2, 4, 8].

14. *Надежность*. Надежность работы газодизеля ограничивается надежностью работы жидкостной системы питания, в частности, надежностью работы форсунок.

В газовом двигателе с искровой системой зажигания надежность работы двигателя ограничивается надежностью элементов выпускной системы и газораспределительного механизма, особенно на высоких нагрузках. Кроме того имеются проблемы с перегревом масла в системе смазки при максимальных нагрузках.

В переподжатом газовом двигателе явных особенностей, ограничивающих надежность двигателя, не выявлено [2, 4, 5, 8].

15. *Стоимость эксплуатации, включая стоимость топлива*. Газодизель имеет сложное регулирование, его эксплуатация требует применять два топлива сразу, что дороже, чем эксплуатация газовых двигателей с искровым зажиганием.

В переподжатом газовом двигателе эксплуатация будет иметь минимальную стоимость, поскольку этот двигатель сочетает в себе надежность и высокую экономичность.

16. *Приспособленность к работе на режимах номинальной мощности.* Для полноценного использования двигателя на мобильной сельскохозяйственной машине необходимо, чтобы двигатель обеспечивал работу на режимах регуляторной характеристики. Это может быть газодизель при условии, что в этом двигателе стоит усовершенствованный регулятор, позволяющий одновременно воздействовать и на подачу дизельного, и на подачу газового топлива.

С другой стороны, в переподжатом газовом двигателе предусмотрена зона на внешней скоростной характеристике, имеющая регуляторную ветвь.

Выводы. Анализ таблицы показывает, что традиционные варианты конвертации дизелей на газовое топливо (газодизель и газовый двигатель с искровой системой зажигания) не обеспечивают приемлемой работы газобаллонных тракторов на основных режимах технологической обработки почвы вследствие особенностей конструкции этих двигателей.

Переподжатый газовый двигатель, напротив, имеет высокий потенциал стать основным двигателем для мобильной газобаллонной сельскохозяйственной техники, но такая технология конвертации дизелей на газовое топливо не разрабатывается в отраслевых институтах и на предприятиях, производящих сельскохозяйственную технику.

Чем быстрее будет устранено это несоответствие, тем активнее будет внедряться природный газ как топливо для мобильной сельскохозяйственной техники.

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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 172–176.
2. Федоров, В. М. Комбинированная энергоустановка для мобильной сельхозмашины В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 10–11.
3. Федоров, В. М. Структура системы регулирования и управления переподжатым газовым двигателем / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Развитие инже-

нерного образования и его роль в технической модернизации в АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 201–205.

4. 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: м-лы 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 88–95.

5. 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: м-лы 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 85–88.

6. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Т. 3. – С. 194–196.

7. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 2. – С. 67–83.

8. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. Том II. – Ижевск, 2013.

К. Л. Шкляев, Г. Б. Соловьева, Л. Л. Максимов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ СЕМЯН С РАЗЛИЧНОЙ КРИВИЗНОЙ ПЛАСТИНЫ

Использование распределителей семян с различной кривизной пластины в сошниковой группе сеялки-культиватора позволяет получить полосовой или ленточный способ посева зерновых культур.

Актуальность. Наилучшее обеспечение всех растений питательными веществами, воздухом и светом может быть получено при совмещении равномерного распределения семян по площади поля с внесением удобрений на нужную глубину [1, 2, 10].

Материалы и методы. На рисунке 1 показана схема размещения семян и удобрений на разных уровнях почвы. Семена располагаются на глубине 2–5 см, а удобрения в нижних, более увлажненных слоях почвы (6–8 см). В начальном этапе развития растения не нуждаются в дополнительном питании, но когда корневая система достигает уровня удобрений, культурные растения становятся более конкурентоспособными по отношению к сорнякам. В условиях Удмуртии такую технологию разработал и впервые внедрил заслуженный агроном РФ Л. П. Смоленцев [8].

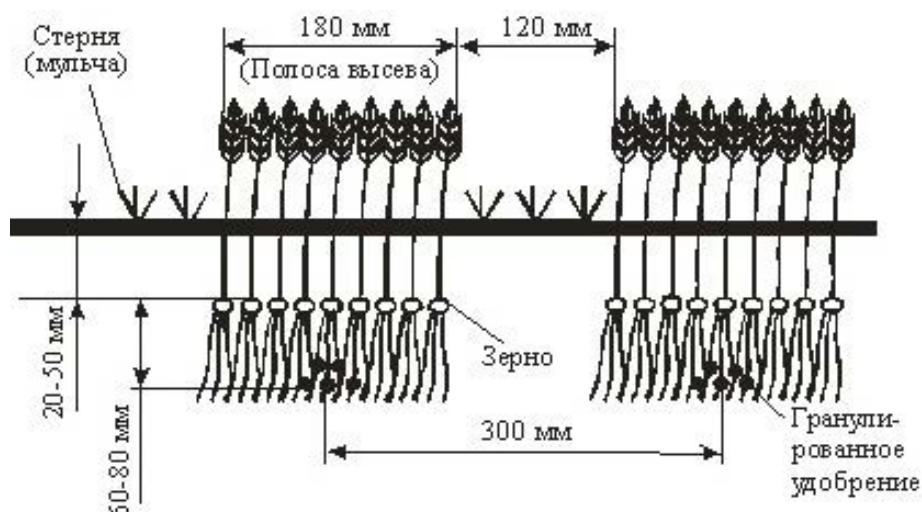


Рисунок 1 – Схема посева с разноуровневым размещением семян и удобрений

Одно из технических решений данного способа посева описано в трудах [2, 4–6, 8, 9].

Результаты исследований. Сошниковая группа (рис. 2) состоит из стойки 2, стрелчатой лапы 1, трубки 4, тукопровода 3, семяпровода 5 и распределителя семян 6. Трубка 4 является частью стойки и служит для подачи удобрений в почву. Выходное отверстие в трубе расположено на одном уровне со стрелчатой лапой. Семяпровод 5 с распределителем семян 6 находятся на некотором расстоянии l от стойки.

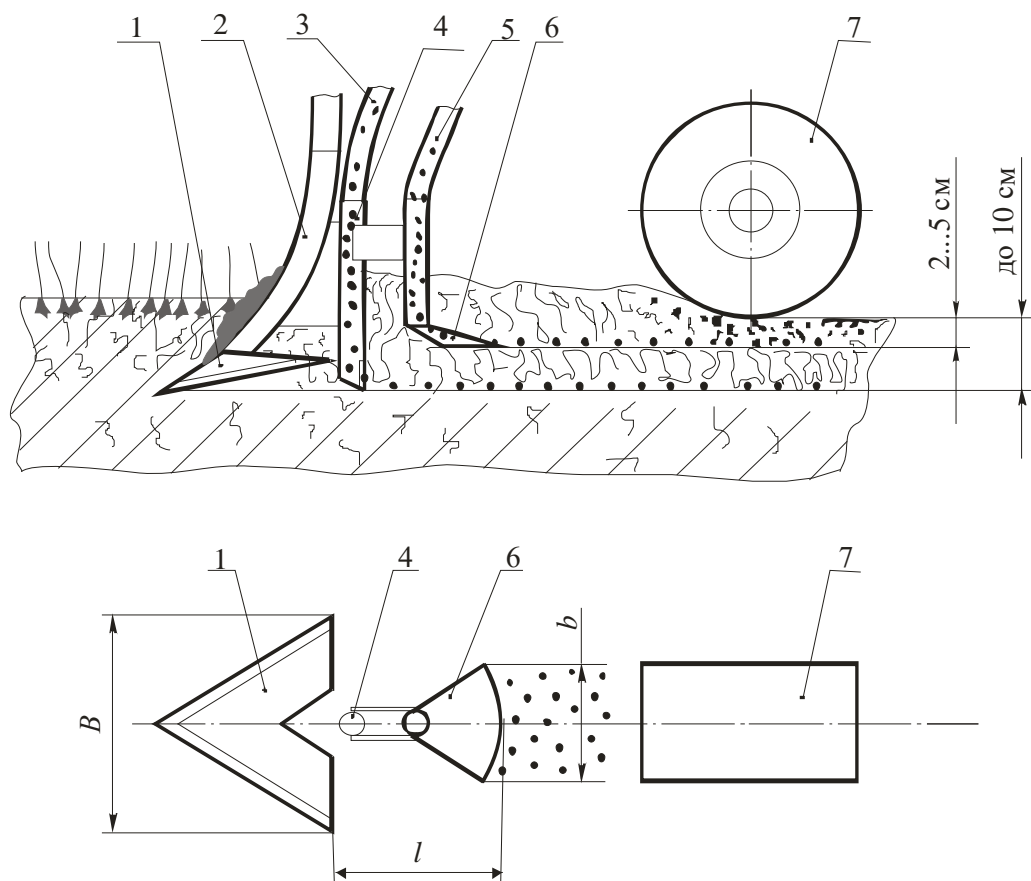


Рисунок 2 – Технологическая схема сошниковой группы:
 1 – лапа; 2 – стойка; 3 – тукопровод; 4 – трубка; 5 – семяпровод;
 6 – распределитель семян; 7 – каток;
 В – ширина захвата лапы; b – ширина полосы высева семян.

Семена, подаваемые катушечным высевальным аппаратом, проходят через семяпровод 5, попадают на распределитель 6. После контакта с распределителем семена равномерно распределяются по ширине b , присыпаются землей, сходящей с лап 1 культиватора, и уплотняются прикатывающими катками 7.

В процессе теоретических исследований [2, 3, 8] было выявлено, что равномерность распределения семян зависит от длины и угла наклона распределяющей пластины, кривизны ее изгиба. На рисунке 3 показан распределитель семян, состоящий из крон-

штейна 1, трубки 3, пластины распределяющей 2 и пластины отражающей 5, клина 4. Клин выполняет две функции: распределяет семена на два потока и предохраняет верхнюю отражающую пластину от деформации во время работы на тяжелых почвах.

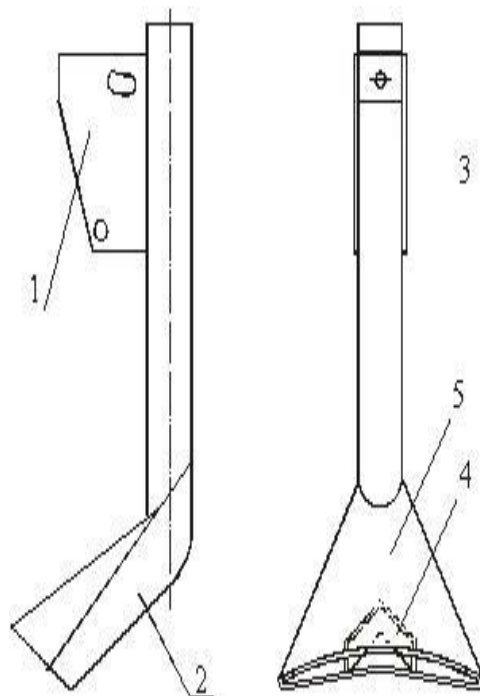


Рисунок 3 – **Распределитель семян:**

1 – кронштейн; 2 – пластина распределяющая; 3 – труба;
4 – клин; 5 – пластина отражающая

Были изготовлены три типа распределителей с различной кривизной распределяющей пластины (рис. 4).



Рисунок 4 – **Распределители семян с различной кривизной распределяющей пластины: 0 (1); 2,8 (2); 5,6 (3)**

Кривизна пластин каждой из трех составляет, соответственно: $K_1 = 0$; $K_2 = 2,8$; $K_3 = 5,6$. Длину направляющих пластин ре-

шено было оставить постоянной, полученную расчетным путем, 0,15 м. На первом этапе проводили эксперименты по выявлению равномерности распределения семян различных культур вдоль оси движения сошника. Результаты данных исследований были изложены в ранее опубликованных работах [2, 7]. Необходимо также отметить, что при использовании распределителя с кривизной $K_1 = 0$ имеем подпочвенно-полосовой способ посева, а при $K_3 = 5,6$ – ленточный. Подпочвенно-полосовой способ необходимо использовать на хорошо обработанных участках, где посевные агрегаты могут работать на скоростях более 12 км/ч. Семена закрываются почвой по всей ширине высеянной полосы.

На тяжелых почвах и малоконтурных участках скорость агрегата не превышает 10 км/ч. Остаются незакрытыми семена, расположенные ближе к центру (рис. 5). Требуется дополнительная операция по заделке семян. Использование распределителя семян с кривизной, близкой $K_3 = 5,6$ позволяет получить ленточный способ посева с расстоянием между лентами около 5 см. Почва, сходящая с лап сошниковой группы, закрывает при этом семена полностью.



Рисунок 5- Незакрытые семена ячменя при полосовом способе посева экспериментальной сошниковой группой

Выводы. Использование распределителей семян с различной кривизной пластины в сошниковой группе сеялки-культиватора позволяет получить полосовой или ленточный способ посева зерновых культур.

Список литературы

1. Васильева, О. П. Определение тягового сопротивления комбинированного сошника / О. П. Васильева, К. Л. Шкляев // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 13–16.
2. Веретенников, Н. Д. Распределяющее устройство семян сеялки-культиватора СК-3,6 / Н. Д. Веретенников, Ю. А. Боровиков, О. П. Васильева // Механизация и электрификация. – 2009 – № 6. – С. 3–5
3. Взаимодействие пружинных рабочих органов тяжелых зубовых борон с почвой / А. П. Бодалев, А. Г. Иванов, А. В. Костин [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 1 (104). – С. 16–30.
4. Максимов, Л. Л. Практико-ориентированная форма развития / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева, [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 4–5.
5. Максимов, Л. Л. 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: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 9–21.
6. Машины и оборудование для производства продукции растениеводства / К. Л. Шкляев [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 124 с.
7. Полосовой сошник зерновой сеялки для прямого посева / О. П. Васильева [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 11. – С. 4–5.
8. Сеялка-культиватор СК-3,6 / Н. Д. Веретенников, Н. Максимов, А. А. Курочкин, О. П. Васильева // Сельский механизатор. – 2008. – № 1. – С. 14–15
9. Соловьева, Г. Б. Обоснование параметров сошниковой группы зерновой сеялки прямого посева / Г. Б. Соловьева, О. П. Васильева // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 68–71.
10. Ширококов, А. В. Устройство для посева семян овощных культур / А. В. Ширококов, К. О. Еговкин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 1255–1259.

К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Е. А. Михеева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ КОРНЕПЛОДОВ

Предлагаемый комплекс сельхозтехники предназначен для возделывания овощей в соответствии с требованиями технологий на малоконтурных участках. Данные технологии нацелены на получение высоких урожаев овощей за счет использования комплекса факторов, благоприятно сказывающихся на рост и развитие растений.

Актуальность. На основе анализа опыта возделывания столовых корнеплодов в ходе многолетних экспериментов учеными Ижевской ГСХА, а также в различных хозяйствах предложены некоторые машины для возделывания овощей в малых формах хозяйствования [3, 4]. Основной задачей технологического комплекса является получение высоких урожаев высокотоварной продукции (товарность продукции не менее 90 %) с выровненными корнеплодами с минимальным применением ручного труда.

Материалы и методика. Большинство столовых корнеплодов является наиболее требовательными культурами к почвенным условиям. Система подготовки почвы должна обеспечить мелкокомковатую структуру в зоне развития растений [5] (это обеспечит правильную форму корнеплодов и высокую товарность продукции), исключить переуплотнение подпахотного горизонта (корневая система большинства столовых корнеплодов проникает на глубину до 1,2 м), обеспечить сохранение благоприятных условий в течение всего срока вегетации, создать условия для качественного посева, а также уборки корнеплодов машинным способом без использования ручного труда.

Результаты исследований. Опыт возделывания столовых корнеплодов показал, что в условиях России наиболее рациональным является применение пневматических и механических сеялок высева. Различные хозяйства применяют различные схемы посева овощей на гребнях: в одну строчку; в полосу шириной 6 см; в две строки шириной 5 см (зигзаг). Наиболее равномерное распределение семян и более высокое качество корнеплодов получены при посеве в две строки шириной 5 см. Увеличение межстроч-

ного расстояния до 7 см затрудняет дальнейшую механизированную уборку столовых корнеплодов уборочными машинами с рабочими органами тербильного типа.

На основании теоретических предпосылок и результатов проведенных экспериментальных исследований разработан мотоблочный двухрядный посевной агрегат, снабженный сошниками с активным рассеивателем семян [5].

Сошник состоит из лапы с шириной захвата 160 мм и активного рассеивателя семян (рис. 1).



Рисунок 1 – Двухрядный посевной агрегат

После проведения посева при возделывании моркови исключается необходимость выполнения механических обработок. Точное размещение посевного материала на равном расстоянии исключает необходимость прореживания. Борьба с сорняками вредителями и болезнями проводится химическим способом.

Уборка столовых корнеплодов машинами выкапывающего типа производится двумя способами: однофазным и двухфазным. Перед уборкой клубней моркови необходимо применять ботвоудалитель. Рабочий орган ботвоудалителя с вертикальной осью вращения (рис. 2) разработан в ИЖГСХА [3].

Рабочий орган имеет возможность копировать микрорельеф почвы. Ботвоудаляющие рабочие органы выполнены в виде пластин, изготовленных из эластичного материала и установленных в вертикальной плоскости. Повышение качества отделения ботвы

достигается путем индивидуального отслеживания головок корнеплодов эластичными рабочими элементами с приложением разрушающего усилия к ботве в непосредственной близости от головки корнеплода.

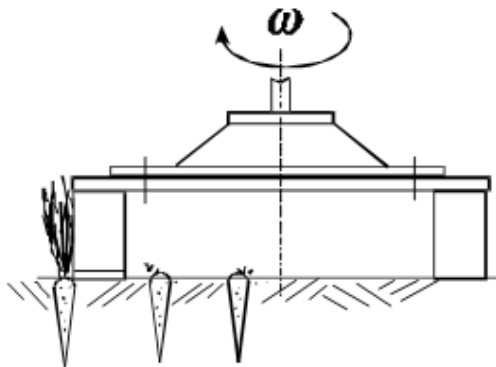


Рисунок 2 – Конструкция лопастного ботвоудалителя

В зависимости от назначения выращиваемой продукции, парка уборочных комбайнов и т.п. используют различные способы механизированной уборки моркови. Первый способ – уборка комбайнами с рабочими органами теребильного типа (морковь, предназначенная для реализации в торговую сеть, предприятия питания и т.п., т.е. там, где пользуются спросом корнеплоды с удлиненной формой).

Второй способ – уборка моркови с помощью подкапывающих приставок на картофелеуборочных комбайнах (короткие корнеплоды утолщенной формы типа Шантане для промышленной переработки). Картофелеуборочные комбайны имеют большую производительность, однако, наносят большее повреждение коже корнеплодов.

При уборке комбайнами теребильного типа не требуется предварительного удаления ботвы, а при уборке подкапывающими комбайнами необходимо производить предварительное удаление ботвы. В обоих случаях необходимо обеспечить чистоту посевов от сорной растительности. В особой степени чистота от сорной растительности требуется при работе комбайнов теребильного типа, т.к. данные комбайны работают в автоматическом режиме отслеживания рядка растений, и при наличии сорной растительности копир рядка может отклониться в сторону.

Копатель – сборщик картофеля КСК-1М отделяет клубни от почвы и ботвы в восходящем потоке вороха в процессе подъема в приемник-накопитель на технологическом пути не более 1,5 м (рис. 3).



Рисунок 3 – КСК-1М «Кабан»

В предлагаемом устройстве реализован принципиально новый способ сепарации клубненесущего вороха – в восходящем потоке. При таком технологическом процессе отпадает необходимость просеивания всей почвенной массы через решетчатую поверхность прутковых элеваторных полотен [2, 6, 7, 10].

И на завершающем этапе в линейке техники находятся различные сортирующие машины и устройства для очистки сырья от примесей одновременно с калиброванием (рис. 4).

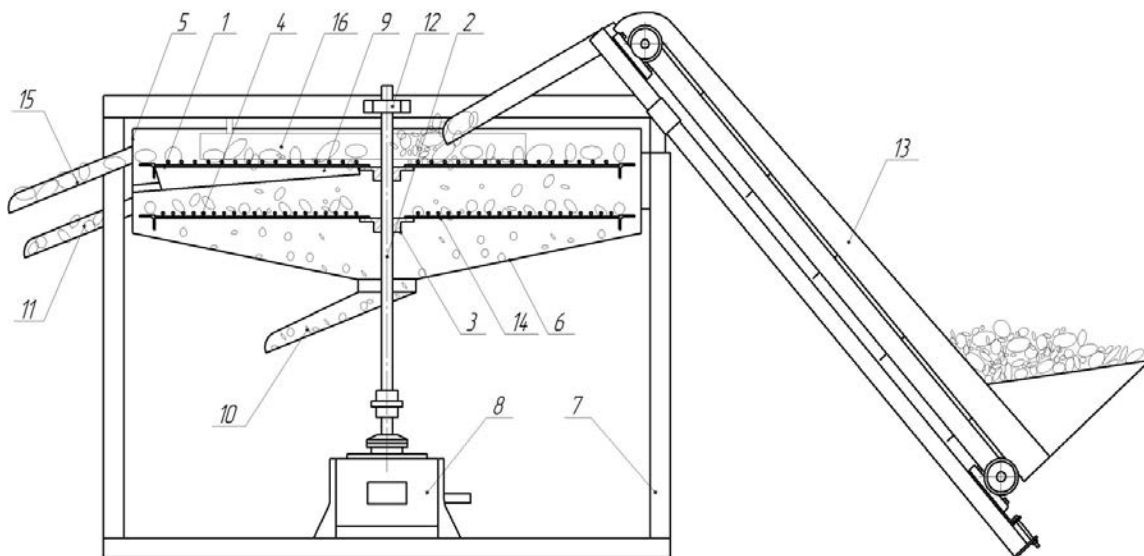


Рисунок 4 – Технологическая схема дисковой плоскорешетной сортировки:

- 1 – первое решето; 2 – вал; 3 – ступица; 4 – второе решето; 5 – обод кожуха;
- 6-приёмник; 7 – рама; 8 – редуктор; 9 – подъемная планка; 10 – выгрузной лоток мелкой фракции; 11 – выгрузной лоток средней фракции; 12 – подшипник;
- 13 – питающий транспортер; 14 – спица; 15 – выгрузной лоток крупной фракции;
- 16 – сектор-обод

Сортирующая поверхность делит клубни на две фракции – «проход» и «сход». Сортирование происходит следующим образом – мелкие и средние клубни в смеси идут в «проход», крупные сходят с поверхности [1, 8, 9–12].

Выводы. В итоге представленного обзора можно отметить, что основными составляющими современной технологии возделывания корнеплодов являются:

- создание условий для свободного развития корневой системы и формирование значительных запасов влаги при выполнении зяблевой обработки почвы;
- посев, выполненный пневматической либо механической сеялкой;
- проведение интегрированной защиты растений и полное исключение механических обработок при уходе за посевами;
- механизированная уборка комбайнами различного типа в зависимости от назначения выращиваемой продукции.

Получена основа для создания нового поколения машин. Открыто широкое поле деятельности для исследователей и изобретателей.

Список литературы

1. Бурашев, М. С. Применение современных систем хранения плодов и овощей / М. С. Бурашев, А. В. Ширококов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 1038–1042.
2. Васильева, О. П. Комбайн с отделителем клубней в восходящем потоке вороха / О. П. Васильева, Л. Л. Максимов // М-лы I Междунар. научн.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева – Казань: ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, 2018. – С. 282–286.
3. Максимов, Л. Л. Практико-ориентированная форма развития / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева, [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 4–5.
4. Максимов, Л. Л. 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: м-лы Междунар. научн.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 9–21.
5. Шкляев, К. Л. Машины и оборудование для производства продукции растениеводства / К. Л. Шкляев, И. А. Дерюшев, О. П. Васильева [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 124 с.
6. Патент 2746694 С1 Российская Федерация. Копатель-собираатель моркови: № 2019138628: заявл. 28.11.2019: опубл. 19.04.2021 / Л. Л. Максимов, И. А. Де-

рюшев, О. П. Васильева, А. П. Стрелков, Я. Л. Максимова, К. Л. Шкляев, Н. И. Елькин, Д. В. Алашеев, А. Г. Иванов, П. В. Дородов; заявитель и патентообладатель Ижевская ГСХА.

7. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля: монография / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с.

8. Чибышев, М. А. Технологические особенности, оборудование и этапы очистки вороха различных культур / М. А. Чибышев, А. В. Широбоков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – № 1 (10). – С. 1692–1967.

9. Шкляев, К. Л. Малогабаритные сортировки для картофеля / Шкляев К. Л., А. Л. Шкляев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 211–217.

10. Шкляев, К. Л. Машины для уборки и доработки корнеклубнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева / Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы 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 Любимова А. И. В 2-х томах. – Ижевск, 2020. – С. 156–164.

11. Шкляев, К. Л. Обоснование угла схода клубней с лопасти загрузочного ротора / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 88–92.

12. Шкляев, К. Л. Совершенствование барабанной картофельной сортировки / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев / Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 175–177.

А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАНСПОРТНОГО МОДУЛЯ

Представлен расчет количества аккумуляторов, требуемого для универсального сельскохозяйственного транспортного модуля, позволяющего автоматизировать процессы в сельскохозяйственном производстве.

Актуальность. Универсальный сельскохозяйственный транспортный модуль будет приводиться в движение от двух электродвигателей постоянного тока. Один двигатель на привод каждого движителя. Способность электрической машины легко менять направление вращения якоря позволяет решить задачу, связанную с поворотом платформы. Для этого достаточно задать алгоритм системе управления двигателем, чтобы в момент поворота модуля двигатели начинали вращаться в противоположную сторону. Таким образом, правый и левый движитель модуля начнут движение в противоположную сторону относительно продольной оси модуля, тем самым обеспечивая поворот. Угол и направление поворота легко определяется, зная количество оборотов двигателя, что автоматически отслеживается блоком управления [1, 4, 13, 15, 17–20].

Материалы и методика. Расчет электрической части для питания силовой установки универсального сельскохозяйственного транспортного модуля выполняется по аналогии с другими сельскохозяйственными машинами, в частности тракторами [5–10, 10, 12, 14, 16, 21].

Результаты исследований. Для обеспечения автономности работы необходимо определить требуемое количество аккумуляторов в батарее.

Уравнение баланса энергии транспортного модуля с электроприводом:

$$\omega_{\sigma} m_{\sigma} = P_{кр} V_{тр} t_p k,$$

где ω_{σ} – удельная энергия батареи;

m_{δ} – масса батареи;
 $P_{кр}$ – усиление на крюке;
 V_{mp} – рабочая скорость транспортного модуля;
 t_p – время бесперебойной (на заряде аккумуляторов) работы модуля;

k – удельный расход энергии, определяемый экспериментально.

Аккумуляторы будут составлять значительную часть массы транспортного модуля, что видно по этому выражению:

$$\alpha = \frac{m_{\delta}}{m_m} \text{ или } m_m = \frac{m_{\delta}}{\alpha};$$

$$P_{кр} = (\varphi_{кр} \lambda + f) m_m g,$$

где $\varphi_{кр}$ – сила тяги на крюке;

λ – коэффициент использования сцепного веса модуля на тяге;

f – коэффициент трения скольжения;

m_m – масса транспортного модуля;

g – ускорение свободного падения.

Тогда требуемая удельная энергия батарей, которая зависит от типа батареи, высчитывается при помощи следующей формулы:

$$\omega_{\delta} = \frac{(m_m g (\varphi_{кр} \lambda + f) V_{mp} t_p k)}{m_m \alpha} = \frac{(\varphi_{кр} \lambda + f) V_{mp} t_p k}{\alpha},$$

где α – массовая доля батарей, которая зависит от типа и назначения мобильной машины, $\alpha = 0,25$ – для автомобиля; $\alpha = 0,5$ – для низкоскоростных, тяговых машин.

Удельная энергия батареи сильно зависит от типа химической реакции, протекающей в батарее ($\omega_{\delta} = 20 \dots 30$ Вт·ч/кг для свинцово-кислотных аккумуляторов и $\omega_{\delta} = 100 \dots 180$ Вт·ч/кг для литий-ионных батарей), если требуемое значение удельной энергии батарей оказывается выше, чем фактическое значение для данного вида аккумулятора, то необходимо выбирать другой вид аккумулятора с большим значением удельной энергии, соответственно, более дорогой [2, 3, 11, 23].

Мощность батареи, требуемой для нормальной работы модуля с электроприводом, выводим из формулы:

$$N_{\delta} = \frac{N_{тяг} + N_{всп}}{\eta_m \eta_{\delta}},$$

где $N_{тяг}$ – мощность, необходимая для создания тягового усилия на крюке;

η_m – потери на механическую часть привода;

$\eta_э$ – потери на преобразование электрической энергии;

$N_{всп}$ – мощность, необходимая на вспомогательные механизмы.

Долговечность работы аккумуляторной батареи возможно определить по суммарно отданной энергии:

$$W_n = \sum_{i=1}^n U_i C_i,$$

где $\sum_{i=1}^n$ – суммарное число аккумуляторов в батарее;

U_i – среднее разрядное напряжение;

C_i – разрядная емкость на i -ой цепи.

При сравнении различных видов аккумуляторов необходимо иметь в виду, что если свинцово-кислотные имеют низкую удельную стоимость, то они вместе с тем имеют продолжительный срок эксплуатации до 1500 циклов заряда-разряда, а литий-ионные аккумуляторы при в несколько раз большей удельной энергии имеет срок службы около 500 циклов.

Эффективность использования батареи выведем по начальной стоимости 1 (Вт ч):

$$C_n = \frac{S}{w_б},$$

где S – стоимость батареи;

$w_б$ – запас энергии в батарее.

Стоимость одного (Вт ч) на срок службы:

$$C_{cc} = \frac{S}{W_n},$$

где S – стоимость батареи;

W_n – полная энергия за весь срок службы батареи.

После определения типа двигателей и энергосиловой установки произведена примерная компоновка базовой транспортной платформы для роботизированных систем по уходу за растениями, внешний вид устройства предлагается выполнить в футуристическом варианте, схожем с машинами от Autonomous electric tractor (рис. 1) [22].



Рисунок 1 – Предполагаемый внешний вид универсального сельскохозяйственного транспортного модуля для роботизированных систем по уходу за растениями

Выводы и рекомендации. Основные параметры рамы будут предварительно подбираться в соответствии с габаритными размерами двух электродвигателей, четырех аккумуляторных батарей и возможностью установки модульного навесного устройства в виде механического манипулятора.

Список литературы

1. Беспилотные трактора [Электронный ресурс]. – URL: <https://bespilot.com/tip/bespilotnye-traktora> (дата обращения: 09.07.2021).
2. Васильева, М. И. Конструкция полов на свиноводческих предприятиях / М. И. Васильева, Н. П. Казанцева // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., 13–16 фев. 2018 г. – Ижевск, 2018. – Т. 2. – С. 16–18.
3. Взаимодействие пружинных рабочих органов тяжелых зубовых борон с почвой / А. П. Бодалев [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 1 (104). – С. 16–30.
4. Кудрин, М. Р. Автоматизация процесса доения коров с помощью робота-дояра / М. Р. Кудрин, А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., 12–15 фев. 2019 г. – Ижевск, 2019. – Т. 2. – С. 98–100.
5. Машины для уборки и доработки корнеклубнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Аграрное образование и наука – в развитии отраслей животноводства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВО РФ, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова А. И. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 156–164.

6. Машины и оборудование для механизации процессов в растениеводстве и в садово-парковом хозяйстве: учебное пособие / Б. Д. Зонов [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 104 с.
7. Машины и оборудование для производства продукции растениеводства: учебное пособие / К. Л. Шкляев [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 124 с.
8. Механизация процесса доения коров с помощью робота-дойера / М. Р. Курдин [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 5 (96). – С. 21–33.
9. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля: монография / А. Г. Иванов [и др.]. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с.
10. Робототехника в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – URL: <https://fastsalttimes.com/sections/obzor/585.html> (дата обращения: 09.07.2021).
11. Шакиров, Р. Р. Визуализация резьбового соединения в программе компас 3D / Р. Р. Шакиров, А. В. Костин, А. Л. Шкляев, В. И. Константинов, И. А. Охотникова // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: м-лы 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, 11–13 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 374–377.
12. Шкляев, А. Л. Выбор типа движителя для мобильной роботизированной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: м-лы 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, 11–13 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 377–383.
13. Шкляев, А. Л. Гусеничный движитель для сельскохозяйственного робота / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: м-лы 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, 11–13 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 383–389.
14. Шкляев, А. Л. Анализ основных видов силовых установок и обоснование выбора электродвигателя в качестве энергосиловой установки для мобильной автоматизированной транспортной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев //

Аграрное образование и наука – в развитии отраслей животноводства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВО РФ, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова А. И., 20 июля. 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 150–156.

15. Шкляев, А. Л. Выбор тягового электродвигателя для привода универсального транспортного модуля / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, 24–26 фев. 2021 г. – Ижевск, 2021. – Т. 3. – С. 72–77.

16. Шкляев, А. Л. Методика и расчет механической части роботизированной транспортной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА, 11–13 нояб. 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 217–224.

17. Шкляев, А. Л. Мобильная энергетическая платформа / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, 04–05 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 299–305.

18. Шкляев, К. Л. Картирование сельскохозяйственных земель / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: м-лы 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, 11–13 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 389–399.

19. Шкляев, К. Л. Малогабаритные сортировки для картофеля / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА, 11–13 нояб. 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 211–217.

20. Шкляев, К. Л. Навигационные системы в агропроизводстве / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, 04–05 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 306–310.

21. Шкляев, К. Л. Обоснование угла схода клубней с лопасти загрузочного ротора / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., 18–21 фев. 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 3. – С. 88–92.

22. Шкляев, К. Л. Проблемы внедрения точного земледелия в Удмуртской Республике / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Международный. науч.-практ. конф., 13–16 фев. 2018 г. – Ижевск, 2018. – Т. 2. – С. 203–205.

23. Экструдер для утилизации отходов животноводства и птицеводства / А. Г. Иванов [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 28–30.

УДК 631.22.018

М. В. Шкляев

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Предложены пути совершенствования конструкции одношнекового экструдера для утилизации отходов животноводства.

Актуальность. Утилизация соломонавозных смесей и твердой фракции навоза крупного рогатого скота (КРС) или птичьего помета является важной задачей, которая решает проблему экологической безопасности ферм и коровников [1–3]. Однако существующие методы санитарной выдержки навоза или помета в буртах или лагунах является продолжительным методом и требует создания больших накопительных площадок, что влечет значительные капитальные затраты [4–6]. Ускоренное обеззараживание соломонавозных смесей, твердой фракции навоза или помета путем термобарической обработки в экструдерах является перспективным методом обработки.

Материалы и методы. При научных исследованиях использовали методы критического анализа и приемы решения изобретательских задач.

Результаты исследований. В работах [7–11] описывается одношнековый экструдер для утилизации отходов животноводства с электроподогревом рабочей камеры. Конструктивная схема экструдера показана на рисунке 1.

Установка содержит следующие элементы конструкции: точенный шнек 1 с переменной навивкой, основной мотор-редуктор 2 с частотным регулируемым электроприводом, конический насадок 3, гайка с коническим углублением 4, кольцевые ТЭНы 5, пи-

тающий шнек 6, установленный в загрузочную воронку, вспомогательный мотор-редуктор 7 с частотно-регулируемым электроприводом, жернов 8.

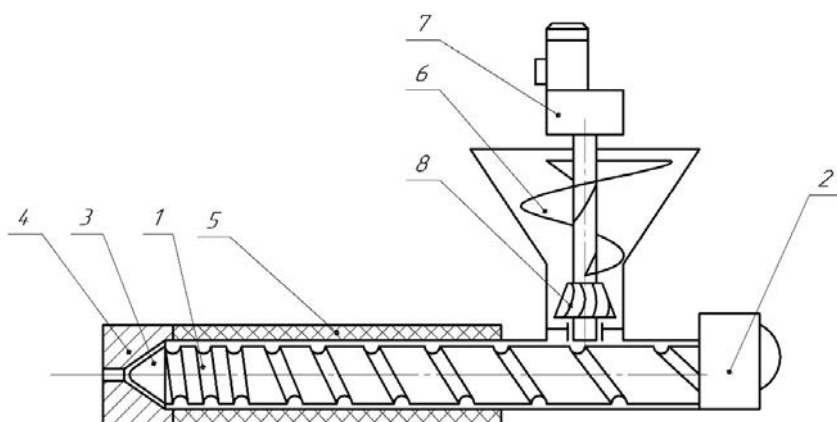


Рисунок 1 – Схема одношнекового экструдера с электроподогревом

В ходе лабораторных исследований по определению давления и температуры нагрева, мощности привода и производительности установки [7, 8, 10] были определены «узкие» места конструкции, которые могут быть улучшены [12–14].

Измельчающий жернов 8, представляющий собой коническое колесо с винтовыми зубьями, неудовлетворительно работает с соломоавозной смесью, которая попадает в экструдер с ферм КРС. Солома и другие волокнистые материалы наматываются на жернов и заклинивают вспомогательный электропривод 7. Для решения данного вопроса рекомендуется использовать предварительный ножевой измельчитель, показанный на рисунке 2.

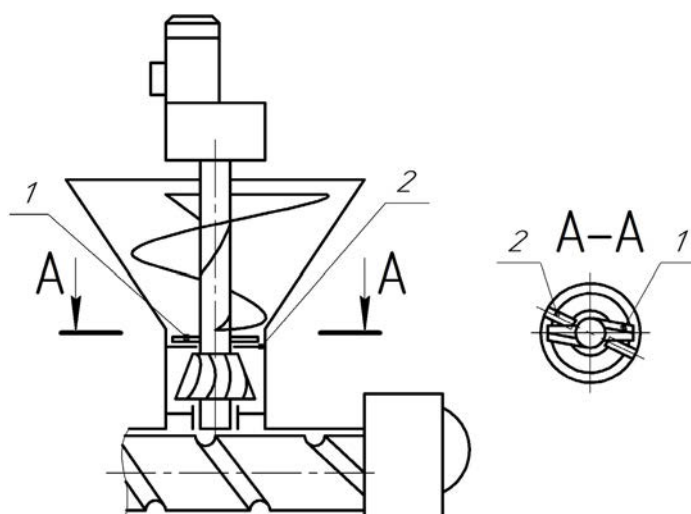


Рисунок 2 – Ножевой измельчитель:
1 – нож; 2 – противопластина

Две ножевые пластины с односторонней заточкой жестко закреплены на вращающемся валу. Для реализации подпорного среза по принципу пуансона в корпусе неподвижно установлено кольцо с двумя противопластинами. Косая заточка способствует заклиниванию разрезаемых стеблей в клиновом зазоре, образованном кромкой лезвия и кромкой противопластины. Измельченный волокнистый материал вместе с кусочками помета или навоза дополнительно перетирается в жерновах и поступает в рабочую камеру экструдера.

Щелевой зазор между деталями 3 и 4 (рис. 1), не может обеспечить необходимую степень повышения давления при необходимой производительности установки. Предлагается использовать принцип колебательного движения в осевом направлении основного вала экструдера. Такое колебательное движение будет способствовать периодическому запираению кольцевого зазора, резким скачкам давления в рабочей камере, что будет способствовать повышению степени обеззараживания навоза.

Выводы и рекомендации. Представленные варианты модернизации одношнекового экструдера для утилизации отходов животноводства следует проверить в ходе лабораторных исследований и производственных испытаний.

Список литературы

1. Губейдуллин, Х. Х. Современные технологии уборки и переработки жидкого навоза / Х. Х. Губейдуллин, В. Г. Артемьев, И. И. Шигапов [и др.] // Сельский механизатор. – 2018. – № 6. – С. 30–31.
2. Шигапов, И. И. Ресурсосберегающие технологии уборки жидкого навоза / И. И. Шигапов // Сельский механизатор. – 2017. – № 4. – С. 26–27.
3. Павлов, П. И. Технология уборки навоза / П. И. Павлов // Естественные и технические науки. – 2017. – № 3 (105). – С. 85–86.
4. Шигапов, И. И. Уборка и переработка навоза на базе спирально-винтовых механизмов / И. И. Шигапов // Сельский механизатор. – 2017. – № 5. – С. 22–23.
5. Иванов, А. Г. Перспективная технология утилизации навоза методом ускоренной ферментации / А. Г. Иванов, В. И. Широбоков, М. И. Файзуллин // научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., в 3-х томах. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 77–82.
6. Павлов, П. И. Эффективные средства механизации для удаления и утилизации навоза / П. И. Павлов // Естественные и технические науки. – 2017. – № 3 (105). – С. 87–89.

7. Иванов, А. Г. Экструдер для обработки отходов птицеводства и животноводства / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова, М. В. Шкляев // Наука Удмуртии. – 2019. – № 4. – С. 38–41.

8. Иванов, А. Г. Экструдер для утилизации отходов животноводства и птицеводства / А. Г. Иванов, С. П. Игнатъев, Н. Г. Касимов [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 30–31.

9. Иванов, А. Г. Программа планирования экспериментов по исследованию экструзии отходов животноводства с их нагревом / А. Г. Иванов, М. В. Шкляев, Р. Р. Закирова // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры ЭРМ, 90-летию д.х.н., проф., заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию к.т.н., проф., заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 351–357.

10. Лабораторные исследования мощности привода экструдера для отходов животноводства / А. Г. Иванов, М. В. Шкляев, А. А. Мохов, Р. Р. Закирова // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 23–28.

11. Игнатъев, С. П. Экструдирование помета / С. П. Игнатъев // Сельский механизатор. – 2019. – № 8. – С. 20–21.

12. Литвинец Ю. И. Технологические и энергетические расчеты при переработке полимеров экструзией / Ю. И. Литвинец. – РИО УГЛТУ, 2010. – 56 с.

13. Зубкова, Т. М. Повышение эффективности работы одношнекового экструдера для производства кормов на основе параметрического синтеза : дис. ... докт. техн. наук : 05.20.01 / Т. М. Зубкова. – Оренбург, 2006. – 320 с.

14. Корякина, М. А. Повышение эффективности работы одношнекового экструдера на основе структурно-параметрического синтеза для прессования семян рапса: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / М. А. Корякина. – Оренбург, 2001. – 125 с.

УДК 630*17:582.685.4+638.132:582.685.4

М. В. Якимов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЛИПОВЫЕ ЛЕСА – ОСНОВА ДЛЯ ПЧЕЛОВОДСТВА

Проводится изучение и анализ ареала произрастания липы сердцевидной (мелколистной). Наблюдается большая роль липы мелколистной в народном хозяйстве, в том числе в пчеловодстве.

Сохранение древесной растительности на полях и у родников можно рассматривать как прообраз современных почвозащитных, водозащитных и рекреационных насаждений. Даже в после-реформенный период, в конце XIX века, когда поля постоянно перераспределялась между хозяйствами, на них вырубались почти все лесные массивы, за исключением бортовых деревьев, считавшихся собственностью пчеловодов [2].

Уже в XVIII веке древние промыслы удмуртов (охота, рыболовство и бортничество) стали приходить в упадок. Этот процесс был связан с увеличением численности населения и сокращением бортных и охотничьих угодий в результате вырубки лесов для промышленных, сельскохозяйственных и бытовых нужд, а также сокращением естественных и искусственных медоносных угодий – липняков, лугов и посевов гречихи [4, 6, 9].

Например, естественные насаждения липы на территории одного из округов были уничтожены в кратчайшие сроки [2].

Липа (лат. *Tilia*) – род древесных растений. Он объединяет около сорока пяти [10] видов деревьев и крупных кустарников, а также более ста гибридогенных видов. Со времен Карла Линнея было описано более 350 видов [11], большинство из которых позже были сведены к синонимам существующих таксонов.

Согласно классической системе классификации Кронквиста, род входит в семейство Липовые (*Tiliaceae*), но, по результатам современных генетических исследований, это семейство было включено в систему классификации APG II в ранге подсемейства в семейство Мальвовые (*Malvaceae*).

По нынешним представлениям (2013), насчитывается около 45 видов лип [10]. В Европейской части России и в Западной Сибири широко распространён вид *Липа мелколистная*.

Tilia cordata Mill. (*T. cordata*) – липа мелколистная (сердцевидная) относится к семейству липовые – *Tiliaceae* Juss [1]. Ареал *T. Cordata* – европейско-западносибирский, средиземноморский неморальный [15, 16]. Липа мелколистная широко распространена в Европейской части бывшего СССР, в Крыму, на Кавказе и в Западной Сибири, а также в Европе, Средиземноморье, Малой Азии и Иране [5, 7, 12, 16].

Чаинский район Томской области (57°47' с.ш. 82 39' в.д.) является самой восточной точкой естественного ареала липы в России [18]. Северная граница ареала достигает до 60–66 с.ш. (самые северные естественные местонахождения липы в мире находятся в Норвегии – на 66 с.ш.) [18, 19].

Лимитирующие факторы в распространении естественного ареала липы: на востоке – повышение отрицательных температур в зимний период года; на юге – уменьшение количества осадков в тёплый период. В озеленении городов и сел липа используется широко.

T. cordata редко образует чистые липняки, в то же время широко произрастает в широколиственных и хвойно-широколиственных лесах [12, 15, 16]. Изучаемый вид относится к лесной неморальной эколого-ценотической группе [7]; также является конкурентно-толерантным видом [3].

Липа мелколистная может расти в широком диапазоне кислотности, богатства почв азотом, континентальности климата, при различных условиях освещения. Эти факты подтверждаются литературными источниками по экологическим шкалам Д. Н. Цыганова [14].

T. cordata довольно требовательна к температурным условиям в течение вегетационного периода, однако обычно относится к холодостойким видам. Липа мелколистная предпочитает влажные, хорошо аэрируемые почвы, но способна переносить летние засухи благодаря мощной и глубокой корневой системе [13].

T. cordata может доминировать на почвах с умеренным дренажем, а при ухудшении состояния его постепенно может заменить осина. Богатые суглинистые серые и темно-серые, а также бурые лесные почвы являются оптимальными для лип. На бедных сухих, слабо заболоченных почвах встречается редко и растёт очень плохо; на засоленных и сильно заболоченных почвах не произрастает вовсе [17].

Липа мелколистная – это очень теневыносливое растение, но на ранних стадиях роста ей требуется много света для успешного развития.

Липа мелколистная – это типичное древесное растение для подзоны хвойно-широколиственных лесов. Значения потенциальных экологических валентностей этого вида свидетельствуют, что лимитирующими для *T. cordata* являются четыре группы абиотических факторов: термоклиматические, омброклиматические, степень увлажнения и солевой режим почв [17].

В пчеловодстве удмуртов долгое время сохранялись архаичные черты, заключавшиеся в сохранении бортей и колод, а также в использовании при работе с пчелами дикорастущих видов растений.

По словам респондентов, наряду с рамочно-ульевым содержанием пчел на территории Удмуртии до 60-х гг. XX века сохра-

нялось колодное и отчасти бортевое пчеловодство. Для колод отбирались ветровальные и буреломные стволы пихты, ели, сосны и липы (*Tilia cordata* Mill.).

Липа в основном использовалась в центральных и южных районах республики. В северных районах липа растет в подлеске и редко формируется в виде крупных одноствольных деревьев в связи с неблагоприятными для произрастания экологическими условиями.

Для изготовления настилов пихта и липа были и считались наиболее удобными материалами [2].

В ряде крупных регионов (Урал, Предуралье, Поволжье, Дальний Восток) особую ценность представляют липовые леса, обеспечивающие основной сбор меда.

В тех районах, где условия для сбора липового типа меда, пчелиные семьи имеют возможность собирать нектар и пыльцу весной в основном с разных видов ивы и остролистного клена.

Когда липа зацветает, суточные прибавки в весе контрольного улья доходят до 10–15 кг. В весенне-осенний период около 55 % от общего сбора мёда может быть собрано пчелиными семьями во время цветения липы. 700–800 кг с 1 га – это средняя медовая продуктивность липовых насаждений в Удмуртской Республике.

В лесных массивах наблюдается сплошной древостой, опушки, прогалины и поляны, вырубki и гари. Сплошной лес ценен для пчёл, если в составе древостоя присутствуют хорошие древесно-кустарниковые породы, имеющие медоносную ценность (липа, клён остролистный, ива, акация и др.) [8].

Таким образом, сплошные липовые леса или массивы, которые имеют значительный процент этой породы в древостое, имеют значительную ценность для пчеловодства. Они способны обеспечить, хотя и недолгий, но самый высокий сбор меда. Спелые и перезревшие насаждения липы лучше выделяют нектар.

Список литературы

1. Абрамов, Н. В. Флора Республики Марий-Эл: инвентаризация, районирование, охрана и проблемы рационального использования её ресурсов / Н. В. Абрамов. – Йошкар-Ола: Мар. Гос. Ун-т, 2000. – 164 с.
2. Верещагин, Г. Е. Пчеловодство у вотяков // Собрание сочинений: В 6 т./ Под ред. В. М. Ванюшева. Т. 3: Этнографические очерки. Кн. 2. Вып. 1. – Ижевск: УИИЯЛ УрОРАН, 2000. – С. 150.
3. Восточноевропейские широколиственные леса / Р. В. Попадюк, А. А. Чистякова, С. И. Чумаченко [и др.]. – М.: Наука, 1994. – 364 с.

4. Гришкина, М. В. Удмурты в составе Российского феодального государства (конец XV – 1-я пол. XIX в.) // Материалы по истории Удмуртии (с древнейших времен и до сер. XIX в.): сб. ст. – Ижевск: УИИЯЛ УрО РАН, 1995. – С. 125.
5. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т.IV. Покрытосеменные. Семейства бобовые – Гранатовые. – М., Л.: Изд-во Академия и наук СССР, 1958. – 975 с.
6. Елабужский, М. Из Удугучинского прихода Малмыжского уезда // Пчеловодный отдел «Вятской газеты». – Вятка: Типография Машиева, 1900. – № 1. – С. 7.
7. Заугольнова Л. Б. Методика проведения геоботанических описаний / Л. Б. Заугольнова, Л. А. Жукова, М. В. Бекмансуров. // Полевой экологический практикум: Учеб. пособ. Ч.1. – Йошкар-Ола: МарГу, 2000. – С. 39–47.
8. Кривцов, Н. И. Пчеловодство / Н. И. Кривцов, В. И. Лебедев, Г. М. Туников. – М.: Колос, 2007. – 512 с.: ил.
9. Кувшинский, Д. Заметки о Кокшагском приходе Яранского уезда / Д. Кувшинский // Вятские губернские ведомости. – 1865. – № 41.
10. Малеев В. П. Род 881. Липа – *Tilia L.* // Флора СССР: в 30 т. / начато при рук. и под гл. ред. В. Л. Комарова. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – Т. 15 / ред. Тома Б. К. Шишкин, Е. Г. Бобров. – С. 4–23.
11. Мурахтанов, Е. С. Липа / Е. С. Мурахтанов. – М., 1981.
12. Пчелин, В. И. Дендрология: учебник / В. И. Пчелин. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2007. – 520 с.
13. Рысин, Л. П. Липа сердцевидная / Л. П. Рысин // Биологическая флора Московской области. Вып. 7 / Под ред. Т. А. Работнова. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1983. – С. 128–152.
14. Цыганов, Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д. Н. Цыганов. – М.: Наука, 1983. – 19 с.
15. Чистякова, А. А. *Tilia cordata* Mill. – липа сердцевидная / А. А. Чистякова // Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники. – М. МГПИ, 1989. – С. 42–52.
16. Шиманюк, А.П. биология древесных и кустарниковых пород СССР / А. П. Шиманюк. – М.: Просвещение, 1964. – 480 с.
17. Дорогова, Ю. А. Экологическая характеристика ценопопуляций липы сердцевидной в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Ю. А. Дорогова, Л. А. Жукова // Вестник Казанского ГАУ. – 2009. – Т. 4. – № 2 (12). – С. 155–160.
18. *Tilia cordata* Mill. (швед.). Den Virtuella Floran. Naturhistoriska riksmuseet (29 June 2009).
19. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for lime (*Tilia* spp.). Svejgaard Jensen, J. 2003. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages. (PDF).

Т. А. Антипова, Т. А. Бабайцева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Приведены результаты агроэкологической оценки сортов ярового ячменя, допущенных к возделыванию в Удмуртской Республике, на основе расчета параметров экологической пластичности. Для этого были использованы результаты государственного сортоиспытания на госсортоучастках. Установлены особенности размещения сортов в агроклиматических районах республики, что позволит более полно реализовать заложенный в них потенциал.

Актуальность. Ячмень яровой является ведущей культурой в группе зернофуражных культур [5]. По мнению А. А. Жученко, роль сорта особенно велика в получении высокой и устойчивой урожайности сельскохозяйственных культур [3]. Дифференциальная реакция сортов на действие факторов внешней среды обуславливает величину урожая, его качество и стабильность [1]. Степень приспособленности сорта отражает его адаптивный потенциал, т.е. способность использовать благоприятные факторы среды и противостоять экстремальным. Удмуртская Республика характеризуется непостоянными и сильно различающимися по климатическим условиям годами. В связи с этим, агроэкологическая оценка сортов, изучение их экологической пластичности и стабильности имеет научный и практический интерес.

Цель и задачи исследований: сравнить урожайность сортов ярового ячменя по годам и выявить их экологическую пластичность.

Материалы и методика. Агроэкологическая оценка сортов ярового ячменя проведена по данным филиала ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» по Удмуртской Республике. Использована информация по урожайности зерна сортов, допущенных к возделыванию по Удмуртской Республике: Раушан, Белгородский 100, Неван, Памяти Чепелева, Родник Прикамья, Сонет, за 2014-2017 гг. [7–10]. Параметры экологической пластичности (b_i) и стабильности (S_d^2) рассчитывали по методике S.A. Eberhart и W.F. Russel в изложении Ю. С. Ларионова [6], устойчивость сортов к стрессу и среднюю

урожайность в контрастных условиях среды (генетическая гибкость) – по уравнениям А.А. Rossiele, J. Hamblin [12].

Сортоиспытательные участки расположены в разных почвенно-климатических условиях Удмуртии и охватывают все разнообразие почв, встречающихся на территории республики. Бalezинский ГСУ расположен в северном агроклиматическом районе, Увинский ГСУ – в центральном, Сарапульский ГСУ и Можгинский ГСУ – в южном. На Бalezинском ГСУ преобладают дерново-сильно- и средне-суглинистые почвы, на Увинском ГСУ – дерново-среднеподзолистые песчанисто-легкосуглинистые (близкие к супеси), на Можгинском ГСУ – дерново-слабо- и средне подзолистые легкосуглинистые, на Сарапульском ГСУ – серые лесные оподзоленные тяжелосуглинистые [7].

Результаты исследований. Анализ данных государственного сортоиспытания ячменя на госсортоучастках Удмуртской Республики выявил большую дифференциацию урожайности в зависимости и от сортовых особенностей, и от агроэкологических условий. Разброс величины урожайности зерна сортов был в пределах 2,28–5,61 т/га, а варьирование – 31–38 %. Наиболее урожайным в среднем по всем сортоучасткам были сорта Белгородский 100 (4,01 т/га) и Памяти Чепелева (4,06 т/га), что выше урожайности других сортов соответственно на 5–28 % и 6–30 %.

Отмечено в целом повышение урожайности ячменя с продвижением с севера на юг Удмуртии (рис. 1).

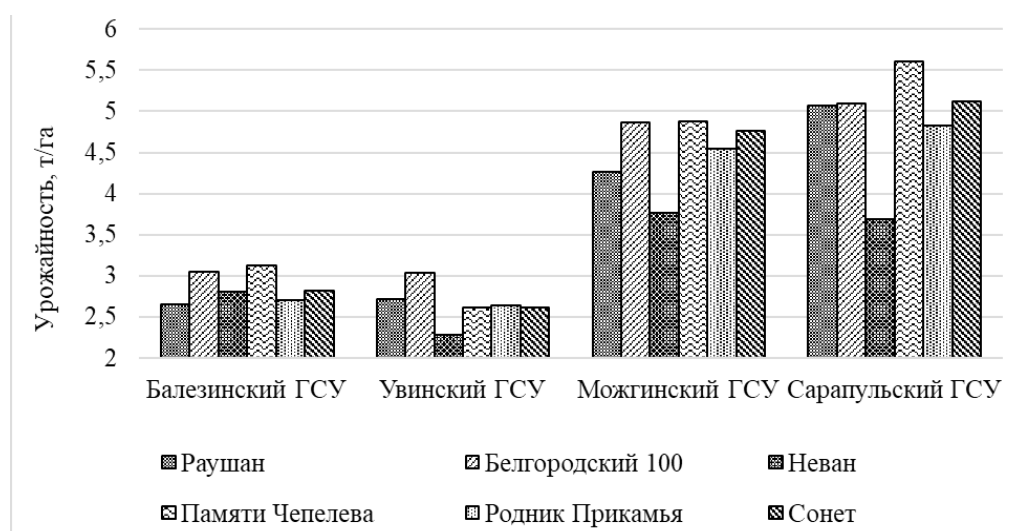


Рисунок 1 – Урожайность зерна сортов ярового ячменя на госсортоучастках Удмуртской Республики, т/га (средняя 2014-2017 гг.)

В то же время проявились сортовые особенности в реакции на почвенно-климатические условия выращивания. Так, сорта Неван,

Памяти Чепелева, Сонет характеризовались наименьшей урожайностью (соответственно 2,28 т/га, 2,61 т/га и 2,62 т/га) при их возделывании в центральной части Удмуртии, на песчанисто-легкосуглинистой почве Увинского ГСУ. Наиболее урожайными в северной части Удмуртии были сорта Белгородский 100 (3,05 т/га) и Памяти Чепелева (3,13 т/га). В центральной части наибольшую урожайность сформировал сорт Белгородский 100 (3,03 т/га), в южной части – сорт Памяти Чепелева (5,61 т/га).

Таким образом, проведенный анализ урожайности сортов ячменя свидетельствует о разной адаптивности сортов. Поэтому для более полного использования их потенциала следует провести агроэкологическое обоснование их размещения по территории республики.

Агроэкологический подход к районированию территорий предполагает более полное использование адаптивного разнообразия сортов. Об адаптивности сортов к условиям среды судят по стрессоустойчивости сорта, пластичности и стабильности.

Разность между минимальной и максимальной урожайностью сорта отражает уровень его устойчивости к стрессовым условиям произрастания. Чем меньше этот разрыв, тем выше стрессоустойчивость сорта и шире диапазон его приспособительных возможностей [2].

Наиболее устойчивым к стрессовым факторам сортом на Балезинском ГСУ был сорт Раушан (–1,38 т/га), на Увинском ГСУ – Родник Прикамья (–0,74 т/га), на Можгинском ГСУ – Неван (–2,47 т/га), на Сарапульском ГСУ – Белгородский 100 (– 0,78 т/га).

Таблица 1 – Урожайность зерна и параметры экологической пластичности сортов ячменя на госсортоучастках Удмуртской Республики, т/га (средняя 2014-2017 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га			Стрессоустойчивость, т/га	Коэффициент пластичности b_i
	средняя	максимальная	минимальная		
Балезинский ГСУ					
Раушан	2,65	3,16	1,78	-1,38	0,90
Белгородский 100	3,05	3,71	1,95	-1,76	1,15
Неван	2,81	3,61	1,68	-1,93	1,22
Памяти Чепелева	3,13	4,44	1,82	-2,62	1,60
Родник Прикамья	2,70	3,51	1,86	-1,65	1,01
Сонет	2,82	3,47	1,76	-1,71	1,11
Увинский ГСУ					
Раушан	2,71	3,54	2,19	-1,35	1,38
Белгородский 100	3,03	3,89	2,53	-1,36	1,43

Сорт	Урожайность, т/га			Стрессоустойчивость, т/га	Коэффициент пластичности b_i
	средняя	максимальная	минимальная		
Неван	2,28	2,76	1,71	-1,05	0,99
Памяти Чепелева	2,61	3,29	2,16	-1,13	1,00
Родник Прикамья	2,64	3,08	2,34	-0,74	0,72
Сонет	2,62	3,47	1,99	-1,48	1,49
Можгинский ГСУ					
Раушан	4,26	6,36	2,23	-4,13	1,54
Белгородский 100	4,86	6,37	3,25	-3,12	1,22
Неван	3,77	5,11	2,64	-2,47	0,98
Памяти Чепелева	4,88	6,48	3,35	-3,13	1,09
Родник Прикамья	4,54	6,11	3,44	-2,67	1,04
Сонет	4,76	6,28	3,52	-2,76	1,13
Сарапульский ГСУ					
Раушан	5,07	5,78	4,73	-1,05	0,90
Белгородский 100	5,09	5,54	4,76	-0,78	0,48
Неван	3,69	4,77	2,67	-2,10	1,99
Памяти Чепелева	5,61	6,38	5,25	-1,13	0,99
Родник Прикамья	4,83	5,83	4,20	-1,63	1,32
Сонет	5,12	6,04	4,22	-1,82	1,32

Коэффициент экологической пластичности (b_i) указывает на норму реакции генотипа при меняющихся факторах среды. При высоком коэффициенте экологической пластичности ($b_i > 1$) сорт относится к экологически пластичному (узкоадаптивному) типу, в случае $b_i < 1$ – к нейтральному (широкоадаптивному) типу. При условии $b_i = 1$ имеется полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания, такие сорта обладают высокой экологической пластичностью [4].

При анализе коэффициента пластичности выявлено, что на Бalezинском ГСУ повышенной чувствительностью обладали сорта Памяти Чепелева и Неван $b_i = 1,60$ и $b_i = 1,22$ соответственно, это подтвердилось их худшей стрессоустойчивостью 2,62 т/га и 1,93 т/га. Сорта Раушан, Родник Прикамья – среднестабильны. У сортов данный коэффициент b_i был на уровне 0,90 и 1,01 соответственно.

На Увинском ГСУ (центральная часть республики) урожайность сортов Неван, Памяти Чепелева полностью соответствовала изменению условий среды, это подтверждается коэффициентом их пластичности $b_i = 0,99$ и $b_i = 1,00$ соответственно. Остальные сорта, за исключением сорта Родник Прикамья, проявили повышен-

ную чувствительность к условиям среды ($b_i = 1,38-1,49$). Сорт Родник Прикамья характеризовался слабой реакцией к условиям выращивания ($b_i = 0,72$).

В условиях Можгинского ГСУ наибольшей реакцией на изменение условий произрастания отличились сорта Раушан и Белгородский 100, об этом свидетельствуют показатели слабой стрессоустойчивости – 4,13 т/га и 3,12 т/га и коэффициента пластичности 1,54 и 1,22 соответственно, что говорит о наибольшей чувствительности сортов. Наиболее стабильная урожайность по годам была отмечена у сорта Неван. Устойчивость данного сорта к стрессовым условиям произрастания была на уровне 2,47 т/га, а коэффициент пластичности $b_i = 0,98$ говорит о широкой адаптивности сорта.

В условиях более южного климатического района, а именно на Сарапульском ГСУ, широкоадаптивным сортом оказался сорт Белгородский 100, сформировав наиболее стабильную урожайность при наибольшей стрессоустойчивости 0,78 т/га и низком коэффициенте пластичности $b_i = 0,48$. Противоположным образом в данных условиях проявил себя сорт Неван. Сорт проявил себя как узкоадаптивным к изменениям условий произрастания. Об этом свидетельствует наименьшая стрессоустойчивость 2,10 т/га и коэффициент пластичности $b_i = 1,99$. Урожайность сорта Памяти Чепелева, сформированная в пределах 5,25 – 6,38 т/га, полностью соответствовала изменениям условия произрастания на Сарапульском ГСУ ($b_i = 0,99$).

Выводы и рекомендации. В результате проведения сравнительной оценки сортов можно дать рекомендации по их распространению на территории Удмуртской Республики. Для реализации наибольшего потенциала сорта в северном агроклиматическом районе следует уделить внимание сорту Раушан ($b_i = 0,90$), Родник Прикамья ($b_i = 1,01$). В центральной части наиболее высокая и стабильная урожайность обеспечена сортами Неван ($b_i = 0,99$) и Родник Прикамья ($b_i = 0,72$). В условиях произрастания южного агроклиматического района широкоадаптивным является сорт Неван ($b_i = 0,48$), также допускаются сорта Белгородский 100, Памяти Чепелева, урожайность которых изменяется пропорционально изменениям условий произрастания.

Список литературы

1. Бабайцева Т. А. Экологическая пластичность коллекционных образцов озимой тритикале по зимостойкости / Т. А. Бабайцева, Е. Н. Полторыдядько, Е. Н. Кузнецова // *Зерновое хозяйство России*. – 2017. – № 6 (54). – С. 7–11.

2. Баталова А. Г. Некоторые аспекты устойчивости к лимитирующим факторам в селекции овса / А. Г. Баталова // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2013. – № 2 (6). – С. 25–58.
3. Жученко А. А. Биологизация, экологизация, энергосбережение, экономика современных систем земледелия / А. А. Жученко // *Вестник АПК Ставрополя*. – 2015. – № 2. – С. 9–13.
4. Караульный Д. В. Оценка урожайности сортов и гибридов озимых зерновых культур по параметрам экологической адаптивности в Северо-Восточной части Беларуси / Д. В. Караульный, А. С. Мастеров // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2013. – № 1. – С. 52–57.
5. Курылева А. Г. Конкурсное испытание сортов ячменя в условиях Удмуртской Республики / А. Г. Курылева // *Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Международной науч.-прак. конф., посвященной 90-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики, почетного работника высшей школы РФ профессора Вячеслава Павловича Ковриго 24-25 мая 2018 г.* – Ижевск, 2018. – С. 230-232.
6. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур: учеб. пособие для студ. высших учебных зав. / Ю. С. Ларионов [и др.]. – Курган, 1993. – 34 с.
7. Результаты государственного сортоиспытания сельскохозяйственных сортов за 2004-2007 гг. Характеристики сортов сельскохозяйственных культур, вновь включенных в Государственный реестр селекционных достижений и допущенных к использованию по Удмуртской Республике. – Можга, 2007. – 103 с.
8. Результаты государственного сортоиспытания сельскохозяйственных сортов за 2011-2014 гг. Характеристики сортов сельскохозяйственных культур, вновь включенных в Государственный реестр селекционных достижений и допущенных к использованию по Удмуртской Республике. – Можга, 2014. – 108 с.
9. Результаты государственного сортоиспытания сельскохозяйственных сортов за 2012-2015 гг. Характеристики сортов сельскохозяйственных культур, вновь включенных в Государственный реестр селекционных достижений и допущенных к использованию по Удмуртской Республике, Можга, 2015. – 86 с.
10. Результаты государственного сортоиспытания сельскохозяйственных сортов за 2014-2016 гг. Характеристики сортов сельскохозяйственных культур, вновь включенных в Государственный реестр селекционных достижений и допущенных к использованию по Удмуртской Республике. – Можга, 2017. – 105 с.
11. Результаты государственного сортоиспытания сельскохозяйственных сортов за 2015-2017 гг. Характеристики сортов сельскохозяйственных культур, вновь включенных в Государственный реестр селекционных достижений и допущенных к использованию по Удмуртской Республике. – Можга, 2018. – 92 с.

12. Rossielle, A.A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments / A.A. Rossielle, J. Hamblin // Crop.Sci. – 1981. – V. 21. – № 6.

УДК 633.37:631.53.027

С. И. Коконев, Т. Н. Рябова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ФОРМИРОВАНИЕ ТРАВСТОЯ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКЕ СЕМЯН

Проанализировано влияние предпосевной подготовки семян козлятника восточного на формирование травостоя. Установлено повышение полевой всхожести семян и перезимовки растений при использовании регулятора роста растений НВ-101 и комплексного удобрения Agree`s «Форсаж». С использованием данных препаратов получена наибольшая густота травостоя.

Актуальность. Предпосевная обработка семян многолетних бобовых трав вызывает активизацию метаболических процессов в растительном организме, повышает способность растений защищаться от стрессовых факторов внешней среды и патогенов [2]. В многочисленных исследованиях выявлено значительное усиление симбиотической азотфиксации и повышение урожайности бобовых растений при инокуляции клубеньковыми бактериями совместно с везикулярно-арбускулярными микоризными грибами [1].

Регуляторы роста, новые формы микроудобрений, бактериальные препараты и жидкие комплексные удобрения находят широкое применение в технологии возделывания многолетних бобовых трав и в практическом растениеводстве. Поиск наиболее эффективных и оптимальных способов их использования является актуальной проблемой современного растениеводства.

Материалы и методы. Полевые опыты проведены на опытном поле УНПК-Агротехнопарк. Схема опытов включала следующие варианты: без обработки (контроль), скарификация, молибденовокислый аммоний (300 г/т), скарификация + молибденовокислый аммоний (300 г/т), бактериальный препарат ризоторфин (1 л/т), скарификация + бактериальный препарат ризоторфин (1 л/т), регулятор роста растений НВ-101 (1 мл/т), скарификация + регулятор роста растений НВ-101 (1 мл/т), комплексное удобрение Agree`s «Форсаж» (1,2 л/т),

скарификация + комплексное удобрение Agree`s «Форсаж» (1,2 л/т). Опыты полевые, однофакторные. Повторность вариантов трехкратная, расположение вариантов систематическое со смещением, в два яруса, методом расщепленных делянок. Общая площадь делянки составляет 40 м², учетная площадь делянки – 33 м².

Результаты исследований. Полевая всхожесть козлятника восточного в среднем составила 55-69 %. Наибольший процент полевой всхожести 69 % показал вариант предпосевной обработки семян комплексным препаратом Agree`s Форсаж отдельно и с применением скарификации (рис. 1).

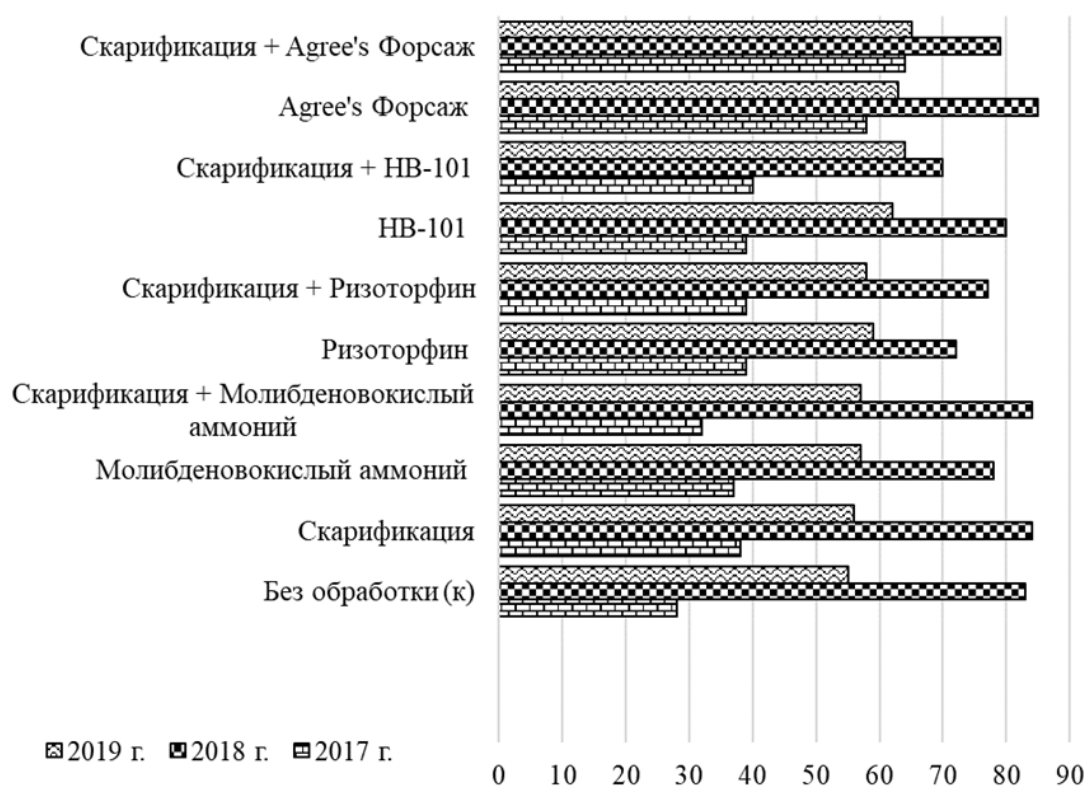


Рисунок 1 – Влияние предпосевной обработки семян на полевую всхожесть козлятника восточного, % (2018-2020 гг.)

Перезимовка растений козлятника восточного в 2018 г. в контрольном варианте составила 54 %. Наибольший процент перезимовки 90 % был отмечен в варианте предпосевной обработки семян регулятором роста растений НВ-101. Положительное влияние и одинаковый процент перезимовки 87 % наблюдали в вариантах с регулятором роста НВ-101 совместно со скарификацией и комплексным удобрением Agree`s «Форсаж», существенная разница с аналогичным показателем в контрольном варианте составила 33 % при НСР₀₅ 18 % (табл. 1). Существенное увеличение пере-

зимовки козлятника восточного первого года пользования в 2019 г. на 8-12 % отмечено у всех вариантов, кроме скарификации и обработки молибденовокислым аммонием как совместно, так и без скарификации, при НСР₀₅ 4 %. Наибольший процент перезимовки 88 % козлятника восточного второго года пользования в 2019 г. показали варианты с регулятором роста растений НВ-101 и комплексным удобрением Agree's «Форсаж» совместно и без скарификации. Существенное увеличение перезимовки растений козлятника восточного первого года пользования в 2020 г. на 5-17 % получили во всех вариантах предпосевной обработки семян, кроме молибденовокислого аммония как отдельно, так и с применением скарификации и бактериального препарата ризоторфин, при НСР₀₅ – 4 %. Перезимовка растений козлятника восточного второго года пользования составила 80–88 %, третьего года пользования – 83–89 %.

Таблица 1 – Влияние предпосевной обработки семян на перезимовку козлятника восточного, % (2018-2020 гг.)

Предпосевная обработка семян	2018 г.	2019 г.		2020 г.		
	1 г. п.	1 г. п.	2 г. п.	1 г. п.	2 г. п.	3 г. п.
Без обработки (к)	54	49	84	66	80	83
Скарификация	79	48	85	71	82	83
Молибденовокислый аммоний	81	48	84	69	83	84
Скарификация + Молибденовокислый аммоний	83	48	83	68	83	85
Ризоторфин	83	60	86	70	83	86
Скарификация + Ризоторфин	89	57	86	75	83	87
НВ-101	90	59	88	76	85	88
Скарификация + НВ-101	87	58	88	80	85	88
Agree's Форсаж	87	59	88	80	86	89
Скарификация + Agree's Форсаж	74	61	88	83	88	89
НСР ₀₅	18	4	$F_{\phi} < F_{05}$	4	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

Густота стояния растений козлятника восточного в 2018 г. к уборке первого укоса составила 68-132 шт./м². Во всех вариантах с предпосевной обработкой семян отмечено увеличение на 24 –64 шт./м² густоты стояния растений к уборке относительно данного показателя контрольного варианта при НСР₀₅ – 18 шт./м² (табл. 2). Во втором укосе существенное увеличение на 18-48 шт./м² густоты растений было отмечено при предпосевной обработке семян ризоторфином, НВ-101, Agree's «Форсаж» отдельно и со скарификацией при НСР₀₅ – 10 шт./м².

Густота стояния растений козлятника восточного первого года пользования в 2019 г. к уборке первого и второго укоса со-

ставила 75–116 шт./м². Во всех вариантах с предпосевной обработкой семян, кроме скарификации и обработки молибденовокислым аммонием как со скарификацией, так и без нее, отмечено увеличение на 20–41 шт./м² густоты стояния растений к уборке относительно данного показателя контрольного варианта при НСР₀₅ – 10 шт./м². Густота стояния растений козлятника восточного второго года пользования в 2019 г. к уборке первого и второго укоса составила 85–144 шт./м². Во всех вариантах с предпосевной обработкой семян, кроме обработки молибденовокислым аммонием, отмечено увеличение на 14–59 шт./м² густоты стояния растений к уборке относительно данного показателя контрольного варианта при НСР₀₅ – 17 шт./м².

Таблица 2 – Влияние предпосевной обработки семян на густоту растений козлятника восточного, шт./м² (2018-2019 гг.)

Предпосевная обработка семян	2018 г.		2019 г.			
	1 г.п.		1 г.п.		2 г.п.	
	1 укос	2 укос	1 укос	2 укос	1 укос	2 укос
Без обработки (к)	68	66	75	75	85	85
Скарификация	92	66	78	78	98	98
Молибденовокислый аммоний	96	66	77	77	88	88
Скарификация + Молибденовокислый аммоний	100	72	75	75	103	103
Ризоторфин	104	84	95	95	99	99
Скарификация + Ризоторфин	100	84	102	102	110	110
НВ-101	116	90	105	105	126	126
Скарификация + НВ-101	100	84	104	104	134	134
Agree's Форсаж	112	96	111	111	143	143
Скарификация + Agree's Форсаж	132	114	116	116	144	144
НСР ₀₅	18	10	10	10	17	17

Выводы. Для формирования травостоя козлятника восточного перед посевом семена обработать регулятором роста растений НВ-101 (1 мл/т) или комплексным удобрением Agree's «Форсаж», также данные мероприятия можно провести в сочетании со скарификацией.

Список литературы

1. Белимов, А.А. Смешанные культуры азотфиксирующих бактерий и перспективы их использования в земледелии/ А. А. Белимов, А. П. Кожемяков // С.-х. биология. – 1992. – № 5. – С. 77–87.
2. Каримов, И. З. Формирование урожая люцерны в зависимости от предпосевной обработки семян и некорневой подкормки в условиях Предкамья Республики Татарстан: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / И. З. Каримов. – Казань, 2006. – 17 с.

СОДЕРЖАНИЕ

С. Л. Абсалямова, Р. Р. Абсалямов, К. Ю. Прокошева Анализ существующего ассортимента древесно-кустарниковых растений на территории МБОУ «СОШ № 100» г. Ижевска на предмет соответствия санитарным правилам	3
К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова, Т. С. Копысова, А. Б. Спиридонов Структурирующие добавки из семян льна	9
К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова, Т. С. Копысова, А. Б. Спиридонов Экспериментальные исследования криогенного замораживания клубники	14
С. Л. Белопухов, В. И. Трухачев, М. В. Григорьева Защитно-стимулирующие комплексы растений для органического сельского хозяйства как объект исследований и обучения	17
И. А. Бобренко, И. О. Шалак, Н. В. Гоман, Н. К. Трубина, В. П. Кормин Применение твердой фракции бесподстилочного свиного навоза при возделывании ячменя	21
Ю. Д. Боднарчук Применение технического зрения в линии для сортировки картофеля	25
Б. Б. Борисов, Ч. М. Исламова, И. Ш. Фатыхов Содержание азота, фосфора и калия в зерне сортов яровой пшеницы	30
Д. А. Васильев, Л. А. Пантелеева Теоретические предпосылки к оптимизации режимов работы асинхронного электропривода.	34
О. П. Васильева Цифровизация хозяйств	44

Э. Ф. Вафина Абиотические условия в развитии растений ярового рапса и формировании урожайности.	48
Э. Ф. Вафина Программирование урожайности зерна озимой тритикале в условиях Удмуртской Республики.	54
В. В. Верзилин, Е. Н. Закабунина, А. В. Гончаров, Н. А. Хаустова, А. Н. Тимофеев, Н. Д. Верзилина Биологизация как фактор интенсификации и экологизации агроландшафтных систем земледелия	60
В. В. Верзилин, Е. Н. Закабунина, А. В. Гончаров, Н. А. Хаустова, А. Н. Тимофеев, Н. Д. Верзилина Биоразнообразие агроценозов и экологическая устойчивость агроэкосистем	68
В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова Содержание жира и сбор масла с урожаем семян льна масличного при разных приемах уборки	75
В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова Урожайность маслосемян отечественных и зарубежных сортов льна масличного	80
И. В. Грабовский Высокоточное земледелие с использованием сельскохозяйственных дронов	86
Н. В. Гусева, М. А. Витвинова Движение удобрений по рассеивающему органу центробежных кузовных разбрасывателей	90
А. В. Дмитриев, А. М. Гизатуллина Влияние способов обработки постагrogenных дерново-подзолистых суглинистых почв на засоренность посевов	93
П. В. Дородов Расчет местных напряжений в угловых зонах рамных конструкций	100

Н. В. Духтанова, Н. М. Итешина Влияние способов подготовки семян к посеву на грунтовую всхожесть семян	107
В. А. Зорин, Л. Я. Лебедев Экструдер с червячной передачей для переработки сельскохозяйственной продукции	111
А. Г. Иванов Применение методов ТММ для синтеза схемы самоустанавливающегося механизма на примере клещевого захвата мешкотары	116
А. В. Игнатъев, Т. Ю. Бортник, А. С. Башков Влияние некорневых подкормок комплексными удобрениями на урожайность и качество зерна ячменя	122
С. П. Игнатъев, В. В. Касаткин, А. А. Мякишев Утилизация отходов животноводства	131
А. Н. Исупов, Д. В. Белослудцев Характеристика свойств извести различных месторождений Удмуртской Республики и их влияние на урожайность клевера лугового	136
Н. М. Итешина, К. А. Мушкина, О. Е. Осмачко Компенсационное лесовосстановление как способ увеличения площадей лесных культур хозяйственно-ценных пород	142
М. М. Киселев, И. Т. Хакимов О снижении концентрации напряжений в ступенчатых деталях путем перераспределения внешней нагрузки в угловых зонах	147
Е. Ю. Колесникова, Ч. М. Исламова Влияние предшественника на формирование площади листьев у сортов яровой пшеницы	152
В. Г. Колесникова Оценка селекционных линий овса посевного	157

- Е. В. Корепанова, Г. Р. Галиева,
В. Н. Гореева, И. Ш. Фатыхов**
Засоренность посевов среднерусской
однодомной конопли при разных нормах высева
в технологии возделывания
на двустороннее использование в Среднем Предуралье.163
- Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, В. Н. Гореева**
Морфологические показатели растения
как основной признак в селекции льна-долгунца169
- Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, К. Н. Осипов**
Содержание жира и сбор масла с урожаем семян
льна-долгунца Томский 18 при применении удобрений,
гербицидов и некорневой подкормки175
- О. В. Коробейникова,
Е. В. Соколова, В. М. Мерзлякова**
Влияние биологических фунгицидов
на качество томатов открытого грунта181
- О. В. Коробейникова, Т. А. Строт,
М. П. Маслова, А. А. Никитин**
Влияние регуляторов роста растений
на посевные качества семян ячменя и яровой пшеницы187
- А. А. Кочнева**
Экологическая роль насаждений
и проблемы компенсационного озеленения
городских территорий на примере г. Ижевска196
- Е. В. Кусакин, В. М. Рожин, Л. Я. Лебедев,
Н. Г. Касимов, И. А. Охотникова**
Современные полимерные материалы
в сельскохозяйственном машиностроении200
- А. М. Ленточкин**
Качество семян сортов яровой пшеницы
разных групп спелости.205
- В. И. Макаров, Г. А. Поздеев**
Запас подвижных форм азота в почвах
АО «Учхоз «Июльское» Ижевской ГСХА»211

А. С. Маркова, А. Д. Кабашов, Я. Г. Лейбович, З. В. Филоненко, Л. Г. Разумовская, Н. М. Власенко, С. Михалин Оценка хозяйственно-биологических признаков сортов и линий голозерного овса для селекции в условиях центра Нечерноземья . . . . .	.216
А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина Производство и оценка качества пива «Чешский сватек светлое» с добавлением малинового сиропа . . . . .	.223
В. А. Петров, Н. В. Гусева Физическое моделирование контактного взаимодействия упругого основания с поднутрением в угловых зонах жесткого штампа. . . . .	.229
Е. Н. Полторыдядько, Т. А. Бабайцева Влияние минеральных удобрений на биологическую ценность семян озимой тритикале. . . . .	.236
О. Б. Поробова, К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, Т. С. Копысова, А. Б. Спиридонов Анализ режимов сушки водорослей для производства удобрений. . . . .	.243
Т. А. Родыгина Формирование коммуникативной компетенции у студентов посредством дидактических игр на занятиях по физике . . . . .	.247
И. Т. Русских, М. Ю. Русских Экспериментальное исследование групповой сплочённости коллектива . . . . .	.251
И. Н. Серебренникова, Т. А. Бабайцева Экологические аспекты направления селекции озимой тритикале в Среднем Предуралье . . . . .	.256
Н. Ю. Сунцова, Е.С. Глухов Определение оценки жизненного состояния тополя белого в посадках г. Ижевска . . . . .	.260

Г. В. Трофимченко, В. И. Макаров Растительная диагностика минерального питания при выгонке ирисов . . . . .	.264
Т. Н. Тутова Сортовая реакция лука репчатого на сроки посадки севка. . . . .	.269
С. Н. Уваров Недостатки организации медицинской помощи детям в сельской местности Удмуртии в годы перестройки . . . . .	.274
В. М. Федоров, С. Е. Селифанов Обоснование параметров газовых двигателей мобильных машин, предназначенных для работы в сельском хозяйстве . . . . .	.278
В. М. Федоров, С. Е. Селифанов Проект газового двигателя для мобильной сельскохозяйственной машины . . . . .	.284
В. М. Федоров, С. Е. Селифанов Сравнение возможностей обработки почвы трактором Т-25 в варианте использования жидкого и газообразного топлива . . . . .	.291
В. М. Федоров, С. Е. Селифанов Сравнение способов газификации мобильной сельскохозяйственной машины, используемой для обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур . . . . .	.298
К. Л. Шкляев, Г. Б. Соловьева, Л. Л. Максимов Использование распределителей семян с различной кривизной пластины . . . . .	.306
К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Е. А. Михеева Комплекс машин для возделывания и уборки корнеплодов . . . . .	.311
А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев Расчет количества аккумуляторов для универсального сельскохозяйственного транспортного модуля . . . . .	.317

М. В. Шкляев Совершенствование экструдера для отходов животноводства . . . . .	.323
М. В. Якимов Липовые леса – основа для пчеловодства . . . . .	.326
Т. А. Антипова, Т. А. Бабайцева Агроэкологическая оценка сортов ярового ячменя . . . . .	.331
С. И. Коконев, Т. Н. Рябова Формирование травостоя козлятника восточного при предпосевной подготовке семян . . . . .	.337

Научное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ
РАСТЕНИЙ – ПРОИЗВОДСТВУ**

Материалы Национальной научно-практической конференции

*15 июля 2021 года
г. Ижевск*

Редактор И. М. Мерзлякова
Компьютерная верстка А. А. Волкова

Подписано в печать 09.09.2021 г. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 20,2. Уч.-изд. л. 15,9.
Тираж 300 экз. (первый завод 30 экз.). Заказ № 8285.
Отпечатано в ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11.