

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
“БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ”

***«АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АПК»***

МАТЕРИАЛЫ XXI МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
Часть II

Брянск 2024

УДК 631.5:338.436 (06)
ББК 40.4:65.32
А 26

Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XXI международной научной конференции. Ч. II. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2024. – 183 с.

Редакционная коллегия:

Симонов В.Ю.	председатель, директор ИЭиА, доцент, к.с.-х.н.
Пономарчук О.В.	зам. председателя, зам. директора ИЭиА, к.с.-х.н.
Милехина Н.В.	доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, к.с.-х.н.
Мартынова Е.В.	доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, к.с.-х.н.
Сазонова И.Д.	доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, к.с.-х.н.

Сборник материалов конференции содержит результаты научных исследований ученых, аспирантов, магистров и студентов Брянского ГАУ, других вузов и научно-исследовательских институтов Российской Федерации, Республики Беларусь. В изложенных материалах рассматриваются вопросы селекционного и технологического обеспечения сельскохозяйственного производства, его экологической безопасности, проблемы повышения плодородия почв, рационального использования удобрений, реабилитации загрязненных радионуклидами территорий, ресурсо- и энергосберегающие технологии.

За содержание и достоверность данных ответственность несут авторы.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией института экономики и агробизнеса Брянского ГАУ, протокол №7 от 29.05.2024 года.

© Брянский ГАУ, 2024

© Коллектив авторов, 2024

Состав организационного комитета по проведению XXI международной научной конференции «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК»

Сычёв С.М.	ректор Брянского ГАУ, профессор, д.с.-х.н.
Белоус Н.М.	советник при ректорате, профессор, д.с.-х.н.
Малявко Г.П.	проректор по научной работе и инновациям, профессор, д.с.-х.н.
Ториков В.Е.	главный научный сотрудник, профессор, д.с.-х.н.
Симонов В.Ю.	председатель, директор ИЭиА, доцент, к.с.-х.н.
Пономарчук О.В.	зам. председателя, к.с.-х.н.
Силаев А.Л.	зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и экологии, доцент, к.с.-х.н.
Дьяченко В.В.	зав. кафедрой агрономии, селекции и семеноводства, профессор, д.с.-х.н.
Мельникова О.В.	профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, д.с.-х.н.
Милехина Н.В.	секретарь, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, к.с.-х.н.
Мартынова Е.В.	доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, к.с.-х.н.
Сазонова И.Д.	доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, к.с.-х.н.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ И АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Ахмадиев Г.М. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТОЛЕРАНТНОСТЬ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ В АГРАРНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ	7
Ахмадиев Г.М. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ	13
Ахмадиев Г.М., Ахмадуллина А.И., Жумаев А.Г., Фарходова С. Ф. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ НАДЗОРА И КОНТРОЛЯ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ ОТХОДАМИ	20
Уланов Н.А. ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНОЕ И АГРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ ПРИ ВЫБОРЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ	26
Елисева Н.С. АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРОХА	30
Мастеров А.С., Го Сюе, Яо Юн. УРОЖАЙНОСТЬ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ	35
Просянкин Е.В., Борисенко Т.Н. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ПРОДУКТИВНОСТИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ РОГНЕДИНСКОГО РАЙОНА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	38
Силаев А.Л., Белоус Н.М., Смольский Е.В. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАЛИВНЫХ ЛУГОВ	43
Кулагина Н.А., Полякова Н.В., Романова Т.А. СОДЕРЖАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ОСУШЕННОЙ ПОЧВЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ГОРЧИЦЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЕГЕТАЦИОННОГО ОПЫТА	50
Корзунова В.В., Нестеренко О.А., Мамеев В.В. ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КЛИНЦОВСКОГО РАЙОНА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	55
Демиденко Г.А. АГРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЮГА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	61

Стрелева З.В.	АНАЛИЗ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА В АГРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	68
Соболев В.И.	ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ В ЭЛИТНОМ СЕМЕНОВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ СОРТА «АРАМИС»	73
Мартынова Е.В., Горохова Т.	ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУКИ ВЫСШЕГО СОРТА	77
Мартынова Е.В., Старовойтова Н.П.	БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЯНОСТЕЙ И ПРЯНЫХ ТРАВ	81
Ионас Е.Л., Шагитова М.Н., Ковалева И.В.	ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА	85
Корзунова В.В., Нестеренко О.А., Мамеев В.В., Мартынова Е.В.	БАЛАНСА ГУМУСА В СЕВООБОРОТАХ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА	91
Поцепай С.Н., Анищенко Л.Н.	ПОКАЗАТЕЛИ БИОМАССЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАВСТОЯ СЕЯНЫХ ЛУГОВ В ПРЕДЕЛАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	98
Велкова Н.И.	АНАЛИЗ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ ПО КОМПЛЕКСУ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ	108
Велкова Н.И.	МОНИТОРИНГ СЕМЯН SINAPIS ALBA L. НА СОДЕРЖАНИЕ ПОЛЛЮТАНТОВ	113
Пургина А.В., Смольский Е.В.	ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЦИКОРИИ КОРНЕВОМ	116
Серченков А.А., Смольский Е.В.	СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В КОРНЕПЛОДАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ УДОБРЕННОСТИ	121
Каструба Е.М., Смольский Е.В.	ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	126
Пасечник Н.М., Коваль Д.Ю., Смольский Е.В.	ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПИВОВАРЕННОГО	131
Пашковская А.А., Силаев А.Л., Шаповалов В.Ф.	ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГРЕЧИХИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ	135
Поддубная О. В.	АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И КАРБОНОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ	144

Поддубный О.А., Поддубная О. В. ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХО- ЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОСНОВНЫЕ АГ- РОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДО- РОДИЯ	149
Атрошенко П.П., Шаповалов В.Ф., Поцепай С.Н. ПРОДУК- ТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕНА МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКО- ВЫХ ТРАВ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ УЛУЧШЕНИИ ЗА- ЛИВНЫХ ЛУГОВ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗА- ГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ	155
Чекин Г.В., Анисина Н.А., Анищенко Д.И. СОДЕРЖАНИЕ И СОТНОШЕНИЕ ФОРМ НАТРИЯ И КАЛИЯ В АЛЛЮВИ- АЛЬНЫХ ПОЧВАХ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ р .ДЕСНА	167
Терешонок А.С., Тальзина Т.Л. АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ РАЗНЫХ СОРТОВ	172
Корзунова В.В., Нестеренко О.А., Мамеев В.В. ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУ- ЗЫ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КЛИН- ЦОВСКОГО РАЙОНА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	177

УДК 504.05

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТОЛЕРАНТНОСТЬ ЖИВЫХ
ОРГАНИЗМОВ В АГРАРНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ**

Ecological tolerance of living organisms in an agrarian ecosystem

Ахмадиев, Г.М. доктор ветеринарных наук, профессор,
ahmadievgm@mail, Akhmadiev G.M.

ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г. Набережные Челны, Россия
*FGAOU VO Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye
Chelny, Russia*

Аннотация. Для разработки экологически чистых природо-подобных технологий, комплексов, машин и оборудования с целью управления безопасностью аграрных экосистем в органическом сельскохозяйственном производстве необходима научно-обоснованная фундаментальная и прикладная методологическая экологическая базовая информация. Прежде всего, научные знания о закономерности формирования экологической толерантности у живых организмов в аграрной биотехносфере.

В аграрной биотехносфере присутствуют неблагоприятные природные и техногенные факторы и вещества, действующие на живые организмы, обитающие в аграрной экосистеме.

Научные фундаментальные и прикладные данные могут быть получены на основе разработки способа оценки и прогнозирования формирования экологической толерантности у различных видов живых организмов в аграрной биотехносфере. При этом необходимо учитывать приоритетных загрязнителей окружающей среды.

Abstract. *The development of environmentally friendly nature-like technologies, complexes, machines and equipment for the purpose of agrarian ecosystem safety management in organic agricultural production requires scientifically based fundamental and applied methodological ecological basic information. First of all, scientific knowledge about the regularity of formation of ecological tolerance in living organisms in the agrarian biotechnosphere.*

In the agrarian biotechnosphere there are unfavorable natural and anthropogenic factors and substances acting on living organisms inhabiting the agrarian ecosystem.

Scientific fundamental and applied data can be obtained on the basis of the development of a method for assessing and predicting the formation

of environmental tolerance in various species of living organisms in the agrarian biotechnosphere. At the same time it is necessary to take into account the priority environmental pollutants.

Ключевые слова: загрязнители окружающей среды, экологическая толерантность, аграрная экосистема, биотехносфера, живые организмы.

Keywords: *environmental pollutants, environmental tolerance, agrarian ecosystem, biotechnosphere, living organisms.*

В настоящей работе рассмотрено понятие «экологическая толерантность» в аграрной биотехносфере (экосистеме), произведен краткий аналитический обзор, о индикационных способах, практически используемых для биотехносферных агроэкосистем [1, с.10]. При этом отмечается, что предлагаемые способы предназначены, в основном, для оценки антропогенной нагрузки на биогеоценозы, нежели непосредственно для оценки и прогнозирования состояния биотехносферных агроэкосистем [2, с. 81-86]. Однако, не установлена закономерность формирования экологической толерантности у живых организмов в аграрной экосистеме.

Экологическая толерантность — способность организма переносить неблагоприятные условия окружающей среды. Зона экологической толерантности — интервал значений конкретного экологического фактора или сочетания нескольких факторов, в котором обеспечивается устойчивое существование вида или реализация каких-либо его функции. Виды с обширными ареалами, как правило, характеризуются высокой экологической толерантности к физическим и другим факторам. Родственные по происхождению виды часто обладают различной экологической толерантности.

Область и объектом исследований – являются приоритетные загрязнители аграрной биотехносферы присутствующих в окружающей среде, влияющих на закономерность формирования экологической толерантности у живых организмов к загрязнителям окружающей среды.

Предметом исследований – негативные биотехносферные факторы приоритетных загрязнителей агропромышленной природно - технологической системы (биотехносферы), в составе которых, могут присутствовать вредные и опасные вещества биологического, химического и техногенного происхождения способствующих проявления толерантности растений, животных, населения сельской и городской экосистемы.

Гипотеза исследований – научно-обоснованный комплекс управляемых организационных и технологических приемов и критери-

ев оценки и прогнозирования формирования экологической толерантности у живых организмов имеют прямую зависимость с безопасностью окружающей среды и степенью жизнеспособности живых организмов в системе "биотехносфера – живые организмы - агропромышленный комплекс".

Проблема исследований - вредные и опасные вещества биологического, химического и техногенного происхождения не меньшей степени представляют потенциальную угрозу с вероятностью возникновения опасной приобретенной ситуации биологического, химического и техногенного характера для окружающей среды и для обитающих растений, животных и птиц.

Концепция исследования – неизвестные вредные и опасные вещества биологического, химического и техногенного происхождения способны эмиссию в биотехносферной среде и оказывать повреждающее действие на живые системы, компоненты элементы агроэкосистемы окружающей среды и высокоорганизованных организмов, включая человека, растений, животных и птиц.

Целью настоящей работы является выявление закономерности формирования экологической толерантности у живых организмов на урбанизированных аграрных территориях в природно-технологической системе (аграрной экосистеме- биотехносфере).

Методы и принципы исследования. Предлагаемой гипотезой, для разработки способа оценки и прогнозирования формирования экологической толерантности у живых организмов в аграрной биотехносфере, является установление зависимости жизнеспособности растений и животных от условий безопасности их среды обитания. Безопасная окружающая среда связана с физиологическими процессами и жизнедеятельностью живых организмов в системе "биотехносфера – живые организмы – агропромышленный комплекс».

Настоящая работа может реализоваться на основании известных и экспериментальных данных полученных с органического поля и при этом появляется возможность использования экологического, физиологического и морфогенетического подхода. В качестве критерия оценки и прогнозирования формирования толерантности у живых организмов в аграрной экосистеме (биотехносфере) можно использовать показатель, повреждаемости клеток системы тканей органов и стабильности роста и развития выбранных тестовых растений и животных на ранних этапах онтогенеза. При этом в качестве критериев можно использовать те же растения и животные, которые выращиваются в агроэкосистеме с целью получения сельскохозяйственной безопасной продукции и полезных материалов [3, с. 50-57; 4, с. 70-75; 5, с. 3-6].

Основные результаты и их обсуждение. Различные факторы окружающей среды присутствующие в природно- технологической системе (биотехносфере), включая аграрную экосистему, вызывают ответную реакцию со стороны живых организмов с проявлением повышенной или отсутствием чувствительности. Сочетание биологических, химических, техногенных раздражителей могут вызвать сходные или разнообразные ответные реакции с проявлением чувствительности живых организмов. Однако, полной взаимозаменяемости факторов среды живых организмов в аграрной биотехносфере (экосистеме) может и быть и не быть среди различных видов растений и животных. Физиологический (потенциальный) диапазон толерантности живых организмов к факторам окружающей среды может колебаться с минимальных значений и до максимальных величин и характеризует их возможное потенциальное присутствие в определенном диапазоне фактора среды их обитания. В реальной природно- технологической системе в зависимости от характера сочетания благоприятных и негативных факторов среды обитания наблюдается отличающееся, от потенциальной физиологической толерантности на реальное экологическое присутствие, отражающее фактическую отсутствующую, повышенную и пониженную. реакцию организмов на подпороговое, сверхпороговое, пороговое действие специфического и неспецифического определенного экологического фактора, особенно неблагоприятных условиях обитания организмов, отражающихся и на их жизнеспособности, как среди растений, так и животных, особенно на ранних постнатальных этапах роста и развития. При первом типе реального экологического присутствия организмы распределяются в максимальном количестве в середине диапазона интенсивности фактора среды обитания, соответствующего потенциальной физиологической толерантности, не достигая максимума и минимума этого диапазона колебания. Второй тип реального экологического присутствия характеризуется максимальным распределением организмов в первой половине диапазона потенциальной физиологической толерантности, начинаясь в минимуме действия фактора, и не достигая его максимума. В третьем типе экологического присутствия организмы распределяются при высоких значениях диапазона физиологической толерантности, а в четвертом типе наблюдается спад экологического присутствия в середине диапазона физиологической толерантности [6, с.19-42].

Для оценки состояния биотехносферных агроэкосистем наиболее оптимальным является применение одного из разновидностей методов биоиндикации – фитоиндикации. При этом в качестве тестовых целесообразно использовать растения, выращиваемые в агроэкосистеме

ме с целью получения хозяйственно – полезных признаков, безопасных продуктов и полезных материалов [7, с. 2].

В качестве интегрального показателя состояние тестовых растений перспективным является использование стабильности их развития, которая проявляется во взаимодействии случайных событий в растениях и их способности точно следовать программе, заложенной в наследственном генотипе, сопротивляясь воздействиям окружающей среды во время развития для формирования оптимального приобретенного фенотипа [6, с. 34].

По мнению авторов (6) наиболее ярким проявлением стабильности роста и развития растений на макроуровне является флуктуирующая асимметрия (ФА), заключающаяся в незначительных и случайных отклонениях параметров билатеральных (зеркальных) хозяйственно-полезных признаков. Уровень ФА является минимальным лишь при оптимальных условиях среды и возрастает при любых стрессовых воздействиях, особенно, в неблагоприятных условиях сопровождающиеся с загрязнением окружающей среды.

Критериями оценки и прогнозирования формирования экологической толерантности живых организмов могут быть применены диагностические признаки, в частности биометрические показатели состояния растений. Наряду с морфологическими показателями, диапазон признаков может быть увеличен за счет включения не морфологических признаков (свойств) растений, в частности, физиологических или биохимических. Последние определяются количественным и качественным содержанием различных веществ, в тканях растения и непосредственно взаимосвязаны с протекающими в них физиологическими процессами. Такой подход позволит оценить даже незначительные отклонения состояния живых организмов и урбанизированных биотехносферных агроэкосистем при всем комплексе возможных воздействий [6, с. 19-42; 8, с. 21].

Заключение. Таким образом, закономерность формирования экологической толерантности у живых организмов на урбанизированных аграрных территориях в природно-технологической системе (аграрной экосистеме-биотехносфере) происходит с участием морфологических, физиологических, биохимических показателей функциональных систем растений и животных, которые подвержены к изменениям в неблагоприятных экологических условиях. Последние негативные факторы аграрной экосистемы приводят к снижению жизнеспособности и хозяйственно- полезных признаков растений и животных, начиная с самих ранних периодов постнатального онтогенеза. Эти изменения можно выявить индикационными чувствительными способа-

ми мониторинга, методами контроля, которые не требуют предварительной идентификации конкретных биологических, химических соединений или физических воздействий. Они достаточно просты в исполнении, многие из них являются радикальными, экспрессными, дешевыми и позволяют вести оценку качества среды в динамике роста и развития растений и животных на ранних этапах онтогенеза. Установленная закономерность неустойчивости естественной резистентности живых организмов, приводящая к нарушению оптимального экологического и физиологического равновесия между факторами биотехносферы и живых организмов является основой для разработки критериев оценки и прогнозирования формирования экологической толерантности живых организмов. На основе предлагаемой разработки можно определить приоритетные факторы с вредными и опасными веществами, приводящие нестабильности роста развития растений и животных. Нарушенный природный депозит в аграрной экосистеме также способствует к снижению жизнеспособности флоры и фауны на урбанизированных территориях биотехносферной экосистемы.

Библиографический список

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О.П. Мелехова и др. М.: Академия, 2007. 288 с.
2. Неходимова С.Л., Фомина Н.В. Роль альгофлоры в экологической оценке антропогенно-преобразованных почв (обзорная статья) // Вестник КрасГАУ. 2013. № 2 (77). С. 81-86.
3. Кондакова Л.В. Альгологический мониторинг пахотных дерново-подзолистых оглеённых почв в оценке эффективности агромероприятий // Теоретическая и прикладная экология. 2010. № 2. С. 50-57.
4. Сорокина Е.В., Зарубина А.П., Толпышева Т.Ю. Лихеноиндикация и бактериальная люминесценция в экологическом мониторинге // Успехи медицинской микологии. 2018. Т. 19. С. 70-75.
5. Лихеноиндикация как метод регистрирующей биоиндикации урбанизированных территорий (на примере г. Рязань и п.г.т. Шилово Рязанской области) / Э.А. Блинова, Е.С. Иванов, А.И. Арсенин, Ю.П. Пирогова // Центральный научный вестник. 2018. Т. 3, № 17 (58). С. 3-6.
6. Методы биоиндикационной оценки состояния агроэкосистем: аналитический обзор / Е.Н. Ракутько, С.А. Ракутько, Цзянь Су, Ма Ян // АгроЭкоИнженерия. 2022. № 1 (110). С. 19-42.
7. Ракутько С.А., Ракутько Е.Н. Способ определения стабильности развития растений: пат. 2752953 Рос. Федерация; заявка № 2020123106; заявл. 13.07.2020; опубл. 08.11.2021.

8. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). М.: Минприроды, 2003. 21 с.

9. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России /Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просянкин Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.

10. Просянкин Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агротехнический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

11. Сычёва И.В., Сычёв С.М. Системы защиты растений. Учебно-методическое пособие для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.04 -Агрономия профиль Земледелие / Брянск, 2022.

12. Сычева И.В. Интегрированная защита сельскохозяйственных культур. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений / Том Часть I. Брянск, 2023.

УДК 504.05:658.567.1

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

Development of a system of waste utilization measures

Ахмадиев Г.М., доктор ветеринарных наук, профессор,
ahmadievgm@mail Akhmadiev G.M.

ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный
университет, г.Набережные Челны, Россия
*FGAOU VO Kazan (Volga Region) Federal University,
Naberezhnye Chelny, Russia*

Аннотация. Целью настоящей работы является разработка системы мероприятий по утилизации отходов и определение их роли в городской и аграрной экосистеме. Важной проблемой является изучение влияния отходов бетона от старых демонтированных объектов на механическое поведение переработанного бетона и бетона с природным заполнителем.

Научно-обоснованный подход в области разработки системы мероприятий по утилизации отходов, на примере отходов «песок формовочный горелый» позволит не только вывести на новый качествен-

ный уровень результаты контрольно-надзорной работы, но и существенно увеличить эффективность расходования ресурсов на функционирование территориальных органов Федеральной службы по надзору в сфере обращения и переработки отходов.

Интеграция достижений промышленности по переработке отходов и химической промышленности и активное использование природных, агропромышленных и промышленных отходов обладает хорошим потенциалом в области рационального использования вторичных ресурсов для дальнейшего безопасного развития отраслей агропромышленного комплекса, в частности для новых объектов, производящих продукцию растениеводства и животноводства в аграрной экосистеме.

***Annotation.** The aim of this paper is to develop a system of waste utilization measures and to determine their role in urban and agrarian ecosystem. An important problem is the study of the influence of concrete waste from old dismantled objects on the mechanical behavior of recycled concrete and concrete with natural aggregate.*

The scientifically substantiated approach in the field of development of the system of measures on waste utilization, on the example of waste "molding sand burning" will allow not only to bring to a new qualitative level the results of control and supervisory work, but also significantly increase the efficiency of resource expenditure on the functioning of territorial bodies of the Federal Service for Supervision of Waste Management and Recycling.

Integration of achievements of the waste processing industry and chemical industry and active use of natural, agro-industrial and industrial waste has a good potential in the field of rational use of secondary resources for further safe development of agro-industrial sectors, in particular for new facilities producing crop and livestock products in the agrarian ecosystem.

Ключевые слова: утилизации отходов, лом бетонных изделий, земля (песок) формовочная горелая, городская и аграрная экосистема.

Keywords: waste disposal, scrap concrete products, earth (sand) mold burning, agrarian ecosystem.

Введение. Правительством РФ, органами государственной власти в регионах ставится задача в кратчайшие сроки обеспечить эффективность проводимой в настоящее время РЕФОРМЫ в сфере обращения с отходами производства и потребления. Выполнение экологических планов и программ технологического суверенитета (в том числе по экотехнопаркам) на урбанизированных территориях России, в част-

ности и где проявляется чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера[1; 8, с. 30-37].

Постановлением Правительства РФ от 18.03.2016 № 209 «О внесении изменения в Положение о Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации» Минпромторг России наделены полномочиями:

в области координации и стимулированию технического перевооружения, модернизации производственно-технических комплексов, осуществляющих обработку, утилизацию, обезвреживание отходов производства и потребления;

по внедрению промышленного оборудования, произведенного на территории Российской Федерации;

развитию технологий обработки, обезвреживания, утилизации отходов производства и потребления (включая твердые коммунальные отходы);

вовлечению отходов производства и потребления в производственные процессы.

Меры государственной поддержки в рамках государственной программы «Развитие промышленности в городской и аграрной экосистеме и повышение ее конкурентоспособности»:

1. Льготное заемное финансирование из средств Фонда развития промышленности (www.rftg.ru); субсидирование части затрат на НИОКР в рамках ППРФ от 30.12.2013 № 1312;

2. Субсидирование части затрат на уплату процентов по кредитам на реализацию комплексных инвестиционных проектов в рамках ППРФ от 03.01.2014 .

В настоящее время в агропромышленном комплексе потребности строительного щебня, в связи реконструкцией сельских объектов, включая отраслей растениеводства и животноводства, возрастают в бетоне. Однако нехватка природных ресурсов в совокупности может быть проблемой для конкретной отрасли. Кроме того, негативное воздействие на окружающую среду связано со сносом зданий; где удаление отходов создает серьезную экологическую опасность для городских и сельских урбанизированных территорий [2, с. 60–62;3, с. 9–14; 4,с.43-46].

В последнее десятилетие, основной интерес был проявлен к повторному использованию переработанных заполнителей, которые составляют более 70% объема бетона и после демонтажа старых объектов в городской и аграрной экосистеме.

В настоящее время повторно используемые материалы в циркулярной экономике должны отвечать требованиям, более низкой стои-

мости и лучшего качества. Сегодня такое требование необходимо чтобы установить свою роль в бетоне, для новых уникальных зданий и сооружений в природной и промышленной экосистеме, с учетом современных требований и положений в неустойчивом мировом пространстве и по времени его проявления [5, с. 54–55; 6, с. 140–143].

В России, по данным Росприроднадзора, накоплено более 90 млрд. тонн отходов, из которых вторично перерабатывается лишь несколько процентов. Ежегодно в стране образуется 5 млрд. тонн отходов, доля ТКО составляет около 50 млн. тонн в год, из которых утилизируется 7–9 %, остальное хоронится на полигонах [7, с. 37–39; 8, с. 30–37].

Целью настоящей работы является разработка системы мероприятий по утилизации отходов и определение их роли в городской и аграрной экосистеме. В этом конкретном частном случае важной проблемой является изучение влияния отхода бетона от старых демонтированных объектов, на механическое поведение бетона из переработанного заполнителя бетона.

На рис. 1. представлена модель организации работ по созданию отраслевой инфраструктуры в промышленности по переработке отходов производства и потребления.

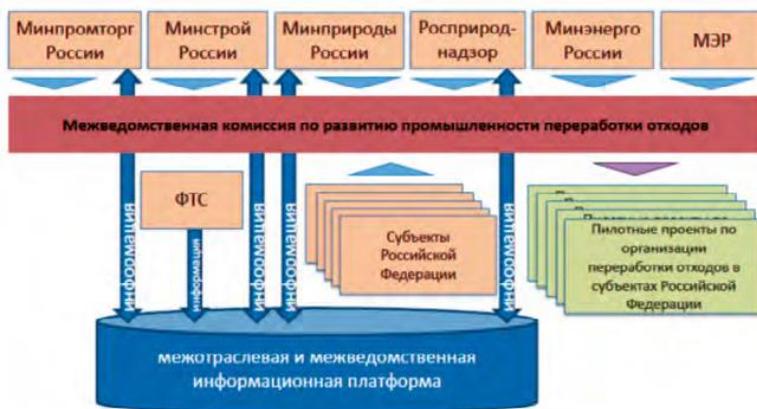


Рис. 1. - Модель организации работ по созданию отраслевой инфраструктуры промышленности для переработки отходов производства и потребления

Постановлением правительства РФ от 16.07.2015 № 708 «О специальных инвестиционных контрактах для отдельных отраслей промышленности». Приказом Минпромторга России от 6 июля 2016 г. №2272 в план мероприятий по импортозамещению в отрасли тяжелого машиностроения РФ внесено технологическое направление 17ТМ61

«Оборудование для обработки, утилизации обезвреживания отходов производства и потребления.

Меры государственной поддержки в рамках государственной программы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»:

— льготное заемное финансирование из средств Фонда развития промышленности (www.rftf.ru);

— субсидирование части затрат на НИОКР в рамках ППРФ от 30.12.2013 № 1312;

— субсидирование части затрат на уплату процентов по кредитам на реализацию комплексных инвестиционных проектов в рамках ППРФ от 03.01.2014 № 3.[1].

В настоящее время металлургическая промышленность занимает одну из ведущих позиций в экономике многих стран.

В результате работы литейных заводов и цехов образуются твердые отходы литейных производств. Твердые отходы литейных производств содержат в основном землю (песок) формовочную горелую. Земля (песок) формовочная горелая является крупнотоннажным отходом металлургического производства, которая формируется на стадии выбивки отливок из литейных форм.

В исследованиях многих авторов учтены свойства земли формовочной горелой (влажность, потери при прокаливании, элементный, фазовый и зерновой состав) и подтверждение ее к возможной ее регенерации.

Известно, что химически обоснованный элементный и фазовый состав земли формовочной горелой подтверждают возможность ее возврата в технологический процесс, строительства зданий и сооружений, после приготовления формовочной смеси для литейных форм и после удаления примесей железа, с помощью электромагнитной сепарации.

Научно-обоснованный подход в области разработки системы мероприятий по утилизации отходов, на примере отходов «песок формовочный горелый» позволит не только вывести на новый качественный уровень. Результаты контрольно-надзорной работы, должны существенно увеличить эффективность расходования ресурсов на функционирование территориальных органов Федеральной службы по надзору в сфере обращения и переработки отходов [9, с. 30-37; 10, с. 78–93].

В настоящее время важной проблемой является изучение влияния отхода бетона в городской и аграрной экосистеме на механическое поведение бетона из переработанного заполнителя бетона. При этом

возникает необходимость исследования физико-механических свойств, включая плотность, прочность на сжатие и дробимость. При этом полученные результаты можно сравнивать с бетоном из природного заполнителя. Таким образом, можно было продемонстрировать возможность использования переработанного бетона для строительства устойчивых сооружений и объектов, производящих продукцию растениеводства и животноводства в аграрной экосистеме. Однако, при этом возникает и необходимость использования различных нормативных документов, в которых описываются методики изучения сырьевых и синтезированных композитов для применения безопасных материалов при строительстве зданий и сооружений в агропромышленном комплексе. Одновременно требуется изучение характеристик сырья и свойств синтезированных материалов, производящихся на проверенном и сертифицированном оборудовании.

При проектировании зданий и сооружений городской и аграрной экосистемы важно составление рецептурного состава бетонной смеси с заполнителями из вторичного бетона. Обращает на себе больше внимание и знание их фракционного состава, т.е. содержание щебня, песка и пыли.

Испытания отсевов дробления бетонного лома проводятся согласно ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ, применяемых в отраслях агропромышленного комплекса и использованием методов физико-механических испытаний.

Таким образом, интеграция достижений промышленности по переработке отходов и химической промышленности, направленных на активное использование природных, агропромышленных и промышленных отходов обладает хорошим резервом и потенциалом в области рационального использования вторичных ресурсов для дальнейшего безопасного развития растениеводства и животноводства в городской и аграрной экосистеме.

Библиографический список

1. Стратегия инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт Минстроя РФ. – Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/11870/> (дата обращения 25.02.2024).
2. Гарькина И.А., Данилов А.М., Королев Е.В. Эволюция представлений о композиционных материалах с позиций смены парадигм // Строительные материалы. 2018. № 1–2. С. 60–62.

3. Сидорова А.С., Анцупова С.Г., Попов А.Л. Физико-механические характеристики тяжелого бетона с использованием местного вторичного сырья // Строительные материалы. 2020. № 9. С. 9–14.

4. Сидорова А.С., Егорова А.Д. Разработка дробленного вторичного бетона как заполнителя Аспирантские чтения-2021 [Электронный ресурс] // Сб. материалов науч.-практ. конф. аспирантов СВФУ, г. Якутск, 25 мая 2021 г. / редкол.: С.И. Федоров, А.М. Захарова. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2021. С. 43-46.

5. Корнеева Е.В., Павленко С.И. Бесцементное вяжущее из техногенных отходов для золошлаковых смесей // Сухие строительные смеси. 2008. № 2. С. 54–55.

6. Носков А.С., Руднов В.С., Девярых И.А. Энергоэффективная технология производства шлакощелочного вяжущего как альтернатива портландцементу // Экономические и технические аспекты безопасности строительных критичных инфраструктур: тр. междунар. конф. Екатеринбург, 2015. С. 140–143.

7. Абызов В.А. Выбор рациональных областей применения промышленных отходов в технологии жаростойкого бетона // Вестник ЮУрГУ. 2008. Вып. 7, № 25 (125). С. 37–39.

8. Заславская Н.М. Экологический контроль как гарантия эффективности государственного экологического управления в цифровом обществе (на примере государственного экологического контроля (надзора) за обращением с промышленными отходами) // Правовое государство: теория и практика. 2023. № 2. С. 30-37.

9. Теличенко В.И., Слесарев М.Ю. Зеленая» стандартизация технологий формирования природоподобной среды жизнедеятельности // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13, вып. 5 (116). С. 558–567.

10. Цховребов Э.С. Экологический мониторинг обращения отходов на объектах жизнеобеспечения техносферных территорий // Вестник Поволжского государственного технологического университета. 2022. № 3 (23). С. 78–93.

УДК 504.05:658.567.1

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ НАДЗОРА И
КОНТРОЛЯ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ ОТХОДАМИ**

*Improvement of the system of supervision and control in the field of waste
management*

Ахмадиев Г.М., доктор ветеринарных наук, профессор,
ahmadievgm@mail Akhmadiev G.M.

Ахмадуллина А.И., Жумаев А.Г., Фарходова С. Ф.,
студенты 4 курса, *eco.3201111@mail.ru*
Akhmadullina A.I., Zhumaev A.G., Farhodova S. F

ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный
университет, г.Набережные Челны, Россия
FGAOU VO Kazan (Volga Region) Federal University,
Naberezhnye Chelny, Russia

Аннотация. В статье рассматриваются единая методология для совершенствования системы надзора и контроля в области обращения с отходами присутствующих на урбанизированной городской и сельской территории. Целью настоящей работы является анализ контрольно-надзорной деятельности на примере экологического контроля (надзора) за обращением с отходами. Методы: поиск закономерностей формирования отходов городского и сельского происхождения для определения изменения состава в биотехносфере с целью применения природо-подобной технологии в ходе обращении с отходами. Результаты: действующее правовое и технологическое регулирование отношений в области экологического мониторинга, контроля и надзора требует дальнейшего совершенствования системы надзора и контроля в области обращения, с отходами для сохранения комфортных условий в городской и сельской экосистеме.

Abstract. The article considers a unified methodology for improving the system of supervision and control in the field of waste management present in urbanized urban and rural areas. The purpose of this paper is to analyze the control and supervision activity on the example of environmental control (supervision) of waste management. Methods: search for laws and regulations of waste formation of urban and rural origin to determine the change of composition in the biotechnosphere in order to apply nature-like technology in the course of waste management. Results: the current legal and technological regulation of relations in the field of environmental monitoring, control and supervision requires further improvement of the

system of supervision and control in the field of waste management to maintain comfortable conditions in urban and rural ecosystems.

Ключевые слова: методология, методы, надзор и контроль, обращение с отходами, урбанизированная территория.

Keywords: *methodology, methods, supervision and control, waste management, urbanized area.*

Введение. Актуальность настоящего исследования связана с включением в число стратегических целей развития РФ и направленных на развитие концепции производства основанных на научных и экологических принципах потребления безопасной продукции и материалов с применением природо-подобной технологии в области обращения с отходами [1, с. 30-37; 2, с. 558–567; 3, с. 78–93].

Важное научно – практическое значение имеет провозглашенные Генеральной ассамблеей ООН, в 2015 году цели устойчивого развития стран Земного шара и требуют с возможностью обеспечения рациональных моделей потребления и производства; принятия срочных мер по борьбе с изменением климата; защиты, восстановления экосистем суши и др. На государственном уровне в Российской Федерации в 2020 году Президентом РФ утверждены 5 национальных целей развития России до 2030 года, среди которых: сохранение населения, здоровье и благополучие людей; комфортная и безопасная среда для проживания населения и проявления жизнедеятельности флоры и фауны.

Проблемы экологической оценки образующихся отходов городского хозяйства, мониторинга состояния, свойств, количественных и качественных характеристик, уровня воздействия на природную среду и сохранение жизнедеятельности населения представляются важными для нашей страны в процессе перехода на ресурсосберегающий природо-подобный технологический уклад. Необходимость формирования нового методологического подхода связана с модификацией экологического мониторинга, совершенствования системы надзора и контроля в области обращения отходами, учета, постоянного производственного контроля. Проблемы обращения отходами обусловлены недостаточностью проработки вопросов образования отходов, снижения уровня их экологической опасности указанных в соответствующих отраслевых, ведомственных методиках и рекомендациях [4, с. 36- 37; 5, с. 12-18; 6, с. 98-99].

В последнее время основное внимание теоретиков и практиков, вслед за законодателем, было сосредоточено на вопросах обращения твердых коммунальных отходов. Теме промышленных отходов уделялось мало внимания. А это не то, что не менее важная экологическая

проблема, но в количественном и качественном значении – с точки зрения негативного воздействия на окружающую среду – и более значительная [1, с. 30-37].

Область и объектом исследований – методы совершенствования системы надзора и контроля в области обращения, с отходами *применяемые на урбанизированных территориях Российской Федерации*.

Предметом исследований – негативные опасные и неизвестные вредные факторы отходов, в составе которых, могут присутствовать ксенобиотики, в частности чужеродные вещества биологического, химического и техногенного происхождения оказывающих влияние на городскую и сельскую экосистему.

Гипотеза исследований – научно-обоснованный комплекс управляемых, организационных и технологических приемов контроля и надзора состояния отходов имеют прямую зависимость с безопасностью окружающей среды и степенью жизнеспособности живых организмов в системе "биотехносфера – живые организмы - промышленный комплекс".

Проблема исследований – совершенствование системы надзора и контроля в области обращения с отходами связано с устранением вредных и опасных веществ биологического, химического и техногенного происхождения. Вероятность возникновения потенциальной угрозы при неправильном обращении, в техносферной среде, с отходами может и приводит к чрезвычайной ситуации техногенного характера в окружающей среде.

Концепция исследования – в биотехносферной среде присутствующие неизвестные вредные и опасные вещества биологического, химического и техногенного происхождения присутствующие в отходах способны эмиссию в городской и сельской среде и оказывать повреждающее действие на живые организмы, компоненты экосистемы.

Целью настоящей работы является совершенствования системы надзора и контроля в области обращения отходами на урбанизированных территориях в природно-технологической системе.

Методы и принципы исследования. Предлагаемой гипотезой, для совершенствования системы надзора и контроля в области обращения отходами является установление зависимости жизнеспособности растений и животных от условий их среды обитания. Окружающая среда связана с физиологическими процессами и жизнедеятельностью живых организмов в системе " отходы биотехносферы – живые организмы – промышленный комплекс».

Настоящая работа может реализоваться также на основании известных и экспериментальных данных полученных с органического

поля городской и сельской среды с целью получения промышленной и сельскохозяйственной безопасной продукции и полезных материалов и входе обращения с отходами.

Основные результаты и их обсуждение. Различные несовместимые факторы отходов окружающей среды присутствующие в природно- технологической системе города и села, а точнее в городской и аграрной экосистеме, могут вызывать ответную реакцию со стороны растений и животных с проявлением повышенной чувствительности на чужеродные вещества присутствующие в отходах. Сочетание различных ксенобиотиков, в частности биологических, химических, техногенных могут вызвать ответные реакции с проявлением повышенной чувствительности среди сельскохозяйственных растений и животных. В реальной природно- технологической системе в зависимости от характера сочетания негативных факторов внешней среды наблюдается ответная реакция организмов на присутствие определенного экологического негативного фактора отходов, присутствующих среди популяций растений, так и животных, особенно на ранних этапах онтогенеза [7, с. 19-42].

Для оценки состояния городских и аграрных экосистем наиболее оптимальным является применение экологического мониторинга и методов биоиндикации – фитоиндикации. При этом в качестве тестовых целесообразно использовать растения и животные, выращиваемые в городской или сельской экосистеме с целью получения безопасных продуктов и полезных материалов на основе применения конкретного специфического способа переработки отходов присутствующих в городской или сельской экосистеме [8, с. 2; 9, с. 3–6].

В качестве интегрального показателя можно использовать состояние тестовых растений или животных. При этом перспективным является использование стабильность их развития, которая проявляется во взаимодействии случайных событий в растениях или популяциях животных и их способности точно следовать программе, заложенной в наследственном аппарате, реагируя к воздействиям исходящих от окружающей среды во время роста и развития, для формирования признаков жизнеспособности [6, с.34].

По мнению авторов (6) наиболее ярким проявлением стабильности роста и развития растений на макроуровне является флуктуирующая асимметрия (ФА), заключающаяся в незначительных и случайных отклонениях параметров билатеральных (зеркальных) хозяйственно - полезных признаков. Уровень ФА является минимальным лишь при оптимальных условиях среды и возрастает при любых отрицательных стрессовых ситуациях, особенно, в неблагоприятных условиях сопрягающихся с загрязнением окружающей среды с городскими и аг-

ропромышленными отходами образующиеся в ходе производственной деятельности.

Критериями мониторинга и прогнозирования формирования экологической устойчивости растений и животных могут, быть применены, учитывающие хозяйственно-полезные признаки, в частности морфофизиологические показатели, проявляющие на ранних этапах онтогенеза. Научно-обоснованный подход позволит оценить даже незначительные отклонения состояния живых организмов и урбанизированных городских и сельских экосистем при всем комплексе возможных воздействий негативных факторов отходов различного происхождения [7, с. 19-42; 9, с. 21; 10, с. 1135–1146].

Заключение. Таким образом, совершенствования системы надзора и контроля в области обращения отходами на урбанизированных территориях в природно-технологической системе должно быть основано на экологическом мониторинге, в частности на состоянии городской и аграрной экосистемы. Негативные факторы городской и аграрной экосистемы в присутствии отходов с различными ксенобиотиками приводят к снижению жизнеспособности и хозяйственно - полезных признаков растений и животных, начиная с ранних периодов онтогенеза. Эти изменения можно определить на основе экологического мониторинга, применяя чувствительных индикаторов контроля и надзора состояния городской и сельской экосистемы, которые не требуют предварительной идентификации конкретных ксенобиотиков. Они достаточно просты в выполнении, многие из них являются экономически дешевыми и позволяют вести оценку качества городской и сельской биотехносферы в динамике роста и развития растений и животных на ранних этапах онтогенеза. На основе предлагаемой методологии можно определить приоритетные негативные факторы отходов химическими или биологическими способами при присутствии вредных и опасных веществ, приводящие к снижению роста и развития растений и животных. Нарушенный природно- технологический депозит городской и сельской экосистемы способствует к снижению устойчивости видов растений и животных на урбанизированных территориях городской и сельской экосистемы.

Библиографический список

1. Заславская Н.М. Экологический контроль как гарантия эффективности государственного экологического управления в цифровом обществе (на примере государственного экологического контроля (надзора) за обращением с промышленными отходами) // Правовое государство: теория и практика. 2023. № 2. С. 30-37.

2. Теличенко В.И., Слесарев М.Ю. «Зеленая» стандартизация технологий формирования приоро-доподобной среды жизнедеятельности // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13, вып. 5 (116). С. 558–567.
3. Цховребов Э.С. Экологический мониторинг обращения отходов на объектах жизнеобеспечения техносферных территорий // Вестник Поволжского государственного технологического университета. 2022. № 3 (23). С. 78–93.
4. Щепетова В.А. Современные методы оценки качества отходов. Пенза: ПГУАС, 2014. 87 с.
5. Никуличев Ю.В. Управление отходами. Опыт Европейского союза: аналитический обзор. М.: РАН ИНИОН, 2017. 55 с.
6. Римшин В.И. Вторичные ресурсы: переработка и использование // Вестник ПГТУ. 2018. № 2. С. 98-99.
7. Методы биоиндикационной оценки состояния агроэкосистем: аналитический обзор / Е.Н. Ракутько, С.А. Ракутько, Цзянь Су, Ма Ян // АгроЭкоИнженерия. 2022. № 1 (110). С. 19-42.
8. Ракутько С.А., Ракутько Е.Н. Способ определения стабильности развития растений: пат. 2752953 Рос. Федерация; заявка № 2020123106; заявл. 13.07.2020; опубл. 08.11.2021.
8. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). М.: Минприроды, 2003. 21 с.
10. Чертеc К. Л., Шестаков Н. И. Современные биопозитивные технологии переработки отходов коммунально-строительного сектора // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15, вып. 8. С. 1135–1146.
11. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просяников Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.

УДК 631.445.12:631.6

**ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНОЕ И АГРОТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБОСНОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ ВЫРАБОТАННЫХ
ТОРФЯНИКОВ ПРИ ВЫБОРЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Soil-amelioration and agrotechnical
justification of the suitability of the cutover bogs
when choosing their further
use in production*

Уланов Н.А. к. с.-х. наук, доцент¹, ст. н. сотрудник²,
bolotoagro50@mail.ru
Ulanov N.A.

¹ ФГБОУ ВО Вятский государственный агротехнологический
университет

Vyatka State Agrotechnological University

² Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФНЦ «ВИК
им. В.Р. Вильямса»

*Kirov Meadow-Swamp Experimental Station – branch FSC «AIF named
after V.R. Williams»*

Аннотация. В настоящее время Россия по-прежнему считается активным природопользователем в области освоения и использования своих торфяных ресурсов в различных сферах народного хозяйства. Значительная часть торфяного фонда отводится под промышленную торфодобычу. Из многих известных способов торфоизвлечения преимущество остается за послойно-фрезерным. Однако и в этом случае, по завершению торфодобычи, не все выработанные участки одинаково пригодны для агро-лесотехнологий. Почвенно-мелиоративный и агрохимический мониторинг всей отработанной территории позволяет определить приоритетные участки для различных производственных направлений.

Abstract. *Currently, Russia is still considered an active natural resource user in the field of development and use of its peat resources in various spheres of the national economy. A significant part of the peat fund is allocated for industrial peat extraction. Of the many known peat extraction methods, the advantage remains with layer-by-layer milling. However, even in this case, upon completion of peat extraction, not all developed areas are equally suitable for agro-forestry technologies. Soil reclamation and agrochemical monitoring of the entire waste area makes it possible to identify priority areas for various production areas.*

Ключевые слова: выработанный торфяник, почвенное плодородие, агроэкологический мониторинг, вторичные лесопосадки, кормовые культуры, болотное растениеводство, ягодные лекарственные растения.

Keywords: *cutover bog, soil fertility, agroecological monitoring, secondary forest plantations, forage crops, marsh crop production, berry medicinal plants.*

Введение. В середине 80-х годов прошлого столетия в России ежегодно добывалось до 180 млн. т. торфяного сырья [1, с. 39]. В настоящее время темпы торфодобычи по разным причинам резко снизились, тем не менее процесс осушения и освоения торфяных месторождений продолжает активно развиваться. Только на европейской территории по разным оценкам из-под торфодобычи вышло более 1,5 млн. га [2, с. 60]. Основной способ добычи торфяного сырья – послойно-фрезерный. По завершению технологического цикла на выходе остаются внешне сравнительно ровные, но в морфологическом плане очень невыровненные по мощности остаточного торфа техногенные территории. В границах одного участка эти значения варьируют от 0 до 1,5 м. Такая почвенная пестрота обусловлена существенной всхолмленностью рельефа, подстилающей торфомассив минеральной породы. Известно, что большая часть современных торфяных болот образовалась в результате отступления последнего (днепровского) оледенения [3, с. 27-39]. В результате переноса и переотложения обломочного материала потоками ледниковых вод, минеральное ложе будущих торфяных месторождений также отличается огромной пестротой по химическим, водно-физическим и гранулометрическим показателям даже в границах одной болотной экосистемы. Судьба выбывших из-под торфодобычи земель, в зависимости от исходных гидрологических, агрохимических, физических и других свойств остаточной залежи и подстилающей породы, может складываться по-разному.

Чтобы установить как и где лучше использовать выработанные торфяники исходя из особенностей каждого отдельного участка, была поставлена задача провести агроэкологический мониторинг на предмет их пригодности в различных сферах природопользования.

Методы, объекты и условия проведения исследований.

В качестве объекта мониторинга взяты несколько выработанных месторождений Кировской области (Гадовское, Зенгинское, Пищальское, Бахтинское и др.) общей площадью более 25 тыс. га. Все они расположены в надпойменных террасах рек Вятка и Быстрица. Указанные объекты частично или полностью выработаны в 70-80-х годах

прошлого столетия. В настоящее время большая часть этих техногенных земель используется под кормовыми культурами и под искусственными посадками древесных культур. В своем новом обличье выработанные торфяники спустя 40-50 лет превратились в постболотные лесолуговые агроландшафты, где лесопосадки в определенной мозаике чередуются с кормовыми угодьями.

Обследование показывает, что значительная часть выработанных торфяников по разным причинам остается брошенной. Они либо зарастают малоценным древесно-кустарниковым мелколесьем, либо повторно заболачиваются. Для проведения наблюдений за эффективностью использования выработок, на каждом остаточном торфомассиве в течение нескольких десятилетий на ключевых участках были оборудованы мониторинговые площадки, научно-производственные мелиоративные стационары и контрольные производственные поля.

Результаты исследований.

Было установлено, что под вторичные древостои из хвойных видов (сосна, ель) предпочтительнее использовать хорошо осушенные торфянисто-глеевые ($A_T=0-30$ см) и полностью сработанные участки, подстилаемые аллювиально-делювиальными песками. Почва здесь по всему профилю характеризуется высокой степенью насыщенности снованиями ($V=90-95\%$), отношение Fe_2O_3/CaO по аналогичным участкам составляет 0,18-0,30. При средней высоте древостоя 18-22 м запас товарной древесины сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в этих условиях варьирует от 300 до 600 м³/га. В среднем в общей структуре ландшафтов лесопокрытая территория составляет 20-30%, что вполне соответствует норме, предъявляемой к экологическому каркасу антропогенных агроландшафтов.

При первичном осмотре свежеработанных земель, важным актом планирования является выделение участков, пригодных в сельскохозяйственном производстве, в частности, в кормопроизводстве. Многолетние наблюдения показывают, что под кормовые культуры необходимо отводить глубокоотторфованные участки (торфяно-глеевые и маломощные остаточные), подстилаемые мергелизованными карбонатными суглинками с хорошо регулируемым водным режимом. Средний УГВ за вегетационный период для большинства однолетних и многолетних кормовых трав должен находиться в пределах 70-100 см. Это позволяет обеспечивать наиболее безопасный диапазон доступной влаги в профиле на уровне 0,7НВ-НВ. Предпочтение следует отдавать остаточной залежи, сложенной древесными и травянистыми низинными высокозольными видами торфа с содержанием CaO до 4-5% на сухое вещество. Реакция среды должна быть ближе к слабокислой и нейтральной ($pH_{\text{сол}}=6,0-8,0$), степень насыщенности почвы осно-

ваниями не ниже 80% [4, с. 13-15]. На таких участках даже при умеренных дозах удобрительных средств ($N_{60}P_{60}K_{80}$ д.в./га) можно стабильно получать урожай кормовых культур в количестве 6-8 тыс. к. ед./га [5, с. 12-14]. По статистике на каждом выработанном торфомассиве имеется до 5-7% территории, которая из-за экстремального переувлажнения выводится из торфооборотного процесса задолго до его окончания, т.е. преждевременно. Чаще всего это происходит из-за отсутствия гидрологической связи проблемных участков с основной осушительной системой. Без капитальных затрат на дополнительную реконструкцию водоотводящей сети их невозможно использовать ни в лесном, ни в сельскохозяйственном производстве. Поэтому предлагается более экологичный и менее затратный альтернативный режим использования обводненных площадей. Застойный водный режим, доминирование восстановительных процессов в профиле остаточной залежи, повышенная кислотность среды ($pH=4,5-5,0$), значительный (более 1,5 м) слой низкосолевого (5-6%) мохового и осокового слабо-разложившегося торфа ($C.P.=20-30\%$), – все это формирует достаточно благоприятную среду для развития нового направления в болотоводстве – «мокрого» растениеводства, когда в промышленных масштабах можно выращивать болотные лекарственные и ягодные культуры. Как показывает практика, эти и другие производственные направления вполне успешно совмещаются и дополняют друг друга в границах одного или нескольких выработанных болот. Установлено, что такой комплексный подход повышает общую биологическую продуктивность постболотных лесолуговых агроландшафтов в 1,5-2,0 раза.

Библиографический список

1. Концепция охраны и рационального использования торфяных болот России / под общ. ред. Л.И. Инишевой. Томск: ЦНТИ, 2005. 76 с.
2. Каменнова И.Е., Минаев Т.Ю. Проект «Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменений климата» // Проблемы и перспективы устойчивого развития торфяного дела в России: материалы междунар. науч.-практ. конф. Тверь, 2018. С. 59-64.
3. Инишева Л.М., Маслов Б.С. Загадочный мир болот. Томск, 2013. 272 с.
4. Анисимова Т.Ю., Лукин С.М. Теоретические и практические основы эффективного использования осушенных торфяников в России // Болота и биосфера: материалы Всерос. X школы молодых ученых. Тверь, 2018. С. 11-16.
5. Уланов А.Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России. Киров, 2005. 320 с.

УДК 633.358:631.559

**АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРОХА**

Agrochemical substantiation of pea cultivation technology

Елисеева Н.С., к.с.-х. наук, доцент,
Eliseeva N.S.

ФГБОУ ВО Омский ГАУ
Omsk State Agrarian University

Аннотация. В ходе исследования было проведено тщательное изучение воздействия различных методов основной обработки почвы на урожайность гороха. Был уделен особый внимание вопросу оценки эффективности применения химических средств для обеспечения защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, а также уровню содержания остаточного количества пестицидов (включая тяжелые металлы) в семенах гороха. Полученные результаты наблюдений не выявили значительных изменений в общих особенностях процесса поглощения тяжелых металлов под воздействием основной обработки почвы. Вместе с тем, содержание остаточного количества пестицидов и тяжелых металлов в зерне гороха не превышало установленные предельно-допустимые концентрации (ПДК).

Abstract. The study conducted a thorough study of the impact of various methods of basic tillage on the yield of peas. Special attention was paid to the issue of evaluating the effectiveness of the use of chemicals to protect plants from pests, diseases and weeds, as well as the level of residual pesticides (including heavy metals) in pea seeds. The obtained observation results did not reveal significant changes in the general features of the absorption of heavy metals under the influence of basic tillage. At the same time, the content of the residual amount of pesticides and heavy metals in the pea grain did not exceed the established maximum permissible concentrations (MPC).

Ключевые слова: горох посевной; основная обработка почвы; урожайность гороха; средства химизации; тяжелые металлы; остаточное количество пестицидов, предельно-допустимые концентрации.

Keywords: seed peas; basic tillage; pea yield; chemicals; heavy metals; residual amount of pesticides, maximum permissible concentrations.

В современном земледелии большое значение придается использованию биологического азота, особенно в случае недостатка

азотных удобрений в почве, а также из-за негативных последствий применения минеральных удобрений. Одной из проблем является загрязнение нитратами продукции и окружающей среды, вызванное потерей минерального азота, которая может составлять 25-30% или даже больше. Симбиотический азот безопасен, так как быстро и прямо встраивается в обмен веществ растения.

Расширение площадей посевов зернобобовых культур является одним из важных направлений в современном сельском хозяйстве. Горох играет значительную роль в агротехнике благодаря способности захватывать азот из воздуха с помощью клубеньковых азотфиксирующих бактерий, которые обитают на его корнях. Однако низкая урожайность гороха в регионе не способствует увеличению посевов.

Вопрос о целесообразности применения пестицидов в посевах гороха для борьбы со сорной растительностью и вредителями до сих пор вызывает споры. Частые повреждения со стороны вредителей и затрудненная борьба со сорняками, особенно на ранних стадиях роста, являются основными проблемами.

Кроме того, в настоящее время во всем мире все большее внимание уделяется использованию гуминовых кислот для повышения плодородия неплодородных почв, эффективного использования азотных и фосфорных удобрений, а также активизации процессов роста растений и жизнедеятельности почвенной микрофлоры.

Цель данного исследования - анализировать влияние основной обработки почвы и химических средств на урожайность и содержание тяжелых металлов в зернах посевного гороха.

Исследования проведены в подтаежной зоне Омской области. Почва опытного участка серая лесная, среднесуглинистая, с содержанием гумуса 2,7-3,0 %, с низким содержанием азота, средним – фосфора и калия. Мощность гумусового горизонта 18-20 см. Реакция почвенного раствора слабокислая.

Опыт включал два фактора: фактор а - варианты обработки почвы, включающие отвальную, безотвальную и поверхностную обработку; фактор б - варианты химизации, включающие контрольную группу без средств химизации, применение гербицидов, гербицидов в сочетании со стимулятором роста, гербицидов в сочетании со стимулятором роста и минеральными удобрениями, а также комплексную химизацию с применением инсектицида [1].

Эксперимент был проведен на площади 160 м². Выбранный сорт гороха, "Благовест" получен в селекции СибНИИСХ в 2008 году. Норма высева составляла 1,3 млн. всх. семян на гектар. Удобрения были внесены в дозе N40P60. Для обработки использовались следующие

препараты: "Агритокс" в дозе 0,5 л/га, "Фуроре Ультра" в дозе 0,75 л/га, "Карате Зеон" в дозе 0,1 л/га, "Гумимакс" в дозе 0,5 л/га. Пестициды и агрохимикаты были внесены с помощью штангового опрыскивателя ОПШ-16 с расходом рабочего раствора 200 л/га.

В условиях типичной погоды и климата использование контрольного варианта отвальной обработки почвы позволяет достичь максимальной урожайности гороха без применения химической защиты. Однако в сухие годы, чтобы добиться наивысшей продуктивности гороха, необходима комплексная химизация в сочетании с основной обработкой почвы, а отвальная обработка не требуется.

Увеличение урожайности в контрольном варианте при безотвальной и поверхностной обработках почвы ограничивается развитием сорных растений. Однако применение комплексной химизации существенно увеличивает урожайность гороха в среднем на 0,85 тонну на гектар (66,9%) по сравнению с другими методами обработки почвы. Эти данные подчеркивают важность правильного выбора методов обработки почвы и использования химической защиты для повышения урожайности гороха в различных погодно-климатических условиях (таблица 1) [2, 3].

Таблица 1 - Урожайность зерна гороха в зависимости от основной обработки почвы и применения средств химизации, т/га

Вариант химизации (В)	Основная обработка почвы (А)			Среднее по В, НСР ₀₅ = 0,22
	отвальная	безотвальная	поверхностная	
Контроль	1,33	1,25	1,23	1,27
Г	1,61	1,57	1,55	1,58
Г + СР	1,65	1,62	1,61	1,62
Г + СР + МУ	2,13	2,10	2,08	2,10
КХ	2,15	2,11	2,10	2,12
Среднее по А, Fф < F05	1,77	1,73	1,71	1,74
для частных средних НСР05 = 0,35 т/га				

Основным фактором, способствующим значительному увеличению урожайности гороха, является применение гербицидов - 0,31 тонны на гектар (24,4%) и минеральных удобрений - 0,48 тонны на гектар (29,6%).

В целом, анализ показал, что изучаемые системы обработки почвы, без использования химических составов, наиболее эффективны при вспашке. Однако стоит отметить, что эффективность каждой системы обработки почвы может варьироваться в зависимости от уровня

загрязнения и типа тяжелых металлов [4, 5]. Кроме того, помимо обработки почвы, контроль источников загрязнения, таких как промышленные выбросы или использование загрязненных удобрений, также является важным фактором. Таким образом, основная обработка почвы может сыграть важную роль в управлении перемещением тяжелых металлов и уменьшении их накопления в урожае (таблица 2).

Таблица 2 - Содержание тяжелых металлов в зерне гороха в зависимости от обработки почвы и средств химизации, мг/кг

Обработка почвы	Zn	Си	Pb	Cd
Химизация: контроль				
Отвальная	12,2	1,42	0,12	0,022
Безотвальная	12,4	1,87	0,18	0,019
Поверхностная	12,1	1,29	0,19	0,024
гербицид				
Отвальная	12,7	1,49	0,17	0,030
Безотвальная	12,0	1,57	0,16	0,024
Поверхностная	12,4	1,61	0,19	0,028
гербицид + РСП				
Отвальная	13,8	1,49	0,17	0,031
Безотвальная	12,8	1,37	0,16	0,029
Поверхностная	12,6	1,51	0,16	0,034
гербицид + РСП + удобрения				
Отвальная	12,1	1,88	0,20	0,025
Безотвальная	12,4	1,64	0,18	0,021
Поверхностная	12,9	1,91	0,21	0,026
комплексная химизация				
Отвальная	13,4	1,89	0,22	0,034
Безотвальная	12,8	1,85	0,18	0,030
Поверхностная	12,9	1,97	0,19	0,027
НСР05 А	1,1	0,34	0,08	0,008
В	1,4	0,41	0,11	0,013
ПДК	50,0	10,0	0,5	0,1

Однако для достижения наилучших результатов необходимо использовать комплексный подход, включающий обработку почвы, контроль источников загрязнения и использование безопасных методов обработки почвы и удобрений.

Результаты исследований показывают, что концентрация тяжелых металлов в зерне гороха не превышает допустимых пределов. Существует незначительная разница в уровнях поступления тяжелых ме-

таллов в растения в зависимости от применяемых химических средств, преимущественно в отношении меди и кадмия.

Выводы

Таким образом, исследования подтверждают, что горох обладает высокой устойчивостью к патогенам и вредителям, что, в свою очередь, способствует сохранению экологической ценности продукции. Биологические особенности гороха играют главную роль в предотвращении накопления тяжелых металлов и обеспечении высокого качества продукции, в то время как использование удобрений и пестицидов оказывает второстепенное влияние на экологическую ценность зерна гороха.

Библиографический список

1. Банкрутенко А.В., Елисеева Н.С. Смешанные и совместные посевы в подтаёжной зоне Западной Сибири: рекомендации. Тара: ООО «Тарская районная типография», 2015. 30 с.
2. Кубарев В.А., Банкрутенко А.В., Скатова Н.С. Элементы технологии возделывания гороха в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестник НГАУ. 2012. Т. 1, № 22-1. С. 7-9.
3. Елисеева Н.С., Банкрутенко А.В. Влияние основной обработки почвы и средств химизации на урожайность гороха посевного в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестник Новосибирского ГАУ. 2015. № 2 (35). С. 32-38.
4. Ершов В.Л., Скатова Н.С. Агрэкологическая и экономическая эффективность технологии возделывания гороха в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестник Алтайского ГАУ. 2012. № 9 (95). С. 38-40.
5. Елисеева Н.С., Банкрутенко А.В. Урожайность и качество зерна гороха в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестник Красноярского ГАУ. 2016. № 9 (120). С. 150-156.
6. Сычёва И.В., Сычёв С.М. Системы защиты растений. Учебно-методическое пособие для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.04 -Агрономия профиль Земледелие / Брянск, 2022.
7. Сычева И.В. Интегрированная защита сельскохозяйственных культур. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений / Том Часть I. Брянск, 2023.

УДК 631.559:633.844.3:631.84

**УРОЖАЙНОСТЬ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ**

*Yield of white mustard depending on from the use of
nitrogen fertilizers*

Мастеров А.С., к. с.-х. наук, доцент, doktormaster@mail.ru

Го Сюе, аспирант, **Яо Юн**, студент

Masterov A.S., Guo Xue, Yao Yun

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная
академия»

Belarusian State Agricultural Academy

Аннотация. Дана оценка эффективности применения азотных удобрений при возделывании горчицы белой сорта Елена на семена в условиях дерново-подзолистых почв северо-восточной части Беларуси. Для получения урожайности семян горчицы белой на уровне 16,0 ц/га можно рекомендовать вариант с внесением $P_{40}K_{60}$ осенью под вспашку + N_{50} весной перед посевом + N_{50} в начале фазы бутонизации.

Abstract. An assessment is made of the effectiveness of using nitrogen fertilizers when cultivating white mustard variety Elena for seeds in the conditions of soddy-podzolic soils in the north-eastern part of Belarus. To obtain a yield of white mustard seeds at the level of 16,0 c/ha, we can recommend the option of applying $P_{40}K_{60}$ in the fall before plowing + N_{50} in the spring before sowing + N_{50} at the beginning of the budding phase.

Ключевые слова: горчица белая, урожайность семян, азотные удобрения.

Keywords: white mustard, seed yield, nitrogen fertilizers.

Технология возделывания горчицы белой на семена основывается на принципах зонального земледелия. Это предусматривает выполнение ряда научно обоснованных мероприятий для получения максимального урожая при меньших затратах. Для полной реализации биологического потенциала горчицы необходимо оптимальное количество питательных элементов, недостаток которых приводит к снижению продуктивности, а избыток – ухудшению качества полученного посевного материала. Особенно требовательная горчица к дозам азотного питания и срокам внесения азотных удобрений [1, 2, 3].

Целью исследований было определение влияния доз и сроков внесения азотных удобрений на урожайность семян горчицы белой.

В 2021–2023 годах в учебно-опытном севобороте кафедры земледелия на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» был заложен полевой опыт. Объект исследований – горчица белая сорта Елена.

Почва характеризуется низким содержанием гумуса (1,16–1,22 %), среднекислая (рН КС1 4,76–4,83), высоким содержанием фосфора (288–290 мг/кг почвы), высоким содержанием калия (340–342 мг/кг почвы).

Методика закладки опытов и наблюдений общепринятая в исследовательской работе [4, 5].

Схема опыта включала следующие варианты: 1) без удобрений – контроль; 2) P₄₀K₆₀ осенью под вспашку – фон; 3) фон + N₅₀ весной перед посевом; 4) фон + N₅₀ весной перед посевом + N₅₀ в начале фазы бутонизации; 5) фон + N₅₀ весной перед посевом + N₇₀ в начале фазы бутонизации; 6) фон + N₅₀ весной перед посевом + N₅₀ в начале фазы бутонизации + N₂₀ в начале фазы цветения.

Посев горчицы белой в опыте проводился 14 апреля в 2021 году, 29 апреля в 2022 году и 28 апреля в 2023 году, при наступлении физической спелости почвы и возможности выезда в поле.

Удобрения вносили в виде хлористого калия (60 % K₂O), карбамида (46 % N), аммонизированного суперфосфата (8 % N, 33 P₂O₅).

Агротехника возделывания общепринятая для крестоцветных культур в условиях Республики Беларусь [6].

В 2022 году в варианте без применения удобрений была получена наименьшая урожайность по опыту – 5,6 ц/га (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность семян горчицы белой в зависимости от применения азотных удобрений

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	в среднем	
1. Без удобрений – контроль	8,2	5,6	6,9	6,9	–
2. P ₄₀ K ₆₀	11,3	6,2	8,3	8,6	1,7
3. P ₄₀ K ₆₀ N ₅₀	17,5	9,2	10,2	12,3	5,4
4. P ₄₀ K ₆₀ N ₅₀ + N ₅₀	21,1	11,4	15,5	16,0	9,1
5. P ₄₀ K ₆₀ N ₅₀ + N ₇₀	22,0	11,6	16,2	16,6	9,7
6. P ₄₀ K ₆₀ N ₅₀ + N ₅₀ + N ₂₀	23,3	12,1	16,5	17,3	10,4
НСР ₀₅	1,6	1,4	2,0	–	–

При внесении только фосфорных и калийных удобрений обеспечило достоверную прибавку урожайности семян горчицы белой

только в 2021 году (+3,1 ц/га). В 2022 и 2023 годах прибавки урожайности семян в этом варианте не получено (а пределах НСР).

Применение в 2021 году в основное внесение карбамида в дозе N_{50} позволило сформировать урожайность семян горчицы белой на уровне 17,5 ц/га, т. е. азот способствовал увеличению урожайности на 9,3 ц/га – в 1,5 раза, по сравнению с вариантом внесения $P_{40}K_{60}$ и в 2,1 раза по сравнению с вариантом без удобрений. Однако в 2022 году прибавка к контрольному варианту составила только 3,6 ц/га, а к варианту $P_{40}K_{60}$ – 3,0 ц/га. В 2023 году эта разница было еще меньше. В среднем за три года прибавка урожайности к контрольному варианту была на уровне 5,4 ц/га, а к варианту с внесением $P_{40}K_{60}$ – 3,7 ц/га.

Подкормка растений горчицы белой в начале фазы бутонизации в дозе N_{50} увеличила урожайность семян в 2021 году на 3,6 ц/га, в 2022 году – 2,2 ц/га, в 2023 году – 5,3 ц/га, в среднем за три года – 3,7 ц/га, т. е. растения в большей мере использовали азот, внесенный перед посевом в период роста до фазы бутонизации.

Увеличение подкормки в фазу бутонизации до 70 кг д. в/га не привело к повышению урожайности семян ни в один год исследований (прибавка в пределах НСР).

Дробление подкормки на два приема (N_{50} в начале фазы бутонизации и N_{20} в начале фазы цветения) было не эффективно и привело только к увеличению затрат на внесение, т. к. урожайность семян была выше только на 0,7 ц/га в среднем за три года.

Таким образом, для получения урожайности семян горчицы белой на уровне 16,0 ц/га на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях Могилевской области Республики Беларусь можно рекомендовать вариант с внесением $P_{40}K_{60}$ осенью под вспашку + N_{50} весной перед посевом + N_{50} в начале фазы бутонизации.

Библиографический список

1. Перспективная ресурсосберегающая технология производства горчицы : рекомендации / В.М. Лукомец и др. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 56 с.

2. Мастеров А.С., Романцевич Д.И., Плевко Е.А. Обоснование технологии возделывания крестоцветных культур: монография. Горки: БГСХА, 2021. 291 с.

3. Го Сюе, Божко А.Л., Мастеров А.С. Урожайность семян горчицы белой в зависимости от применения азотных удобрений // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сб. ст. по материалам XIX междунар. науч.-практ. конф., Горки, 26–27 января 2022 г. Горки: БГСХА, 2022. С. 54–56.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1985. 416 с.

5. Земледелие : практикум : учеб. пособие / А.С. Мастеров и др.; под ред. А.С. Мастерова. Мн.: ИВЦ Минфина, 2019. 300 с.

6. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учеб.-метод. пособие / И.Р. Вильдфлуш и др.; под ред. И.Р. Вильдфлуша, П.А. Саскевича. Горки: БГСХА, 2016. 383 с.

УДК 631.4 (430.333)

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ФАКТОРОВ ПРОДУКТИВНОСТИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ
РОГНЕДИНСКОГО РАЙОНА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**
*Agroecological assessment of factors of productivity of arable lands
of the Rognedinsky district of the Bryansk region*

Просьянников Е.В., д. с.-х. наук, профессор, *p_e_v_32@mail.ru*

Борисенко Т.Н., магистр агрохимии и агропочвоведения

Prosyannikov E.V., Borisenko T.N.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный
университет»

Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Проведена агроэкологическая оценка основных факторов продуктивности пахотных земель Рогнединского района Брянской области. Установлено, что территориальные, ландшафтные, литологические, геоморфологические и климатические условия не лимитируют продуктивность пахотных земель. Ее ограничивает состояние почвенного покрова: баланс гумуса, азота, фосфора, калия и кальция. Эту особенность следует учитывать при разработке системы мероприятий для эффективного и рационального использования пашни.

Abstract. *An agroecological assessment of the main factors of productivity of arable lands of the Rognedinsky district of the Bryansk region was carried out. It has been established that territorial, landscape, lithological, geomorphological and climatic conditions do not limit the productivity of arable land. It is limited by the state of the soil cover: the balance of humus, nitrogen, phosphorus, potassium and calcium. This feature should be taken into account when developing a system of measures for the effective and rational use of arable land.*

Ключевые слова: Брянская область, Рогнединский район, факторы продуктивности пахотных земель, агроэкологическая оценка.

Keywords: *Bryansk region, Rognedinsky district, factors of productivity of arable lands, agroecological assessment.*

Введение. Пахотная земля, как природно-антропогенная экологическая система, состоит из следующих основных подсистем (факторов): территории; ландшафтного, литологического и геоморфологического строения; климата; почвенного покрова и аграрных воздействий на него. Все они совместно обуславливают продуктивность пашни. В зависимости от интенсивности и вида воздействий они или уменьшают, или увеличивают, или поддерживают на стабильном уровне продуктивность пашни [1]. Происходит это согласно экологическому закону лимитирующего (ограничивающего) фактора, который открыл Ю. Либих в XIX веке. Для эффективного и рационального использования пахотных земель [2] необходимо оценивать факторы их продуктивности и определить лимитирующий из них, разрабатывать систему мероприятий, снижающих его негативное воздействие.

Материалы и методика исследования. В Рогнединском районе изучали [3] следующие основные факторы продуктивности пашни: территориальные, ландшафтные, литологические и геоморфологические условия; сельскохозяйственную продуктивность климата; особенности почвенного покрова и аграрных воздействий на него.

Результаты исследования.

Изучаемая территория располагается в северной части Брянской области. Географические координаты поселка Рогнедино, являющегося административным центром района, следующие: 53°48'05" северной широты, 33°33'27" восточной долготы. Площадь район 1051 квадратный километр, или 3 % от площади Брянской области [4, 5].

В районе сформировались такие генетически однородные территориальные комплексы, как полесья, предополья, моренные ландшафты и долины рек [6]. По пригодности под пашню они располагаются в следующий убывающий ряд: предополья, моренные ландшафты, террасы речных долин, полесья.

Территория района расположена на Рогнединской возвышенности, представляющей собой пологоволнистую равнину, расчлененную овражно-балочной сетью, со средними высотами около 200 м над уровнем Балтийского моря [7]. Установлено, что правобережье реки Десны ежегодно подымается со скоростью 0,7-3,5 мм, а левобережье – опускается со скоростью до 2 мм [8]. Увеличение абсолютной высоты территории усиливает ее дренированность, смыв и размыв не только

почвенного покрова, но и нижерасположенных пород. Особенно подвержены эрозии придолинные и приовражно-балочные участки с наибольшими уклонами поверхности, а также выпаханные обесструктуренные распыленные почвы. На таких участках из-за дренирующего воздействия овражных систем опускается уровень грунтовых вод, изменяются условия произрастания растений и, следовательно, ухудшаются условия для эффективного растениеводства.

Климат района умеренно-континентальный с хорошо выраженной сезонностью. Его сельскохозяйственная продуктивность, рассчитанная нами по утвержденной методике [9], составляет 9,96 баллов, что соответствует требованиям эффективного растениеводства.

На пашне района почвообразуют лёссовидные суглинки, занимающие 33,8 %, водноледниковые и древнеаллювиальные супесчаные и песчаные отложения – 30,6 % и покровные суглинки – 12,9 %. При подстипании почвообразующей породы моренными суглинками и глинами (7,1 % в пашне) на контакте почвы с породой происходит застой влаги, который во влажные годы обуславливает заболачивание и оглеение, а в сухие годы – дополнительное снабжение корней растений влагой и элементами питания [10].

Почвенный покров пахотных земель район расположен в южно-таёжной подзоне дерново-подзолистых почв. По площади, занимаемой почвами различного гранулометрического состава, они располагаются в следующий убывающий ряд: легкосуглинистые (39880 га), супесчаные (9082 га), среднесуглинистые (516 га), песчаные (449 га), тяжелосуглинистые (136 га). Структура почвенного покрова сложная, он пестрый, мощность составляет 1-2 м. Это обусловлено неоднородностью факторов почвообразования, широким развитием эрозийных процессов и особенностями аграрного воздействия [11].

Неоднородность экологических условий обусловила наличие в пашне района 12 типов сельскохозяйственных земель [12]. Среди них наибольшую площадь (52093 га или 72 %) занимает тип земель с агро-дерново-средне- и слабоподзолистыми легкосуглинистыми почвами на покровном и лёссовидном суглинках.

Современное состояние почв пахотных земель оценивали по результатам агрохимических обследований ФГБУ «Брянскагрохимрадиология» (табл. 1, 2) [13, 14].

Таблица 1 – Средневзвешенные агрохимические показатели почв пахотных земель и их продуктивность в Рогнединском районе

Содержание гумуса, %		рН _{KCl}		Подвижный				Продуктивность пашни, тыс. кормовых ед./га	
				фосфор, мг/кг		калий, мг/кг			
2016 г.	2022 г.	2016 г.	2022 г.	2016 г.	2022 г.	2016 г.	2022 г.	2015 г.	2021 г.
1,65	1,37	5,20	4,81	150	169	98	102	1,67	2,16

Агрохимические показатели почв пахотных земель (табл. 1), за исключением содержания подвижного калия, снизились, а продуктивность пашни возросла. Вероятно, это обусловлено улучшением баланса гумуса, азота, фосфора, калия и кальция в этих почвах (табл. 2).

Приведенные в таблицах 1 и 2 результаты обследований пахотных земель Рогнединского района позволяют заключить, что лимитирующим фактором их продуктивности является баланс в почвах гумуса, азота, фосфора, калия и кальция.

Таблица 2 – Баланс гумуса и элементов питания в почвах пахотных земель Рогнединского района, кг/га

Гумус		Азот		Фосфор		Калий		Кальций	
2015 г.	2021 г.	2015	2021	2015	2021	2015	2021	2015 г.	2021 г.
-395	+33	+35	+15	-11	+2	-37	-29	-343	-9

Заключение. В Рогнединском районе Брянской области территориальные, ландшафтные, литологические, геоморфологические и климатические условия не лимитируют продуктивность пахотных земель. Ограничивающим фактором является состояние почвенного покрова: баланс гумуса, азота, фосфора, калия и кальция. Эту особенность следует учитывать при разработке системы мероприятий для эффективно и рационального использования пашни.

Библиографический список

1. Просянных Е.В. Плодородие почвы и продуктивность земли. Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 6 (100). С. 3-8.
2. Природные ресурсы растениеводства западной части Европейской России: кол. монография в 2 ч. Ч. 1. Современное состояние // Н.М. Белоус, Г.П. Малякко, В.В. Мамеев и др.; отв. ред.: Е.В. Просянных, В.Е. Ториков. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. 212 с.
3. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. ру-

ководство / Кирюшин В.И., Буланова М.В., Слива И.В. и др.; под ред. академиков В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. М.: ФГНУ «Росинформатех», 2005. 784 с.

4. Географические координаты Рогнедино, Брянская область, Россия. – Режим доступа: URL: <https://dateandtime.info/ru/citycoordinates.php?id=563822> (дата обращения: 12.02.2024).

5. Муниципальное образование Рогнединский район [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rognedino.ru/o-rayone/> (дата обращения: 12.02.2024).

6. Волкова Н.И. Ландшафтная структура и ее влияние на современные антропогенные процессы (на примере Брянской области): автореф. дис. ... канд. географ. наук. М., 1998. 24 с.

7. Белоус Н.М., Ториков В.Е., Просянных Е.В. Аграрный потенциал региона можно стабильно реализовывать только на ландшафтной основе // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 1. С. 11-17.

8. Шевченкова Т.Ф. Геология Брянской области. Брянск: Изд-во БГУ, 2004. 92 с.

9. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / под ред. Л.М. Державина, Д.С. Булгакова. М.: ФГНУ «Росинформатех», 2003. 240 с.

10. Шевченков П.Г. Рельеф Брянской области. Брянск: Изд-во БГУ, 2002. 80 с.

11. Просянных Е.В., Прищеп Н.И., Воробьев Г.Т. Почвы, удобрения и их эффективное использование в земледелии Брянской области. Белгород, 1989. 135 с.

12. Природное районирование и типы сельскохозяйственных земель Брянской области. Брянск: Приокское книжное изд-во, Брянское отделение, 1975. 611 с.

13. Чекмарев П.А., Прудников П.В. Агрехимическое и агроэкологическое состояние почв, эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 7. С. 24-33.

14. Прудников П.В., Пашковский А.А., Лелянова Е.Н. Агроэкологическая характеристика почв, экономическая эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 11. С. 10-20.

15. Просянных Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрехимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

УДК 631.82:539:633.2.03

**РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ
МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ
РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАЛИВНЫХ ЛУГОВ**
*Radioecological aspects of application mineral fertilizers in conditions of
radioactive contamination of flood meadows*

Силаев А.Л., к.с.-х. наук, доцент, *kafeap@bgsha.com*

Белоус Н.М., д.с.-х. наук, профессор, *kafeap@bgsha.com*

Смольский Е.В. д.с.-х. наук, доцент, *sev_84@mail.ru*

Silaev A.L., Belous N.M., Smolsky E.V.

ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. На центральной пойме реки Ипуть проведены исследования роли элементов питания в накоплении ^{137}Cs зелёной массой трав. Установили прямую, среднюю зависимость между азотным удобрением и накоплением ^{137}Cs , коэффициент корреляции равен 0,53-0,65 и обратную сильную зависимость между калийным удобрением и накоплением ^{137}Cs , коэффициент корреляции равен 0,89-0,97. Использование загрязнённых лугов возможно только при применении повышенных доз калийных удобрений, которые служат барьером в миграции ^{137}Cs по системе «почва – растение».

Annotation. In the central floodplain of the Iput River, studies have been conducted on the role of nutrition elements in the accumulation of ^{137}Cs by a green mass of grasses. A direct, average relationship was established between nitrogen fertilizer and accumulation of ^{137}Cs , the correlation coefficient is 0.53-0.65 and an inverse strong relationship between potash fertilizer and accumulation of ^{137}Cs , the correlation coefficient is 0.89-0.97. The use of polluted meadows is possible only with the use of increased doses of potash fertilizers, which serve as a barrier in the migration of ^{137}Cs according to the soil-plant system.

Ключевые слова: заливной луг, радиоактивное загрязнение, ^{137}Cs , минеральные удобрения, Брянская область.

Keywords: flood meadow, radioactive contamination, ^{137}Cs , mineral fertilizers, Bryansk region.

Основным резервом для ведения кормопроизводства в Брянской области являются естественные кормовые угодья загрязнённые ^{137}Cs [1,2]. Площадь кормовых угодий в Брянской области с уровнем радиоактивного загрязнения выше 37 кБк/м² составляет 118 733 га или 29 %

от всей площади кормовых угодий, а с загрязнением выше 555 кБк/м² – 17 134 га [3].

Для возвращения в хозяйственное пользование радиоактивно загрязненных территорий необходимо добиться получения сельскохозяйственной продукции отвечающей нормам радиационной безопасности [4,5].

Поэтому исследование специальных мер, позволяющих вернуть выбывшие земли в сельскохозяйственное производство, в частности в кормопроизводство, весьма актуально.

Целью работы является изучение роли элементов питания в накоплении ¹³⁷Cs зелёной массой трав на радиоактивно загрязнённых заливных лугах при плотности радиоактивного загрязнения ¹³⁷Cs территории выше 555 кБк/м².

Экспериментальной базой исследования служила территория заливного луга реки Ипуть Новозыбковского района Брянской области, с плотностью загрязнения ¹³⁷Cs 555-867 кБк/м². Поёмный процесс длился от 0 до 20 дней в зависимости от года. Почвенный покров исследуемой территории представлен аллювиальной луговой супесчаной почвой со следующими показателями: C_{орг.} – 3,0-3,2%; рН_{KCl} – 5,2-5,6 ед., P₂O₅ – 106-244 и K₂O – 89-120 мг/кг. Исследования проводили в период с 2014 по 2021 годы.

Эксперимент включал в себя следующие варианты применения минерального удобрения: 1. Контроль (без применения минерального удобрения), 2. P₆₀K₉₀, 3. P₆₀K₁₂₀, 4. N₉₀P₆₀K₉₀, 5. N₉₀P₆₀K₁₂₀, 6. N₉₀P₆₀K₁₅₀, 7. N₁₂₀P₆₀K₁₂₀, 8. N₁₂₀P₆₀K₁₅₀, 9. N₁₂₀P₆₀K₁₈₀. В период от возобновления роста до первого укоса естественного травостоя вносили полной нормой фосфорные удобрения и половину нормы азотных и калийных удобрений, в период после первого укоса вносили оставшуюся половину азотных и калийных удобрений (табл. 1), использовали аммиачную селитру, простой гранулированный суперфосфат и калий хлористый.

Площадь опытной делянки – 60 м², повторность опыта – трехкратная.

Отбор растительных образцов проводили: первый укос – середина июня, второй – конец августа. Растительный покров территории эксперимента был представлен травами семейства мятликовые: *Festuca pratensis* Huds., *Alopecurus pratensis* L., *Phleum pratense* L., разнотравья составляет не более 10% от общего количества.

В зелёной массе растительных образцов определяли накопление ¹³⁷Cs на УКС «Гамма Плюс» (Россия), погрешность измерений не более 20 %, в центре коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ.

Полученные результаты статистически обрабатывались методами описательной статистики, корреляционного ($n = 24$) и дисперсионного анализов с использованием компьютерного программного обеспечения Excel 7.0.

Агроклиматические условия в годы исследования отличались от средне-многолетних наблюдений за 93 года, по данным метеорологического поста Новозыбковской СХОС. Вегетационный период исследований с 2014 по 2021 год характеризовался средней температурой воздуха на уровне 17,3 °С (в период первого и второго укосов соответственно 15,5 и 19,1 °С), что выше на 2,2 °С среднемноголетних наблюдений. Сумма осадков за вегетацию составила 333,5 мм (в период первого и второго укосов соответственно 143,1 и 147,9 мм), что на 34,7 мм ниже среднемноголетних наблюдений.

Условия проведения эксперимента (климатические, почвенные, радиологические), а также биологические особенности произрастающей растительности способствуют накоплению ^{137}Cs вегетативной массой в период первого укоса – 1677 Бк/кг, в период второго укоса – 1647 Бк/кг (табл. 1).

Таблица 1 - Накопление ^{137}Cs зеленой массой заливного луга, Бк/кг

Вариант	Среднее	V, %	Минимум	Максимум	Интервал
<i>период первого укоса</i>					
Контроль	1677	5,1	1541	1796	255
P ₆₀ K ₄₅	214	3,1	205	222	17
N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	330	3,0	315	348	33
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	278	5,3	256	297	41
N ₄₅ P ₆₀ K ₇₅	197	3,4	189	206	17
P ₆₀ K ₆₀	160	2,4	156	168	12
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	194	1,6	189	198	9
N ₆₀ P ₆₀ K ₇₅	115	9,6	97	129	32
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	99	9,0	86	114	28
HCP ₀₅	27,3	–	–	–	–
<i>период второго укоса</i>					
Контроль	1647	3,5	1581	1726	145
K ₄₅	189	3,8	182	199	17
N ₄₅ K ₄₅	285	2,4	274	293	19
N ₄₅ K ₆₀	271	2,6	262	283	21
N ₄₅ K ₇₅	184	3,5	176	192	16
K ₆₀	116	4,0	110	123	13
N ₆₀ K ₆₀	185	3,4	175	191	16
N ₆₀ K ₇₅	97	8,1	87	109	22
N ₆₀ K ₉₀	88	5,3	81	94	13
HCP ₀₅	17,9	–	–	–	–

В период исследований норматив по допустимому накоплению ^{137}Cs зеленой массой трав менялся, так до 2017 года действовали «Ветеринарные правила и нормы», по которым допустимый уровень (ДУ) был 100 Бк/кг, после 2017 года, по Инструкции о радиологическом контроле качества кормов, допускается накопление ^{137}Cs в зеленой массе трав – 370 Бк/кг. В настоящее время утвержден Технический регламент таможенного союза «О безопасности кормов и кормовых добавок», по которому допустимый уровень (ДУ) содержания ^{137}Cs в зеленой массе трав – 100 Бк/кг. Установили, что без использования специальных мероприятий, заливной луг с уровнем загрязнения ^{137}Cs свыше 555 кБк/м^2 нельзя использовать в качестве пастбища, ДУ содержания ^{137}Cs в продукции кормопроизводства превышает норматив более чем в 16 раз, как в период первого, так и второго укосов.

Несмотря на то, что в 2016 году произошел первый период полураспада ^{137}Cs , значительного снижения накопления ^{137}Cs растительностью заливного луга не выявили, что показывает расчет коэффициента вариации (V, %), который установил незначительную изменчивость величины накопления ^{137}Cs в сравнении со средней величиной. По-видимому, уровень начального загрязнения территории радионуклидом был высоким, поэтому остаточное количество ^{137}Cs в почве все еще достаточно велико.

Обнаружили, что максимальное накопление ^{137}Cs вегетативной массой растительности заливного луга происходило в годы с коротким поённым процессом и минимальным выпадением осадков, а минимальное накопление ^{137}Cs – в годы с продолжительным поённым процессом и выпадением осадков в пределах нормы или выше её.

Применение фосфорно-калийного удобрения под первый укос и калийного удобрения под второй укос существенно снижает накопление ^{137}Cs растительностью заливного луга соответственно до 160 и 116 Бк/кг, зелёные корма не соответствуют нормативу по содержанию ^{137}Cs (табл. 1).

Применение полного минерального и азотно-калийного удобрения, с соотношением азота к калию как 1 к 1, достоверно увеличивает накопление ^{137}Cs растительностью заливного луга до 330 и 285 Бк/кг соответственно в период первого и второго укосов, в сравнении с фосфорно-калийным и калийным удобрением, полученный зелёный корм не соответствует нормативу по содержанию ^{137}Cs . В кормопроизводстве запада Брянской области, особенно в личных подсобных или мелких фермерских хозяйствах, в зоне радиоактивного загрязнения для повышения продуктивности пастбищ и экономии средств используют только азотные удобрения, что ведет к получению кормов с накоплением радионуклидов выше допустимого уровня [6].

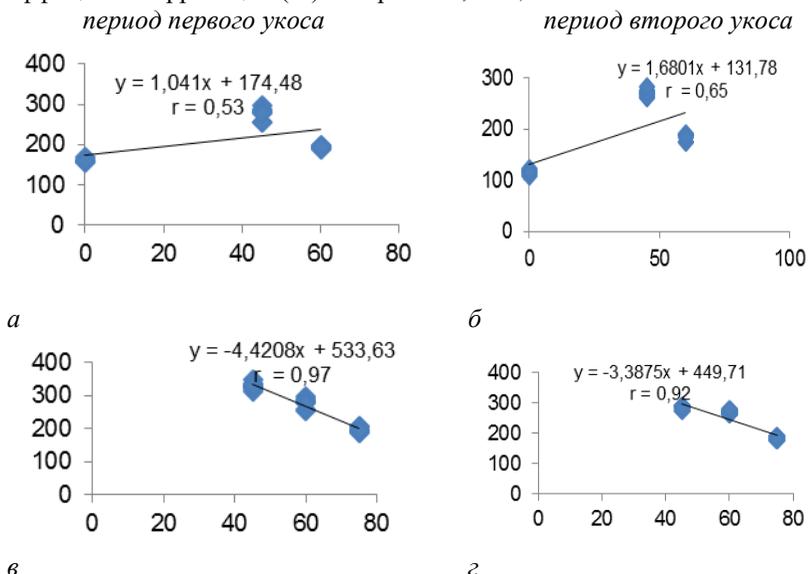
Применения калийного удобрения ведет к снижению накопления цезия [7], однако в конкретных природно-климатических условиях и различных уровнях загрязнения необходимы уточненные дозы применения калия в сочетании с азотом для получения гарантированного урожая нормативно «чистой» продукции кормопроизводства и повышения продуктивности кормовых угодий.

Установили, что с повышением отношения калия к азоту в минеральном удобрении достоверно снижается накопление ^{137}Cs зеленой массой естественного травостоя, как в период первого, так и второго укосов.

Для определения тесноты связи между элементом питания и накоплением ^{137}Cs зелёной массой травостоя провели корреляционный анализ (рис. 1).

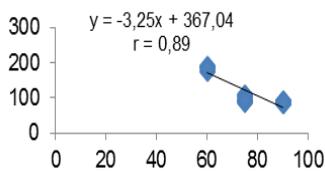
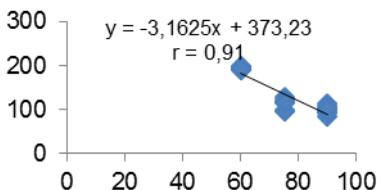
Установили прямую зависимость между азотным удобрением и накоплением ^{137}Cs растительностью заливного луга, когда с возрастанием доз азотного удобрения повышается накопление ^{137}Cs вегетативной массой травостоя, определили, что зависимость – средняя, коэффициент корреляции (r) был равен 0,53-0,65.

Выявили обратную зависимость между калийным удобрением и накоплением ^{137}Cs растительностью заливного луга, когда с возрастанием доз калийного удобрения уменьшается накопление ^{137}Cs вегетативной массой травостоя, определили что зависимость – сильная, коэффициент корреляции (r) был равен 0,89-0,97.



б

г



d

доза минерального удобрения, кг д.в.

e

Рисунок 1 - Зависимость между накоплением ^{137}Cs зеленой массой заливного луга и дозами минерального удобрения

При ведении кормопроизводства в условиях радиоактивного загрязнения необходимо понимать, что повышение продуктивности заливного луга посредством применения азотного удобрения ведет к повышению накопления ^{137}Cs в продукции кормопроизводства, калийное удобрение нивелирует данный отрицательный эффект.

Территорию заливных лугов запада Брянской области с плотностью загрязнения более 555 kBк/м^2 , даже по прошествии 36 лет с момента аварии без применения защитных мероприятий нельзя использовать в кормопроизводстве.

Азотные удобрения, повышают продуктивность заливных лугов, но являются фактором повышения накопления ^{137}Cs зелёной массой естественного травостоя.

Калийные удобрения достоверно снижают накопление ^{137}Cs вегетативной массой естественного травостоя и нивелируют негативное действие азотного удобрения.

Библиографический список

1. Качественные корма – путь к получению высокой продуктивности животных и птицы и экологически чистой продукции / Л.Н. Гамко, В.Е. Подольников, И.В. Малявко и др. // Зоотехния. 2016. № 5. С. 6-7.
2. Косолапов В.М. Современное кормопроизводство – основа успешного развития АПК и продовольственной безопасности России // Земледелие. 2009. № 6. С. 3-5.
3. Панов А.В. Возвращение радиоактивно загрязненных территорий к нормальной жизнедеятельности: современные проблемы и пути решения (к 35-летию аварии на Чернобыльской АЭС) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2021. № 1. С. 5-13.

4. Аверин В.С., Подоляк А.Г. Роль защитных мероприятий для снижения доз облучения населения и получения нормативно чистой сельскохозяйственной продукции // Белорусское сельское хозяйство. 2010. № 4. С. 18-22.

5. Алексахин Р.М., Лунёв М.И. Техногенное загрязнение сельскохозяйственных угодий (исследования, контроль и реабилитация территорий) // Плодородие. 2011. № 3. С. 32-35.

6. Радиологический контроль продукции животноводства и кормопроизводства юго-западных районов Брянской области, подвергшихся воздействию аварии на ЧАЭС / А.В. Панов, Н.Н. Исамов, Н.И. Санжарова, Ю.А. Рыбалко // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2015. № 4. С. 91-99.

7. Биовынос ^{137}Cs из почвы многолетними мятликовыми травами в связи с минеральным питанием и доступностью почвенной влаги / С.М. Пакшина, В.Ф. Шаповалов, С.Ф. Чесалин и др. // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 4. С. 832-841.

8. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просяников Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.

9. Просяников Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрехимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

10. Сычёва И.В., Сычёв С.М. Системы защиты растений. Учебно-методическое пособие для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.04 -Агрономия профиль Земледелие / Брянск, 2022.

11. Сычева И.В. Интегрированная защита сельскохозяйственных культур. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений / Том Часть I. Брянск, 2023.

УДК 631.4:631.559:664.53

**СОДЕРЖАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ОСУШЕННОЙ ПОЧВЕ
И УРОЖАЙНОСТЬ ГОРЧИЦЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
ВЕГЕТАЦИОННОГО ОПЫТА**

*Dynamics of nutrient content in alluvial drained soil and crop yields based
on the results of the vegetation experiment*

Кулагина Н.А., старший преподаватель, *natalyazubrenkova@yandex.ru*
Полякова Н.В., д. биол. наук, профессор, *polaykova_nv19@mail.ru*
Романова Т.А., студент 3 курса, *simvolinpole@gmail.com*
Kulagina N.A., Polyakova N.V., Romanova T.A.

ФГБОУ ВО Нижегородский государственный агротехнологический
университет
Nizhny Novgorod State Agrotechnological University

Аннотация. Аллювиальные болотные осушенные почвы, сформированные в центральной пойме речных долин, характеризуются низким содержанием доступных питательных элементов, особенно подвижного фосфора, который находится в диапазоне очень низких значений (7,2...11,1 мг/кг). Внесение минерального удобрения обусловило повышение количества питательных элементов по сравнению с контролем в 1,3...2,4 раза, влияние биопрепаратов Азотовит и Фосфатовит было менее эффективным. Максимальная урожайность зеленой массы горчицы отмечена при совместном использовании минерального удобрения и биопрепаратов, где прибавка урожая составила 116,9...136,4 г/сосуд.

Abstract. *Alluvial marsh drained soils formed in the central floodplain of river valleys are characterized by a low content of available nutrients, especially mobile phosphorus, which is in the range of very low values (7.2...11.1 mg/kg). The application of mineral fertilizer caused an increase in the amount of nutrients compared to the control by 1.3...2.4 times, the effect of the biologics Azotovite and phosphatovite was less effective. The maximum yield of the green mass of mustard was noted with the combined use of mineral fertilizers and biological products, where the yield increase was 116.9...136.4 g/vessel.*

Ключевые слова: аллювиальная болотная осушенная почва, нитратный азот, подвижный фосфор, калий, урожайность, горчица.

Keywords: *alluvial swamp drained soil, nitrate nitrogen, mobile phosphorus, potassium, yield, mustard.*

Введение. Аллювиальные почвы обладают высоким потенциальным плодородием, основными факторами, лимитирующим их продуктивность в агроценозах, является переувлажнение и низкая обеспеченность доступными питательными элементами. Целью данной работы было установить значение минерального удобрения и биопрепаратов Азотовит и Фосфатовит в повышении продуктивности аллювиальной осушенной почвы.

Методика. Исследования проводились с 2016 по 2018 г. в условиях вегетационного опыта в сосудах вместимостью 5 кг почвы; опытная культура – горчица Белая, повторность вариантов трехкратная. Почва в опыте аллювиальная болотная иловато-торфяно-глеевая осушенная на песчано-иловатых аллювиальных отложениях. Набивку сосудов проводили в начале июня каждого года, уборку зеленой массы через месяц в фазу бутонизация – начало цветения.

Схема опыта:

- 1) Контроль – без удобрений;
- 2) $N_{02}P_{02}K_{02}$ - из расчета 0,2 г д.в. на 1 кг почвы;
- 3) Азотовит - из расчета 0,03 мл д.в. на 1 кг почвы;
- 4) Фосфатовит - из расчета 0,03 мл д.в. на 1 кг почвы;
- 5) Азотовит+Фосфатовит - из расчета 0,03 мл д.в. на 1 кг почвы;
- 6) $N_{02}P_{02}K_{02}$ +Азотовит - 0,03 мл д.в. на 1 кг почвы;
- 7) $N_{02}P_{02}K_{02}$ +Фосфатовит - 0,03 мл д.в. на 1 кг почвы;
- 8) $N_{02}P_{02}K_{02}$ +Азотовит+Фосфатовит - 0,03 мл д.в. на 1 кг почвы.

Дозы биопрепаратов соответствовали рекомендациям производителя.

Почва для опыта отобрана с участка, расположенного в центральной пойме р. Кудьма на территории ОАО «Лакша» Богородского района Нижегородской области. Определение физико-химических показателей и содержание питательных элементов проводили по общепринятым методикам; содержание общего углерода гумуса методом И.В. Тюрина в модификации Б.А. Никитина.

Результаты. Почвенный поглощающий комплекс аллювиальной осушенной почвы достаточно высоко насыщен основаниями вследствие особенностей почвообразования в поймах рек и ежегодно привносимыми с илом и паводковыми водами соединениями, обогащающими почву основными катионами [1,2,3]. Показано, что в конце вегетации проявилось снижение суммы обменных оснований с 26,3 до 23,8 ммоль/100г почвы, а ЕКО – с 30,3 до 28,0 ммоль/100г почвы за счет выноса оснований урожаем растений. Содержание углерода гумуса по вариантам опыта находилось в диапазоне от 4,88 до 5,38%, что характеризует ее как высоко гумусированную.

Снижение содержания питательных элементов в послеуборочный период можно объяснить как их выносом опытной культурой, так и тем, что вместе с биопрепаратами были внесены штаммы микроорганизмов, которые использовали питательные вещества почвы (табл.1). При этом содержание нитратного азота в вариантах с совместным внесением биопрепаратов и минеральных удобрений возросло по сравнению с контролем на 19,0...13,4...18,8 мг/кг, а по сравнению с почвой до закладки опыта на 5,8-11,4 мг/кг. В вариантах с отдельным использованием Фосфатовита содержание нитратного азота в конце вегетации снизилось по сравнению с почвой до закладки опыта в 1,7 раза и было на уровне контроля; в варианте с Азотовитом и при его сочетании с Фосфатовитом содержание показателя в сравнении с контролем увеличилось в 1,4 раза. Внесение одного минерального удобрения (вариант №2) по эффективности было на уровне вариантов с биопрепаратами.

Таблица 1. Влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на агрохимические показатели в опыте с горчицей (среднее за 2016-2018 гг.)

Показатели Варианты	C _{орг} , %	pH _{KCl}	Нг	S	NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O
			ммоль/100г				
			мг/кг				
Почва до закладки опыта	4,88	5,2	4,0	26,3	20,7	9,5	33,5
1. Контроль б/у	5,01	5,2	4,1	24,4	13,1	6,9	26,0
2. N ₀₂ P ₀₂ K ₀₂	5,33	5,1	4,2	23,8	31,0	9,2	44,6
3. Азотовит	5,51	5,1	4,1	24,2	18,0	7,2	30,8
4. Фосфатовит	5,16	5,1	4,1	24,1	11,7	8,5	30,1
5. Азотовит+ Фосфатовит	5,17	5,1	4,1	24,2	17,7	10,0	27,6
6. N ₀₂ P ₀₂ K ₀₂ + Азотовит	5,31	5,0	4,2	23,9	32,1	9,1	40,2
7. N ₀₂ P ₀₂ K ₀₂ + Фосфатовит	5,29	5,0	4,2	23,9	26,5	9,9	41,1
8. N ₀₂ P ₀₂ K ₀₂ + Азотовит+ Фосфатовит	5,38	5,0	4,1	24,0	31,9	11,1	41,4
<i>HCP</i> ₀₅	0,22	0,2	0,2	0,4	2,3	0,7	2,7

Аналогичной в опыте была динамика калия, содержание которого на варианте NPK в сравнении с контролем возросло в 2 раза, в

вариантах с бактериальными препаратами достоверных изменений по сравнению с контролем не выявлено. Содержание фосфора за три года исследований осталось на уровне очень низкого даже на варианте с NPK вследствие его острого дефицита в аллювиальных почвах и выноса растениями. Вероятной причиной снижения подвижного фосфора является его закрепление соединениями железа, высокое содержание которого свойственно аллювиальным почвам [4,5]. Из бактериальных препаратов достоверное положительное действие по сравнению с контролем оказало применение Фосфатовита совместно с Азотовитом и NPK. Из этого следует, что препараты, внесенные отдельно без минеральных удобрений, в рекомендуемых производителем дозах на аллювиальных почвах не оказывают должного эффекта.

Урожайность зеленой массы горчицы в опыте (табл. 2) зависела в первую очередь от минеральных удобрений, в среднем за три года исследований в варианте с NPK урожайность по сравнению с контролем была выше в 4,1 раза.

Внесение минерального удобрения совместно с биопрепаратами дало наибольшую прибавку в вариантах №6, 7, 8, где биопрепараты в сочетании с NPK способствовали повышению урожайности зеленой массы горчицы в 1,2 раза по сравнению с вариантом №2 (NPK). При этом максимальная прибавка урожая была получена в вариантах №6 (NPK+Азотовит) и №8 (NPK+Азотовит +Фосфатовит), равная 130,2 и 136,4г/сосуд соответственно, что свидетельствует о положительном влиянии совместного использования биопрепаратов на фоне минерального удобрения.

Таблица 2. Урожайность зеленой массы горчицы, г/сосуд

Вариант	2016 год	2017 год	2018 год	Среднее за 3 года	
	г/ сосуд	г/ сосуд	г/ сосуд	г/ сосуд	+/-
1. Контроль	50,2	23,2	30,1	34,5	-
2. N ₀₂ P ₀₂ K ₀₂	112,4	174,2	133,4	140,0	+105,5
3. Азотовит	40,1	35,0	39,8	38,3	+3,8
4. Фосфатовит	48,1	27,5	38,1	37,9	+3,4
5. Азотовит+ Фосфатовит	52,6	29,8	43,7	42,0	+7,5
6. N ₀₂ P ₀₂ K ₀₂ + Азотовит	149,3	191,2	153,5	164,7	+130,2
7. N ₀₂ P ₀₂ K ₀₂ + Фосфатовит	127,8	177,8	148,7	151,4	+116,9
8. N ₀₂ P ₀₂ K ₀₂ + Азотовит+ Фосфатовит	157,6	198,5	156,5	170,9	+136,4
HCP ₀₅	4,3	6,4	5,7	5,5	

Таким образом, на основании данных, полученных в вегетационном опыте, установлено преимущественное влияние минерального удобрения на содержание питательных элементов в аллювиальной осушенной почве и урожайность горчицы. Наибольшая эффективность отдельного использования биопрепаратов Азотовит и Фосфатовит по сравнению с контролем отмечена при их совместном внесении. Максимальная прибавка урожая горчицы получена при тройном сочетании минерального удобрения и биопрепаратов.

Библиографический список

1. Шраг В.И. Пойменные почвы, их мелиорация и сельскохозяйственное использование. М.: Россельхозиздат, 1969. 269 с.
2. Аллювиальные почвы речных пойм и дельт и их зональные отличия / Г.В. Добровольский, П.Н. Балабко, Н.В. Стасюк, Е.П. Быкова // Аридные экосистемы. 2011. № 3. С. 5-13.
3. Кораблева Л.И., Слуцкая Л.Д., Авдеева Т.Н. Охрана и воспроизводство плодородия аллювиальных почв (на примере земледелия в поймах Московской области). М.: ГОСНИТИ, 1989. 59 с.
4. Влияние условий увлажнения и рельефа центральной поймы р. Кудьма на динамику ОВП, содержание аморфного железа и подвижного фосфора в аллювиальной болотной осушенной почве [Электронный ресурс] / Н.В. Полякова, Н.А. Кулагина, А.А. Полякова, М.А. Куприянов // Электронный научно-производственный журнал «Агро-ЭкоИнфо». 2023. № 5 – Режим доступа: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_514.
5. Левиков Д.А. Особенности поведение фосфора в аллювиальных почвах // Агрохимический вестник. 2009. № 2. С. 34-35.
6. Белоус Н.М., Драганская М.Г., Бельченко С.А. Системы удобрений и реабилитация песчаных почв: монография. Брянск, 2010. 224 с.

УДК 631.559:633.15:551.5 (470.333)

**ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ГИБРИДОВ
КУКУРУЗЫ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
КЛИНЦОВСКОГО РАЙОНА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Study of the Potential Yield of Corn Hybrids in Soil and Climatic
Conditions of the Klintsovsky District of the Bryansk Region*

Корзунова В.В., студент, **Нестеренко О.А.**, преподаватель,
Мамеев В.В., кандидат с.-х. наук, доцент, vmameev@yandex.ru
Korzunova V.V., Nesterenko O.A., Mameev V.V.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Bryansk State Agrarian University,

Аннотация. В статье представлены результаты производственного испытания гибридов кукурузы в условиях Брянской области. По результатам исследований выделены гибриды кукурузы MAS 14 Г и Абелардо, способные формировать высокий производственный урожай зерна и пригодные с экономической точки зрения для выращивания в почвенно-климатических условиях региона.

Ключевые слова: кукуруза на зерно, раннеспелые гибриды, урожайность раннеспелые гибриды биоклиматические ресурсы.

Abstract. The article presents the results of production testing of corn hybrids in the Bryansk region. According to the results of the research, hybrids of maize MAS 14 G and Abelardo have been identified, capable of forming a high production yield of grain and suitable from an economic point of view for cultivation in the soil and climatic conditions of the region.

Keywords. corn for grain, early-maturing hybrids, yield early-maturing hybrids bioclimatic resources.

Сельское хозяйства России вышло на уровень, при котором не только полностью обеспечивает себя продовольствием, но стала крупным экспортером зерна. Её природно-климатические условия Российской Федерации позволяют прокормить более 1,3 млрд человек [1, 2].

Кукуруза, являясь одной из наиболее древних и распространенных в мире злаковых культур, характеризуется универсальностью своего использования в промышленной деятельности человека, имеет большое агрономическое и экологическое значение. Она является хорошим предшественником для многих культур зерновых культур, а так же как страховой культурой на случай гибели озимых и яровых культур [3, 4].

Существенная роль в регулировании урожайности кукурузы

принадлежит правильно подобранным гибридам, которые составляют реальную основу повышения качества растениеводческой продукции. Новые высокопродуктивные гибриды отечественной и зарубежной селекции более адаптированы к быстро меняющимся приемам интенсификации. Эффективным и доступным способом повышения урожайности кукурузы на зерно является регулирование минерального питания растений, которая является одним из основополагающих факторов. Для получения максимально возможной урожайности в конкретных почвенно-климатических условиях, необходимо подобрать оптимальный для региона гибрид, при выборе которого следует учитывать их требования к климатическим условиям вегетационного периода, уровню плодородия почвы и условиям минерального питания [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Знакомство с новыми гибридами в производственных условиях можно осуществлять путем производственных демонстрационных посевов. Где можно увидеть результат данного эксперимента оценить агрономическую и экономическую эффективность в перспективе практического использования.

Цель исследования заключается в проведении оценки гибридов зарубежных гибридов кукурузы и выявление лучших и наиболее приспособленных к местным природно-климатическим условиям.

В полевом сезоне 2022-23 гг. в Клинцовском районе Брянской области на базе КФХ « Стародубец» были проведены демо-посевы гибридов кукурузы зернового направления (ФАО 190) компаний производителей различного эколого-географического происхождения: *MAS 14 Г* (Maisadour Semences), *Кросби* (Limagrain Europe), *СИ Абельардо* (Syngenta Crop Protection AG)

Согласно заявленным характеристикам эти гибриды продуктивны, отличаются высоким потенциалом урожайности, который формируют в короткий вегетационный период. Они устойчивы к неблагоприятным погодным условиям ранней весны, что позволяет приступить к посеву в максимально ранние сроки.

Демо-посевы располагались на выравненном по плодородию и рельефу светло-серой лесной легкосуглинистой почве сформированной на покровном суглинке. Средневзвешенное содержание гумуса – 1,92 %, подвижного фосфора 248 мг/кг и обменного калия 78 мг/кг, $pH_{\text{сол}} - 6,40$, плотность 1,20 г/см³, глубина пахотного слоя 17 см

Метеорологические условия 2022 и 23 годов отличались пониженным температурным режимом (отклонения от среднееголетнего значения с мая по сентябрь) и повышенным уровнем увлажнения почвы (количество осадков превысило норму в мае, июль-сентябрь). В

целом погодные условия были благоприятными для роста и развития кукурузы, несмотря на незначительные отклонения климатических условий. Кукуруза дает хорошие результаты в годы, когда за июнь – август выпадает не менее 200 мм осадков, и при хороших запасах влаги в почве (не менее 100 мм) – с преобладанием осадков в период цветения культуры. За вегетацию 2022 г. (май-сентябрь) сумма активных температур составила 2257 °С. За вегетацию 2023 г. (май-сентябрь) сумма активных температур составила 2376 °С. Вегетационный период 2022 г. был неблагоприятным для уборки кукурузы.

Для получения запланированного урожая на дерново-подзолистой суглинистой почве согласно расчетно-балансового метода в КФХ «Стародубец» необходимой под урожай зерна в 10 т/га вносить $N_{392}P_{45}K_{350}$. В хозяйстве фактически вносится под предпосевную культувацию 200 кг/га в физической массе NPK 13:19:19 (6) и мочевины 300 кг/га. Общая норма минеральных удобрений составила $N_{164}P_{38}K_{38}$, что не соответствует по всем элементам питания к установленным расчетным способом. Так по азоту недостаточно более 228 кг/га д.в., а по калию 312 кг/га д.в. и по фосфору 7 кг/га д.в.

Наши исследования показали, что урожайность зерна гибридов кукурузы существенно варьировала по годам исследований и эта вариабельность была обусловлена погодными условиями.

В 2022 году хозяйственная урожайность всех гибридов была значительно ниже, чем в 2023 году, что объясняется сложившимися погодными условиями в период созревания-уборка зерна. Уборку 2022 году проводили в ноябре, наблюдались непроизводительные потери початков. Объективную оценку продуктивности гибридов кукурузы с научной точки зрения разумно оценивать в пересчете на стандартную влажности 14 %.

Для осуществления технического полноценного обмолота початков в производстве влажность зерна не должна превышать 28 %.

На момент уборки уборочная влажность зерна находилась на уровне 30-32 % и в пересчете на стандартную влажность (14 %) гибриды урожайности зерна расположились в следующий возрастающем порядке: MAS 14 Г > Абелардо > Кросби. Гибрид Кросби в 2022 году полностью не достиг спелости зерна и влажность при уборке была наибольшей.

Погодные условия 2023 года были самыми благоприятными и особенно в момент созревание - уборка. Зерно в первой декаде октября достигло производственной уборочной влажности. Однако у гибрида Кросби она была максимальной и составила 27,5%, соответственно урожайность составила всего 8,30 т/га.

Наибольшая урожайность была получена гибридом СИ Абелардо - 9,7 т/га. Его хозяйственная урожайность в среднем за два года на 1,23 т/га было выше средней урожайности всех гибридов.

В среднем за два года гибрид СИ Абелардо выделялся по производственной урожайности, где его результаты были наибольшими – 8,09 т/га. Для гибрида Абелардо характерно эректоидное расположение листьев на стебле повышая, таким образом его продуктивность.

Таблица 1 - Урожайность зерна гибридов кукурузы при уборочной влажности и влажности 14 %

Гибрид	ФАО	Урожайность, т/га		Влажность зерна при уборке, %		Урожайность средняя при стандартной влажности, т/га
		2022	2023	2022	2023	
MAS 14 Г	190	$\frac{12,4^*}{5,83}$	$\frac{13,6}{9,34}$	29,8	20,4	7,59
Абелардо	190	$\frac{14,3}{6,48}$	$\frac{15,8}{9,70}$	30,9	22,8	8,09
Кросби	190	$\frac{13,9}{6,09}$	$\frac{16,3}{8,30}$	32,0	27,5	7,19
НСР ₀₅		0,24	0,33			

Примечание:* в числителе урожайность при уборочной влажности, в знаменателе урожайность при стандартной влажности 14 %.

При возделывании кукурузы на зерно очень важное значение имеет уборочная влажность зерна. В условиях 2023 г. минимальная влажность зерна отмечена у гибрида MAS 14 Г, а максимальная у Кросби.

Структуру биологической урожайности изучаемых гибридов определяли в 2023 году. Исследуемые гибриды иностранной селекции отличались друг от друга по всем показателям биологической структуры. Для всех гибридов было характерно формирование выравненных и вызревших початков. Наибольшая длина початка была характерна для гибридов MAS 14 Г и Абелардо и составила в среднем – 20-21 см, а колебание длины были незначительны. У Кросби длина початка в среднем составила 18 см.

Количество рядов в початках изучаемых гибридов находится только под генетическим контролем. Они все соответствовали характеристикам заявленными оригинаторами в описании. Для гибрида Абеллардо и MAS 14 Г заявлено - 16 рядов, а Кросби - 14 рядов. Длина початка оказала влияние и на количество зерен в ряду,

где гибриды расположились в следующем убывающем порядке: MAS 14 Г (36 штук) - Абеллардо (34 штук) и Кросби (30 штук).

Влажность зерна в момент учета структуры биологического урожая по таким показателям как масса початка, зерна с одного початка и масса 1000 зерен приводили к 14 процентов.

Таблица 2 - Структура биологического урожая раннеспелых гибридов кукурузы иностранной селекции в условиях демо-посевов КФХ «Стародубец» 2023 года

Показатели	MAS 14 Г	Абеллардо	Кросби
Длина початка, см	20,5 (±1,9)	19,6 (±1,6)	18,2(±1,6)
Количество зерен в ряду, шт.	33 (±3,4)	32 (±2,8)	28 (±2,5)
Количество рядов в початке, шт.	16	16	14
Количество зерен в початке, шт.	542 (±28)	517 (±31)	408,5(±18)
Масса одного зерностержневого початка, гр.	302 (±28)	257 (±28)	242 (±28)
Масса зерна с одного початка, гр.	267 (±28)	223 (±28)	210 (±28)
Выход зерна, %	88,5	86,3	87,1
Масса 1000 зерен, гр	497	451	473

Закупочная стоимость гибридов кукурузы на посевной сезон 2023 года составила одной посевной единицы MAS 14 Г – 18 100 рублей, Абеллардо – 19 800 рублей, Кросби – 15 520 рублей. По мере насыщения рынка цена на кукурузу в 2023 году упала до 8 рублей за килограмм. В пример 2022 и 2020 годы она находилась на уровне 12-15 рублей. В производственные затраты были включены стоимость семян, удобрений и средств защиты: MAS 14Г - 39 440 руб/га. Кросби - 41 140 руб/га, Абеллардо 36 590 руб/га и 20 000 рублей все остальные затраты (начисления на заработную плату, ГСМ, амортизация и т.д). Производственные затраты на возделывание кукурузы по зерновой технологии только с учетом стоимости семян, удобрений и средств защиты растений в основном завесили от стоимости посевного материала и наибольшей была у гибрида Абеллардо 41 140 рублей/га.

Учитывая наибольшую урожайность, чистый доход при возделывании гибрида Абеллардо был наибольшим и составил 33 920 руб/га.

На себестоимость зерна оказывает большое влияние урожайность, чем она выше, тем ниже себестоимость. В исследованиях она варьировала от 6 303 до 6 850 рублей.

Рентабельность возделывания кукурузы может составить от 400 до 800 %, это один из самых высоких показателей в сельском хозяйстве по культурам наряду с рапсом, соей и подсолнечником. Самую высокую рентабельность зерна обеспечил Абеллардо 539 %.

В крестьянско-фермерских хозяйствах Брянской области специализирующихся на выращивание кукурузы по зерновой технологии для получения урожая зерна на уровне 10 т/га обязательно провести расчет доз минеральных удобрений с учетом обеспеченности почв элементами питания. Это позволит обеспечить наибольший чистый доход, с низкой себестоимостью и рентабельностью более 500 %.

Библиографический список

1. Панкова С.В., Цыпин А.П., Попов В.В. Методология статистического исследования обеспечения продовольственной безопасности России: монография. Оренбург: ОГУ, 2018. 149 с.
2. Африка-Россия: достижения, проблемы, перспективы // Африканская деловая инициатива: совместный доклад № 53/2020 Российского совета по международным делам (РСМД) и СОЮЗА «» (АДИ) / А.В. Корунов, Н.Г. Цайзер, Е.В. Харитонова и др. М.: НП РСМД, 2020. 60 с.
3. Володарский Н.И. Биологические основы возделывания кукурузы. М.: Колос, 1975. 254 с.
4. Кукуруза (выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар и др. М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2009. 390 с.
5. Кукуруза и сорго в интенсивном земледелии юго-запада Центрального региона России: монография / В.Е. Ториков, С.А. Бельченко, А.В. Дронов и др. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 208 с.
6. Дронов А.В., Бельченко С.А., Ланцев В.В. Адаптивность и урожайность гибридов кукурузы различных по скороспелости в условиях Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 4 (68). С. 30-34.
7. Елисеев С.Л., Елисеев А.С. Выхревание зерна кукурузы в северных районах кукурузо-сеяния // Пермский аграрный вестник. 2015. № 1 (9). С. 11-18.
8. Реализация биологического потенциала различных гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции / З.И. Усанова, Ю.Т. Фаринюк, М.Н. Павлов, Ф.Л. Блинов // Вестник Тверского ГАУ. 2018. № 1. С. 183-193.
9. Ишков И.В., Мусияченко Р.Н. Влияние фонов минерального питания на урожайность зерна гибридов кукурузы // Актуальные вопросы современных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. с междунар. участием, Курск, 31 марта 2023 года. Ч. I. Курск: Курский ГАУ им. И.И. Иванова, 2023. С. 84-88.

10. Минневалиев Б.Р. Экономическая эффективность возделывания кукурузы на зерно // Аллея науки. 2021. Т. 1, № 3 (54). С. 254-257.
11. Бельченко С.А., Белоус Н.М., Драганская М.Г. Влияние систем удобрения на урожайность и качество зеленой массы кукурузы // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 5. С. 59-61.
12. Васькин В.Ф., Кузьмицкая А.А., Коростелева О.Н. Организационно-экономические аспекты поступательного развития растениеводства в Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 4 (86). С. 29-37.
13. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просянных Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.
14. Просянных Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрохимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

УДК 631.41

**АГРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВ КРАСНОЯРСКОЙ
ЛЕСОСТЕПИ ЮГА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**
*Agrochemical monitoring of agricultural soils of the
Krasnoyarsk forest steppe in the south of the Krasnoyarsk Territory*

Демиденко Г.А., д.б. наук, профессор, demidenkoekos@mail.ru
Demidenko G.A.

ФГБОУ ВО Красноярский государственный
аграрный университет
Krasnoyarsk State Agrarian University

Аннотация. В статье представлен анализ результатов агрохимического мониторинга сельскохозяйственных почв юго-восточной части Красноярской лесостепи юга Красноярского края. Рациональное использование сельскохозяйственных почв невозможно без изучения их агрохимических свойств, определяющих их плодородие и величину урожаев сельскохозяйственных культур. В структуре почвенного покрова пашни преобладают серые лесные оподзоленные почвы, которые от обследованной территории составляют 49,7 %; черноземы выщелоченные и черноземные обыкновенные – 47,8 %. Гумусовый горизонт черноземов имеет мощность 40 – 80 см, а у серых лесных почв - до 40

см. Средневзвешенный показатель кислотность составляет 6.2 ед. рН, что является оптимальным для большинства сельскохозяйственных культур. Почвенно-поглощающий комплекс насыщен кальцием и магнием, о чем говорит высокая сумма поглощенных оснований, поэтому почвы не нуждаются в известковании. Средневзвешенное значение гумуса – 6.3 %, что соответствует - повышенному содержанию.

Ключевые слова: сельскохозяйственные почвы, пашня, агрохимический мониторинг, почвенно-климатическая характеристика, Красноярская лесостепь, юг Красноярского края.

Abstract. The article presents an analysis of the results of agrochemical monitoring of agricultural soils in the southeastern part of the Krasnoyarsk forest-steppe in the south of the Krasnoyarsk Territory. Rational use of agricultural soils is impossible without studying their agrochemical properties, which determine their fertility and the amount of crop yields. The structure of the soil cover of arable land is dominated by gray forest podzolic soils, which account for 49.7% of the surveyed territory; leached and ordinary chernozems – 47.8%. The humus horizon of chernozems has a thickness of 40-80 cm, and in gray forest soils - up to 40 cm. The weighted average acidity is 6.2 pH units, which is optimal for most crops. The soil-absorbing complex is saturated with calcium and magnesium, as evidenced by the high amount of absorbed bases, so the soils do not need liming. The weighted average value of humus is 6.3%, which corresponds to an increased content.

Keywords: *agricultural soils, arable land, agrochemical monitoring, soil and climatic characteristics, Krasnoyarsk forest-steppe, south of the Krasnoyarsk.*

Рациональное использование сельскохозяйственных почв основано на использовании ландшафтной основы территории землепользования [1, с. 67; 2, с. 91; 3, с. 3]. Оценка сельскохозяйственного землепользования в сибирском регионе [4, с. 18; 5, с. 32; 6, с. 3] невозможна без знания агрохимических свойств почв, определяющих их плодородие и величину урожаев сельскохозяйственных культур. Агрохимический мониторинг позволяет своевременно выявить изменения в состоянии плодородия сельскохозяйственных почв, остановить деградационные процессы и предупредить их последствия, а также разработать рекомендации по эффективному использованию сельскохозяйственных почв. Данные агрохимического мониторинга являются основой для разработки документации по рациональному использованию минеральных и органических удобрений, а также химических мелиорантов.

Цель исследования: анализ показателей агрохимического мониторинга сельскохозяйственных почв юго-восточной части Красноярской лесостепи юга Красноярского края.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются пахотные горизонты (слой 0 – 20 см) сельскохозяйственных почв элементарных участков территории.

Методы исследования. В образцах определено содержания подвижного фосфора и обменного калия (по методу Чирикова), рН (КС1) (потенциометрический метод), содержание гумуса (по методу Никитина), сумма поглощенных оснований (по методу Каппена) и другие.

Результаты исследования и их обсуждение.

Почвенно-климатическая характеристика территории. Рельеф юго-восточной части Красноярской лесостепи представлен широко волнистой равниной, расчлененной логами. Склоны увалов разной крутизны. Микрорельеф выражен в виде западин, которые обуславливают пестроту почв.

Территория относится к умеренно прохладному с недостаточным увлажнением агроклиматическому району.

Среднегодовая температура воздуха близка к нулю. Продолжительность безморозного периода – 125 дней. За год выпадает – 375 мм осадков и основное их количество приходится на вторую половину вегетационного периода. Сельскохозяйственные культуры фактически ежегодно испытывают недостаток влаги.

В зимний период осадков выпадает немного. Высота снежного покрова на пашне не превышает 35 см. Почва промерзает на глубину 160 см. Снеготаяние начинается в середине марта и быстро заканчивается. Почва оттаивает медленнее, чем тает снег, и большая часть талых вод не впитывается в почву, а стекает по склонам в лога.

В структуре почвенного покрова пашни преобладают серые лесные оподзоленные почвы, которые от обследованной территории составляют 49,7 %; черноземы выщелоченные и черноземные обыкновенные – 47,8 %. Гумусовый горизонт черноземов имеет мощность 40 – 80 см, а у серых лесных почв - до 40 см. По гранулометрическому составу почвы имеют легко-средне и тяжелосуглинистый состав.

В среднем за последние три года с каждого гектара пашни вынесено 128,0 кг питательных веществ: 50,7 кг азота, 41,6 кг фосфора, 35,5 кг калия. Возврат питательных веществ в почву идет за счет пожнивно-корневых остатков, а также за счет вносимых минеральных удобрений и составляет 109,2% к выносу.

Положительный баланс складывается за счет выращивания многолетних трав. Многолетние травы, как хороший предшественник для зерновых культур, рационально проводить через 4-5 лет.

Результаты агрохимического мониторинга. Агрохимический мониторинг показал, что почвы юго-восточной части Красноярской лесостепи имеют агрохимические характеристики, позволяющие выращивать зерновые (рожь, пшеница, ячмень, овес) и кормовые (однолетние и многолетние травы) культуры.

Основные агрохимические характеристики почв (таблица 1).

Таблица 1 - Основные агрохимические характеристики почв

Номер земельного участка	Тип почв	Подвижный фосфор, мг/кг почвы	Обменный калий, мг/кг почвы	Кислотность рН (KCl)	Гумус, мг/кг почвы
1	Серая лесная оподзоленная	168.5	118.5	6.6	6.1
2	Чернозем выщелоченный	208.3	162.4	6.5	6.2
3	Темно-серая лесная оподзоленная	196.5	87.4	5.8	8.1
4	Серая лесная оподзоленная	103.6	90.4	5.7	4.2
5	Темно-серая лесная оподзоленная	201.2	107.8	6.0	3.9
6	Темно-серая лесная оподзоленная	154.8	108.6	5.8	4.1
7	Чернозем обыкновенный карманистый	168.7	136.4	6.5	4.9
8	Чернозем обыкновенный карманистый	150.4	198.2	5.8	8.8
9	Чернозем обыкновенный	156.8	113.4	5.7	5.9
10	Чернозем обыкновенный	184.3	125.1	6.2	4.4
11	Чернозем выщелоченный	141.8	88.4	5.3	3.8
12	Чернозем оподзоленный	168.7	139.1	7.2	5.7
13	Чернозем обыкновенный	236.7	162.5	6.6	7.4
14	Чернозем обыкновенный	182.6	90.1	6.3	4.5
15	Чернозем выщелоченный	194.4	107.5	6.7	4.6
16	Темно-серая лесная оподзоленная	199.2	110.6	6.4	3.2
17	Темно-серая лесная оподзоленная	136.4	102.1	6.5	4.6
18	Чернозем выщелоченный	277.3	115.2	6.5	4.5
19	Темно-серая лесная оподзоленная	164.5	72.2	5.2	3.2
20	Серая лесная оподзоленная	114.7	84.8	5.0	5.4
21	Чернозем выщелоченный	175.8	78.3	6.4	8.2
22	Темно-серая лесная оподзоленная	181.3	157.7	6.5	8.1

Продолжение таблицы 1

23	Темно-серая лесная оподзоленная	181.2	105.9	6.6	7.7
24	Темно-серая лесная оподзоленная	301.5	134.2	6.1	3.9
25	Темно-серая лесная оподзоленная	181.6	148.0	5.9	3.8
26	Серая лесная оподзоленная	104.5	99.6	5.6	3.3
27	Серая лесная оподзоленная	317.6	275.2	6.5	4.6
28	Чернозем выщелоченный	184.8	123.5	6.5	5.3
29	Чернозем выщелоченный	129.3	94.3	5.8	4.7
30	Чернозем выщелоченный	118.2	113.5	6.8	5.3
31	Чернозем выщелоченный	167.6	117.5	5.6	5.0
32	Чернозем выщелоченный	370.5	219.8	5.8	8.1
33	Чернозем выщелоченный	147.1	92.8	5.6	4.2
34	Серая лесная оподзоленная	152.1	170.4	5.5	5.6
35	Серая лесная оподзоленная	103.2	93.2	5.6	4.1
36	Чернозем выщелоченный	147.4	131.8	5.3	4.7
37	Чернозем выщелоченный	475.5	272.7	6.6	7.6
38	Чернозем выщелоченный	182.1	126.3	5.9	7.9
39	Серая лесная оподзоленная	155.5	268.7	5.8	7.8

Кислотность почв. Почвы пашни обладают среднекислой (7.2 %), слабокислой (14.0 %), близкой к нейтральной (21.4 %), нейтральной (58.7 %), слабощелочной (1.7 %) реакцией среды. Средневзвешенный показатель составляет 6.2 ед. рН, что является оптимальным для большинства сельскохозяйственных культур.

Гидролитическая кислотность. На слабокислых и среднекислых почвах колеблется от 2.0 мгэкв /100 г до более 6.0 мгэкв /100 г почвы.

Почвенно-поглощающий комплекс насыщен кальцием и магнием, о чем говорит высокая сумма поглощенных оснований, поэтому почвы не нуждаются в известковании.

Подвижный фосфор. Почвы пашни имеют: очень высокое (6.9 %), высокое (1.7 %), среднее (50.4 %), низкое, (21.4 %), очень низкое (10.4 %) содержание подвижного фосфора. Средневзвешенное его значение составляет 171 мг/кг, что соответствует III классу содержания (среднее). Почвы нуждаются во внесении фосфорных удобрений.

Обменный калий. Почвы пашни характеризуются: очень высоким (19.6 %), высоким (34.5 %), повышенным (29.6 %), средним (13.9%) содержанием обменного калия. Средневзвешенно его количество составляет 130 мг/кг, что соответствует V классу содержания (высокое). Калийные удобрения не используются.

Одним из показателей потенциального плодородия почв является содержание гумуса, оказывающее большое влияние на физико-химические, водные, воздушные, тепловые свойства почвы. От его состояния зависит биологическая активность почв, которая определяет интенсивность процессов гумификации и минерализации.

Анализ данных по содержанию гумуса показал, что пахотные почвы имеют: очень высокое содержание гумуса - 7.7 % высокое – 6,9 %, повышенное – 28.7 %, низкое – 19.5 % пахотных земель. Средневзвешенное значение гумуса – 6.3 %, что составляет IV классу содержания (повышенное). На площадь с низким содержанием гумуса следует обратить особое внимание и использовать приемы повышения плодородия этих почв.

На обследованной территории проведено обследование сельскохозяйственных почв на содержание подвижной серы: высокое содержание которой имеет 34.6%, среднее значение – 27.6 %, низкое – 37.8 %. Средневзвешенное количество подвижной серы составляет 10.8 мг/кг почвы, что характеризует среднюю обеспеченность растений. Следует обратить внимание на использование серосодержащих удобрений на пашни с низким содержанием серы, например сульфата аммония.

Заключение. Рациональное использование сельскохозяйственных почв невозможно без изучения их агрохимических свойств, определяющих их плодородие и величину урожаев сельскохозяйственных культур. В структуре почвенного покрова пашни преобладают серые лесные оподзоленные почвы, которые от обследованной территории составляют 49,7 %; черноземы выщелоченные и черноземные обыкновенные – 47.8 %. Гумусовый горизонт черноземов имеет мощность 40 – 80 см, а у серых лесных почв - до 40 см. Средневзвешенный показатель кислотность составляет 6.2 ед. рН, что является оптимальным для большинства сельскохозяйственных культур. Почвенно-поглощающий комплекс насыщен кальцием и магнием, о чем говорит высокая сумма поглощенных оснований, поэтому почвы не нуждаются в известковании. Средневзвешенное значение гумуса – 6.3 %, что соответствует повышенному содержанию. Средневзвешенное значение подвижного фосфора составляет 171 мг/кг, что соответствует среднему содержанию. Почвы нуждаются во внесении фосфорных удобрений. Средневзвешенно количество обменного калия составляет 130 мг/кг, что соответствует высокому его содержанию. Калийные удобрения не используются.

Материалы агрохимического картирования позволят оценить экологическую ситуацию территории.

Применение органических и минеральных удобрений (разработанные рациональные дозы для каждой культуры), соблюдение агротехнических приемов, правильное научное обоснование чередования культур позволит получать высокие урожаи зерновых (рожь, пшеница, ячмень, овес) и кормовых (однолетних и многолетних трав) культур.

Библиографический список

1. Бадмаева С.Э., Дмитриева Ю.М. Геолого – геоморфологическое строение агроландшафтов АО «Новоселовское» Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2011. № 6. С. 67-71.
2. Бадмаева С.Э., Кудрин В.С. Условия формирования агроландшафтов Ачинской лесостепи Красноярского края // Астраханский Вестник экологического образования. 2021. № 1 (61). С. 89–92.
3. Демиденко Г.А. Роль ландшафтной основы при экологической оценке сельскохозяйственных земель // Вестник КрасГАУ- 2018. № 6. С. 3-6.
4. Бочаров С.Н., Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М. Эколого-экономическая оценка сельскохозяйственного землепользования Алтайского края с целью увеличения его продуктивности // Вестник КрасГАУ. 2020. № 1. С. 18-26.
5. Демиденко Г.А., Турыгина О.В. Агроэкологическая оценка использования пашни хозяйств АПК Канского района Красноярского края // Вестник ИрГСХА. 2019. № 92. С. 32-41.
6. Демиденко Г.А. Оценка сельскохозяйственного использования в Канско-Рыбинской котловине (ландшафтно – экологический подход) // Аграрная Россия. 2022. № 6. С. 3–7.
7. Белоус Н.М., Драганская М.Г., Бельченко С.А. Системы удобрений и реабилитация песчаных почв: монография. Брянск, 2010. 224 с.

УДК 550.835.23

**АНАЛИЗ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА
В АГРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

*Application and use of mass spectrometry methods in agrochemical
research*

Стреляева З.В., к. с.-х. наук, zoyalozovaya@yandex.by
Straliayeva Z.V.

Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии
Национальной академии наук Республики Беларусь»
г. Гомель, Республика Беларусь
*State Scientific Institution «Institute of Radiobiology of the
National Academy of Sciences of Belarus» Gomel, Belarus*

Аннотация. Изучая несколько типов дерново-подзолистых почв, мы установили, что почвы с более легкой гранулометрической структурой характеризуются меньшими уровнями как общей радиоактивности, так и радиоактивности, вызванной 40К. Это связано с достоверным снижением содержания глинистой и илистой фракций и увеличением количества песчаной фракции. Следовательно, чем меньше содержание илисто-глинистой фракции в почвенном субстрате, тем ниже будет уровень общей радиоактивности из-за 40К.

Abstract. *Several types of sod-podzolic soils being studied, we have established that soils with lighter granulometric texture are characterized with lesser levels of both gross radioactivity and 40K-induced radioactivity. This is associated with the reliable decrease of the contents of clay and silty fractions, and the increase in the amount of sandy fractions. Therefore, the lesser the content of silt-and-clay fraction in soil substrate is, the lower the level of total radioactivity due to 40K will be.*

Ключевые слова: спектрометрический анализ, гамма-спектрометрия, почвенная матрица, дерново-подзолистые почвы, фракция, калий-40.

Keywords: *spectrometric analysis, gamma spectrometry, soil matrix, sod-podzolic soils, fraction, potassium-40.*

Введение. На протяжении всей эволюции растения развивались в присутствии радиоактивных элементов. В связи с этим определенный уровень естественной радиоактивности необходим для их успешного роста и развития. Результаты работ других исследователей показали, что положительное влияние радионуклидов на урожайность сельскохозяй-

ственных культур зависит главным образом от обеспеченности растений элементами питания и уровня радиоактивности почв.

К факторам, способствующим удержанию и идентификации калия почвой, относятся: ионный обмен и необменное поглощение ионов металла глинистыми, железистыми минералами и гуминовыми веществами, формирование комплексных соединений с органическими соединениями, а также образования труднорастворимых соединений. Способность различных компонентов и составных частей почвы осуществлять подобные взаимодействия с калием существенно различается. Традиционно в почвоведении считается, что основной вклад в связывание калия вносят тонкие гранулометрические фракции, где сосредоточена большая часть активных по отношению к калию реакционных центров. При этом часто забывается, что свойства такого сложного объекта, как почва, не являются простой суммой свойств ее отдельных составных частей.

Материалы и методы. Подготовка почвенных и растительных образцов к агрохимическому, спектрометрическому и радиохимическому анализу проводилась по общепринятым методикам: подвижные формы калия и фосфора по Кирсанову, ГОСТ 26207-91, показатель кислотности рНКСl – потенциометрическим методом по ГОСТ 26483-85, кальций и магний – на атомно-адсорбционном спектрофотометре ААС-30 по ГОСТ 26487-85, гумус – Тюрину, ГОСТ 26213-91.

Гранулометрический состав почв определяли по ГОСТ 12536-79. Ареометрический метод основан на измерении плотности суспензии, изменяющейся по мере выпадения из нее крупных частиц, по закону Стокса. Этим методом определяли содержание в почве частиц диаметром менее 0,1 мм. Содержание фракций крупнее 0,1 мм определяли ситовым методом.

Разделение почвенного материала на фракции производили по Н.И. Горбунову методом отмучивания в стоячей воде. Для дезагрегирования образцов использовали мокрое растирание. Высушенную и не подвергшуюся никаким химическим обработкам почву размалывали и просеивали через сито 1 мм. Подготовленную почву, увлажненную до состояния густой пасты, растирали в течение 15 минут в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником. Затем добавляли дистиллированную воду, отстаивали суспензию в течение 1 минуты и декантировали на сито с диаметром отверстия 0,25 мм. Процесс добавления воды и декантирования повторяли до полного осветления над осадочной жидкостью. Затем промытую крупнозернистую фракцию перенесли на сито и после промывания водой при легком растирании части-

цы почвы с сита помещали в стаканчик и высушивали до абсолютно сухого веса. Водную суспензию с гранулометрическими фракциями менее 0,25 мм помещали в стеклянный цилиндр. Взмучивали и после соответствующего времени отстаивания гранулометрические фракции отбирали Г-образной трубкой с соответствующей глубины. Время отстаивания и глубину взятия проб рассчитывали по формуле Стокса.

Удельную активность ^{40}K в почве определяли гамма-спектрометрическим методом на гамма-спектрометрическом комплексе «TENNELEK» производства OXFORD INSTRUMENTS, INC(США). Относительная погрешность измерений не превышала 20%.

Полученные данные обработаны статистическим методом дисперсионного и корреляционного анализов с использованием программного обеспечения Excel 7.0.

Результаты исследования. Определено, что наряду с реакционными центрами, обеспечивающими прочное закрепление ионов калия на поверхности почвенных частиц, одновременно могут присутствовать и более слабые центры, удерживающие ионы калия так, что при определенных условиях они доступны для биологического поглощения и обладают достаточно большой миграционной способностью.

Исследования, проводимые нами, основаны на следующих гипотезах, которые вытекают из опыта исследований в смежных областях, из косвенных данных по объекту исследования либо из априорных ожиданий, и поэтому требуют доказательного экспериментального обоснования:

- Удельная активность изотопа калия находится в прямой зависимости от содержания физической глины в почве. Эта зависимость является статистически достоверной и может быть выражена определенной математической функцией для определения содержания физической глины в почве по данным о содержании ^{40}K (для дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава) [1].

- Достоверное определение содержания физической глины в почве можно производить в полевых условиях с помощью дистанционного (без отбора проб) спектрометрического оборудования, позволяющего регистрировать излучения от ^{40}K .

В результате проведенных исследований получены многочисленные данные, для обработки которых применялись методы математической статистики.

Из полученных данных видно, что для исследованных разновидностей дерново-подзолистых почв характерно, чем легче почвы по гранулометрическому составу, тем меньше уровень, как суммарной радиоактивности, так и радиоактивности, обусловленной ^{40}K . Это свя-

зано с достоверным уменьшением в этом же направлении содержания илистой, пылеватых фракций и увеличением количества песчаных. Таким образом, чем меньше содержание фракции физической глины в почвенной субстрате, тем ниже суммарная радиоактивность обусловленная ^{40}K .

Влияние почвообразующих пород на уровень радиоактивности почв хорошо наблюдать при сравнении радиоактивности верхних горизонтов почв. Здесь имеет место та же закономерность, что и для почвообразующих пород: радиоактивность верхнего горизонта дерново-подзолистых песчаных почв ниже, чем супесчаных и суглинистых почв. Но и здесь выделяются более высокой радиоактивностью верхние горизонты дерново-подзолистых песчаных почв подстилаемых суглинками. В связи с тем, что упомянутые горизонты легче по гранулометрическому составу, чем соответствующие горизонты дерново-подзолистых супесчаных почв, повышение их радиоактивности объясняется, видимо, изменениями в количественных соотношениях между калийсодержащими минералами. На эти изменения указывают некоторые повышения содержания в них калия.

Несмотря на повышение содержания илстых фракций в дерново-подзолистых супесчаных почвах, радиоактивность ^{40}K приблизительно такая же, как на дерново-подзолистых песчаных почвах. Аналогичное явление наблюдается также и в других почвах. Все эти факты свидетельствуют о том, что уровень радиоактивности исследованных почв зависит не только от количественного соотношения между отдельными фракциями, но и от их минералогического состава.

Так как минералы почв, особенно первичные, в значительной мере унаследованы от почвообразующих пород, представляет интерес выяснить влияние последних на радиоактивность почв.

Полевые шпаты, в состав которых входит значительная часть валовых запасов почвенного калия, представляют собой алюмосиликаты калия, натрия и кальция. Магния и железа в составе полевых шпатов нет, ортоклаз и микроклин являются важнейшими представителями полевых шпатов, содержащих калий. Эти минералы встречаются в таких горных породах, как граниты и сиениты, натрия здесь не может заменить, или вытеснить калий, так как ионные радиусы этих элементов сильно различаются: у калия $1,33\text{Å}$, а у натрия $0,98\text{Å}$.

Для количественной характеристики неравномерности распределения ^{40}K по почвенным частицам разного размера, нами рассчитана величина процентного запаса ^{40}K в гранулометрических фракциях (X). Значение (X) указывает на обогащение изотопом калия (^{40}K) данной фракции по сравнению с его средней концентрацией в почве. В изу-

ченных образцах преобладает фракция физического песка, которая изменяется от 69 до 93%. Не смотря на это, наблюдается значительное увеличение концентрации ^{40}K с уменьшением диаметра почвенных частиц и, соответственно, постепенное обогащение мелкозернистых фракций. Для дерново-подзолистых почв значение (X) для фракции <0,005 мм достигает 53%. Такое поведение ^{40}K можно объяснить тем, что фракции мелкопылеватая и физической глины в дерново-подзолистых почвах представлены в основном глинистыми минералами. Глинистые минералы слабо ассоциированы с гумусом [2], который может экранировать их поверхность для ^{40}K в других почвах [3]. Судя по данным, можно сделать вывод о том, что кварцевая составляющая песчаных фракций действительно практически не поглощает ^{40}K . Поглощение ^{40}K этими фракциями во многом обусловлено наличием органических минеральных частиц (первичные и вторичные минералы, склеенные гумусовыми веществами).

Заключение. Результаты исследований по изучению распределения ^{40}K между различными гранулометрическими фракциями почв свидетельствуют о том, что основная доля его в почве обычно связывается мелкопылевыми и илистыми частицами, фракция крупной пыли инертна и не участвует в поглощении катионов.

Такое поведение ^{40}K связывают с величиной удельной поверхности почвенных частиц. Для суглинистых и глинистых почв такой подход является правомерным, так как фракция физической глины (частицы диаметром < 0,01 мм) в этих почвах составляет более 20%. Однако в песчаных и супесчаных почвах крупнозернистые фракции доминируют. Поэтому, несмотря на слабую сорбцию ^{40}K неглинистыми минеральными компонентами, крупнозернистые фракции могут содержать значительную часть запаса ^{40}K .

Библиографический список

1. Андреева Е.А. Радиоактивность почв и определение калия радиометрическим методом // Почвоведение. 1960. № 5. С. 21–29.
2. Воронин А.Д. Основы физики почв: учебник. М.: Изд-во МГУ, 1986. 244 с.
3. О формировании радионуклидного состава почв в зоне аварии Чернобыльской АЭС / С.В. Круглов и др. // Почвоведение. 1990. № 10. С. 26–34.
4. Белоус Н.М., Драганская М.Г., Бельченко С.А. Системы удобрений и реабилитация песчаных почв: монография. Брянск, 2010. 224 с.

УДК 635.21:632.95

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ В ЭЛИТНОМ
СЕМЕНОВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ СОРТА «АРАМИС»**
*Efficiency of disinfectants in elite seed production of potatoes of the
«Aramis» variety*

Соболев В.И., аспирант, *kostatdot@gmail.com*

ФГБОУ ВО Красноярский государственный
аграрный университет
Krasnoyarsk State Agrarian University

Аннотация. Статья рассматривает важность производства высококачественного семенного картофеля и оптимизацию условий его выращивания для увеличения урожайности. Исследование в УНПК "Борский" Красноярского ГАУ показало успешное применение протравителей в посадках картофеля для повышения урожайности и качества продукции. Выявлена значительная экономическая эффективность применения средств защиты в элитном семеноводстве картофеля.

Abstract. The article examines the importance of producing high-quality seed potatoes and optimizing their growing conditions to increase yield. A study at the Borsky Scientific and Production Complex of the Krasnoyarsk State Agrarian University showed the successful use of disinfectants in potato plantings to increase yields and product quality. Significant economic efficiency of the use of protective agents in elite potato seed production has been revealed.

Ключевые слова: Картофель, семеноводство, средства защиты растений, урожайность, экономическая эффективность.

Keywords: Potatoes, seed production, plant protection products, productivity, economic efficiency.

Картофель (*Solanum tuberosum*) занимает особое место в мировом сельском хозяйстве, став одним из основных продуктов питания и сырья для значительной части человечества. По данным Food and Agriculture Organization (FAO), картофель занимает четвертое место среди важных сельскохозяйственных культур после пшеницы, риса и кукурузы [3].

Важным аспектом является производство качественного посадочного материала сортов картофеля в оригинальном и элитном семеноводстве. Создание научных принципов оптимизации условий выращивания картофеля и улучшение приемов получения высоких урожаев

– главный фактор для увеличения производства и повышения качества картофеля. Не в последнюю очередь важно учитывать фактор агроклиматических и почвенных особенностей региона во избежание чрезмерного расхода агрохимикатов, ухудшения качества продукции и как следствие падения рентабельности производства [1].

Исследования, проведенные в 2021 году в УНПК «Борский» Красноярского ГАУ Сухобузимского района, показали успешное применение протравителей в посадках картофеля с использованием инновационных средств защиты. Эксперимент проводился на среднеспелом сорте картофеля «Арамис», внесенном в Реестр селекционных достижений РФ и допущенном для возделывания в Восточно-Сибирском регионе.

Основной целью проведенных исследований было усовершенствование агротехнологических приемов с целью повышения урожайности и качества посадочного материала сортов картофеля в условиях Красноярской лесостепи. В этом контексте особое внимание уделялось разработке методов защиты растений для снижения потерь урожая.

Современной защите растений отведена главная роль в повышении производства и качества продукции растениеводства. Снизить потери урожая сельскохозяйственных культур от вредных организмов можно путем применения мероприятий по защите растений. В 2021 году основным заболеванием, которое невозможно устранить без применения комплексных мер защиты, включающих использование специальных химических препаратов, была различного вида парша.

Сбор данных, наблюдения и анализ структуры урожайности проводились в соответствии с методическими указаниями ВИР [4]. Повторность опыта двукратная с систематическим размещением вариантов. Для анализа данных был использован метод дисперсионного анализа, описанный Б. А. Доспеховым, с последующей математической обработкой [2].

Подготовка чистого пара в качестве предшественника для картофеля была начата с зяблевой вспашки, на глубину до 27 см, после которой провели четыре культиваций на глубину 8–10 см. До посадки картофеля проводили ранневесеннее боронование, затем, перед посадкой, почву рыхлили на глубину 18–20 см. Процесс посадки осуществлялся при помощи картофелесажалки AVR, с расходом посадочного материала на гектар в объеме 2,9 тонн. Плотность посадки растений достигла 53 тысяч клубней на гектар, при ширине междурядий в 90 см.

Обработка клубней картофеля проводилась при посадке. Оценка эффективности химических средств защиты в повышении выхода и качества продукции проводилась в трёх вариантах: 1. Контролем без

обработки; 2. с применением пенфлуфена - 100 г/л и протиоконазола - 18 г/л, с расходом 0,2-0,4 л/т при использовании 10-20 литров рабочей жидкости на тонну, 3. с применением клотианидина - 207 г/л, пенфлуфена - 66,5 г/л с расходом 0,3-0,35 кг/т при использовании 10-20 литров рабочей жидкости на тонну.

Для определения структуры и величины урожайности перед уборкой было проведено выкапывание 25 кустов картофеля в четырехкратной повторности как на контроле, так и в варианте с применением средств защиты. Урожай был разобран на товарные и нетоварные клубни. Через месяц после хранения картофеля проводился анализ клубней на наличие заболеваний.

Оценка эффективности применения средств защиты растений в оригинальном семеноводстве картофеля продемонстрировала высокую урожайность и товарность продукции, как отмечено в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние пестицидов на урожайность и качество картофеля сорта «Арамис» категории суперэлита

Вариант	Урожайность клубней			Поражение паршой, %	Товарность, %
	т/га	± к контролю			
		т/га	%		
Контроль	24,0	-	-	9,3	75
Вариант 1	25,5	+1,5	+6,3	2,0	83
Вариант 2	30,0	+6,0	+25	1,5	82
НСР 05	1,2				

Согласно стандарту, ГОСТ 33996-2016, картофель семенной категории суперэлита был получен в рамках опытных схем 1 и 2, в то время как в контрольном варианте семенной материал был классифицирован как репродукционный (РС1).

Исследование экономической эффективности применения средств защиты растений в элитном семеноводстве картофеля показало значительную экономическую эффективность в 2021 году (табл. 2). В контрольном варианте семенной материал, из-за несоответствия ГОСТу, был реализован как репродукционный семенной картофель, по цене, сниженной на одну тысячу рублей.

Таблица 2 – Оценка экономической эффективности применения средств защиты растений

Показатели	Контроль	Пенфлуфен 100 г/л, протиокназол 18 г/л	Клотианидин 207 г/л, пенфлуфен 66,5 г/л
Урожайность, ц/га	240	255	300
Цена реализации за 1 ц, руб.	2000	3000	3000
Выручено от реализации, руб.	480000	765000	900000
Затраты на 1 га, руб	346800	373705	373974
Себестоимость 1 ц., руб.	1445	1465	1246,58
Прибыль на 1ц., руб.	555	1534,	1753,42
Уровень рентабельности, %	38	104	140

Анализ хозяйственной эффективности использования средств защиты растений в оригинальном семеноводстве картофеля продемонстрировал значительное повышение урожайности и качества продукции. По результатам эксперимента, проведенного на территории УНПК «Борский» в 2021 году, была отмечена значительная экономическая эффективность от использования данных средств защиты.

Библиографический список

1. Влияние фона питания и рельефа местности на урожайность и распространение болезней картофеля / А.Н. Халипский, А.А. Чураков, Д.Н. Ступницкий и др. // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 8. С. 31-34.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Кильчевский А.В. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 3. Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия / науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. Мн.: Беларуская наука, 2012. 489 с.
4. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля / сост. С.Д. Киру, Л.И. Костина, Э.В. Трускинов и др. СПб.: ВИР, 2010. 28 с.

5. Кузьмицкая А.А., Бабьяк М.А. Реализация стратегии импортозамещения посредством инновационного развития картофелеводства // Социально-экономические и гуманитарные исследования: проблемы, тенденции и пер-спективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 27–28 апреля 2016 года. Брянск: Брянский ГАУ, 2016. С. 172-177.

6. Становление фермерского картофелеводства в Брянской области: позитивные и негативные тенденции / Н.А. Соколов, А.В. Кубышкин, А.В. Кубышкина и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 2(66). С. 34-40.

7. Развитие подотраслей садоводства, овощеводства и картофелеводства в АПК Брянской области / Сычев С.М., Бельченко С.А., Малявко Г.П., Дронов А.В., Ковалев В.В. // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 1 (95). С. 10-20.

8. Сычёва И.В., Сычёв С.М. Системы защиты растений. Учебно-методическое пособие для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.04 -Агрономия профиль Земледелие / Брянск, 2022.

9. Сычева И.В. Интегрированная защита сельскохозяйственных культур. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений / Том Часть I. Брянск, 2023.

УДК 664.641.1

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
МУКИ ВЫСШЕГО СОРТА**
Physico-chemical properties of premium flour

Е.В. Мартынова, к.б.н., доцент, **Т. Горохова**, студентка ИЭ и А
E.V. Martynova, T. Gorochova
ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Изучены физико-химические показатели качества муки высшего сорта разных производителей. Показана взаимосвязь между показателями качества муки высшего сорта и хлебопекарными свойствами муки. Произведено сравнение показателей качества муки с показателями ГОСТа.

Ключевые слова: мука, физико-химические показатели качества, клейковина, влажность муки.

Мука – это порошкообразный продукт, получаемый в результате измельчения зерна с отделением или без отделений отрубей. В зависимости от используемого сырья (зерна) муку делят на виды: основные – пшеничная и ржаная; второстепенные – ячменная, кукурузная и соевая. В зависимости от целевого назначения мука пшеничная подразделяется на хлебопекарную, макаронную и общего назначения. Мука пшеничная вырабатываемая из мягкой пшеницы или с добавлением 20 % твердой пшеницы (дурум), предназначенная для производства хлеба, хлебобулочных изделий, мучных кондитерских и кулинарных изделий. Мука вырабатываемая из твердых сортов пшеницы (дурум), предназначена для выработки макаронных изделий. [1]

В 2023 году российскими предприятиями было выпущено 6 421 746 т хлебопекарной пшеничной муки высшего сорта, что на 5,8 % выше по сравнению с результатами 2022 года. Среднегодовой прирост производства (CAGR) хлебопекарной пшеничной муки высшего сорта за период 2017-2023 гг. составил 1,8 %. Лидирующей федеральный округ РФ по производству хлебопекарной пшеничной муки высшего сорта – Центральный ФО (35,8 % производства за период с 2017 по 2023), на втором месте – Сибирский ФО (20,6 % производства).

Пшеничную муку подразделяют на сорта: экстра, высший, крупчатка, первый, второй, обойная – согласно ГОСТа 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия». Мука сортов Экстра и Высший имеют самый мелкий помол, размер частиц 30-40 мкм. Для выработки высокосортной муки используются слои эндосперма, поэтому такая мука имеет самые высокие показатели белизны.

Высший сорт имеет зольность 0,55%, содержит в 100 г: белки 10,3 г, жиры 1,1, углеводы 70,6 г.

В исследовании использовались образцы муки высшего сорта, приведенные в таблице 1.

Образец	Марка	Изготовитель
1	Пшеничная мука, высший сорт	АО «Макфа»
2	Пшеничная мука, высший сорт	ООО «Русские мельницы»
3	Селяночка	ООО «Скайфуд»
4	Бело-нежная	АО «Старооскольский»
5	Пышечка	ООО «Скайфуд»

Первоначально была проведена органолептическая оценка качества муки, результаты которой приведены в таблице 2. Определение органолептических показателей имеет большое значение, так цвет му-

ки может указывать на уровень обжарки и содержание пигментов. Текстура муки может варьироваться от мелкой до грубой, что также может влиять на качество и результат готовой продукции. Оценка органолептических свойств муки позволяет производителям выбрать оптимальные ингредиенты и определить необходимые процессы для достижения желаемого качества готового продукта.

Таблица 2 - Органолептические показатели качества муки

Образец	1	2	3	4	5
Показатели					
Цвет	Белый, с кремовым оттенком	Белый, с сероватым оттенком, с мелкой примесью частиц.	Белый	Белый, с серым оттенком	Белый, с кремовым оттенком
Запах	Без посторонних запахов, не затхлый, не кислый	Без посторонних запахов, не затхлый, не кислый	Без посторонних запахов, не затхлый, не кислый	Выраженный запах, присутствует горелый запах.	Без посторонних запахов, не затхлый, не кислый
Вкус	Без посторонних примесей, не горьковатый, сладковатый, не кислый	Без посторонних примесей, не горьковатый, сладковатый, не кислый	Без посторонних примесей, не горьковатый, сладковатый, не кислый	Выраженный вкус, привкус горький	Сладкий вкус
Хруст	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Заражение вредителями	-	-	-	-	-
Металломагнитная примесь	-	-	-	-	-
Соответствие ГОСТ	Соответствует	Соответствует	Соответствует	Не соответствует	Соответствует

В дальнейшем были определены такие физико-химические показатели как влажность, кислотность, содержание клейковины и основных питательных веществ. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Физико-химические показатели муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта

№ образца	Кислотность, %	Клейковина %	Массовая доли влаги, %	Белки	Жиры	Углеводы	Энергетическая ценность кДж/ккал
1	3,8	27,72	13,71	12,0	1,1	70,6	1445/340
2	4,4	21,8	14,47	10,0	1,0	71,0	1410/330
3	3,2	25,04	13,43	10,3	1,1	70,6	1396/334
4	4,8	27,12	10,84	10,3	1,1	70,6	1396/334
5	5,6	25,32	12,9	12,4	1,8	84,9	1659/397
норма	3,5	45-90	Не более 15	12	1,1-1,5	70-76	

Химический состав муки зависит от состава зерна, из которого она получена. Результат всех образцов на содержание влажности в муке говорит о том, что массовая доля влаги муки соответствует требованиям нормативного документа ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная, технические условия». Массовая доля влаги в образце № 4 «Бело нежная» ниже, чем у остальных образцов и составляет 10,84%, в образце № 2 наиболее высокий показатель, который составляет 14,47%. Влажность муки является одним из основных показателей ее качества, поскольку высокая влагосодержащая способность может привести к образованию грибков и болезней. Оптимальное содержание влаги в муке позволяет лучше сохранять качество продукта и улучшает его хранение. [2]

Кислотность не должна превышать 3,5°, согласно нормативу, но во всех образцах, кроме №3, этот показатель превышает норму. Клейковина удовлетворительно крепкая, что говорит о ее хороших хлебопекарных свойствах [3]. Содержание клейковины играет важную роль в определении качества муки, поскольку клейковина отвечает за эластичность и сцепляемость теста. Слишком низкое содержание клейковины может привести к плохому подъему и структуре продукта.

Мука – неотъемлемый продукт в пищевой промышленности, который широко используется для приготовления хлеба, теста, выпечки и других кулинарных изделий. Ее физико-химические свойства играют важную роль в процессе приготовления пищи и определяют конечный результат.

Библиографический список

1. Николаева М.А., Положишников М.А. Идентификация и обнаружение фальсификации продовольственных товаров: уч. пособие. М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. 464 с.
2. ГОСТ Р 27493-87. Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке. Введ. 1989-01-01. М. : Стандартинформ, 2007.
3. ГОСТ Р 27839-13. Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины. Введ. 2014-07-01. М.: Стандартинформ, 2014.
4. Переработка АПК Брянской области: итоги работы мукомольной и хлебопекарной отраслей, 2021 г. / С.А. Бельченко, А.А. Дронов, В.Ю. Симонов, О.А. Зайцева, В.В. Ковалев // Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIX междунар. науч. конф. Ч. IV. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. С. 189-199.

УДК 664.5

БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЯНОСТЕЙ И ПРЯНЫХ ТРАВ

Biochemical characteristics of spices and herbs

Е.В. Мартынова, к.б.н., доцент, **Н.П. Старовойтова**, к.б.н., доцент
E.V. Martynova, N.P. Starovoitova
ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Изучены биохимические характеристики некоторых пряностей и пряных трав, наиболее широко применяемых в пищевой промышленности центрального региона Российской Федерации.

Ключевые слова: пряности, травы, питательные вещества, витамины, минералы.

Приправы и пряности являются неотъемлемой частью нашей кухни. Они добавляют в блюда неповторимый аромат, усиливают вкус и делают пищу более сытной и интересной. Однако, помимо этого, приправы обладают и другими полезными свойствами. Биохимический состав приправ имеет значительное влияние на здоровье и может быть использован для достижения различных целей – от улучшения пищеварения до поддержания иммунитета.

Большинство приправ и пряностей содержат уникальные сочетания активных компонентов, таких как флавоноиды, фенолы, эфирные масла и другие биологически активные вещества. Эти вещества

играют ключевую роль в оказании благотворного воздействия на организм человека. Например, многие пряности обладают антиоксидантными свойствами, способствующими защите клеток от повреждений свободными радикалами. Кроме того, некоторые приправы обладают противовоспалительными и антибактериальными свойствами, помогая бороться с воспалительными процессами и защищая организм от инфекций.

Формируя новые вкусовые свойства продуктов питания, пряности усиливают физиологическую активность воздействия пищи на органы пищеварения, способствуя ее лучшему усвоению, так как в них обнаружено значительное количество витаминов, минеральных солей, других полезных веществ. Воздействие которых на организм человека происходит не только за счет более интенсивного выделения пищеварительных соков, но и в результате того, что эти компоненты пряностей являются катализаторами многих ферментативных процессов и таким образом катализируют обмен веществ в целом.

Таблица 1. Пищевая ценность пряностей и трав

Наименование	Белки, г/100 г	Жиры, г/100 г	Углеводы, г/100 г	Зола, г/100 г	Калорийность, ккал/100 г
Базилик(сухой)	22,98	4,07	47,75	14,85	233
Ваниль	0,06	0,06	12,65	0,26	288
Гвоздика	5,97	13	65,53	5,63	274
Кориандр	21,93	4,78	52,1	14,08	279
Корица	3,99	1,24	80,59	3,6	247
Куркума	9,68	3,25	67,14	7,08	312
Лавровый лист	7,61	8,36	74,97	3,62	313
Майоран	12,66	7,04	60,56	12,51	271
Мята	19,93	6,03	52,04	10,7	285
Перец черный	10,39	3,26	63,95	4,49	251
Петрушка	26,63	5,48	50,64	11,36	292
Розмарин	4,88	15,22	64,06	6,53	331
Соль столовая	0	0	0	99,8	0
Тимьян	9,11	7,43	63,94	11,74	276
Укроп	19,96	4,36	55,82	12,56	253
Чеснок сушёный	16,55	0,73	72,73	3,54	331
Шалфей	10,63	12,75	60,73	7,95	315
Шафран	11,43	5,85	65,37	5,45	310
Экстракт имбиря	8,98	4,24	71,62	5,22	335
Эстрагон	22,77	7,24	50,22	12,03	295

Основываясь на рекомендациях Роспотребнадзора и ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», правильное распределение белков, жиров и углеводов (БЖУ) в рационе играет ключевую роль в поддержании здоровья. Согласно методическим указаниям МР 2.3.1.0253-21 и директивам Всемирной Организации Здравоохранения, здоровый и сбалансированный рацион должен включать от 10 до 15% калорий от белков, от 15 до 30% от жиров и от 55 до 75% от углеводов. Пряности и травы не играют ключевую роль в насыщении организма белками, жирами и углеводами. Их ценность состоит в содержащихся в них витаминах, минералах и ряда биологически активных веществ.

Содержащиеся в пряно-ароматических растениях эфирные масла, способствуют улучшению кулинарного качества продуктов, изменению их консистенций, делая ее более нежной, возбуждению деятельности обонятельных, вкусовых и пищеварительных органов, улучшению усвояемости питательных веществ. Также пряности благоприятно влияют на обмен веществ, деятельность нервной и сердечно-сосудистой систем.

На первом месте по использованию пряностей в пищевой индустрии, является черный перец, его запах обусловлен присутствием эфирного масла (0,9-2,5 %), а горечь и острота вкуса зависят от содержания в нем алкалоида пиперина (5-7 %). Наличие в перце пиперина может выполнять двоякую роль, как положительную, так и отрицательную. Положительный аспект связан с регуляцией метаболизма в обмене веществ, повышением активности аминокислот в кишечнике. Отрицательным воздействием пиперина в организме человека, является подавление р-гликопротеина, связанное с переносом многих веществ, таких как липиды, пептиды через мембрану клетки. В связи с этим, чрезмерное употребление черного перца вызывает раздражение слизистой оболочки желудка, а при желудочно-кишечных заболеваниях, усиливает приток крови к внутреннему органу, что может соответственно привести к кровотечению.

Второе место по применению пряностей в приготовлении блюд, занимает корица, наибольшее распространение она получила в индийской и китайской кухнях, так при добавлении пряности в кофе, он приобретает экзотический новый вкус. Выраженный пряный аромат обусловлен содержанием ароматического масла (0,5–1%), а вкус пряности сладковато-горький, зависит от содержания коричневого альдегида (55-65%), который позволяет избавиться от повышенного холестерина и тромбов в сосудах. Уникальное фенольное вещество в составе корицы – эвгенол (4–8%), главные свойства этого элемента действовать угнетающе на гнилостные бактерии и мицелий, опасных для

здоровья человека культур объясняют мощное противогрибковое действие корицы. Вред пряности проявляется при ее чрезмерном потреблении, если нарушить дневную норму в 10 грамм (0,5 столовой ложки), а входящее в состав корицы вещество кумарин, может вызывать головные боли и воспалительные повреждения печени и даже гепатит.

Третье место в пищевой индустрии по праву занимает уникальная восточная пряность—имбирь. Специфический насыщенный аромат обусловлен содержанием эфирного масла в сухих корневищах (1,5-3%), главным компонентом которого является цингиберен (до 70%), он позволяет избавиться от психоэмоциональных расстройств, поддерживать опорно-двигательную систему. Жгучий, мятный, чуть горьковатый привкус обусловлен присутствием гингерола, который ускоряет обмен веществ, уменьшает тошноту, независимо от причин ее появления, напрямую подавляет воспалительные процессы в организме. Вред пряности может проявляться при злоупотреблении и длительном употреблении имбиря, что приводит к появлению бессонницы, нарушениям сердечного ритма, ухудшению зрения, появлению сыпи.

Четвертой по использованию пряностью в приготовлении блюд, является индийская пряность—базилик. Самое ценное качество пряности это его необыкновенный аромат, он обусловлен присутствием эфирного масла (до 1,5%), которое содержится во всех частях растения. Содержащиеся в масле эфиры (эвгенол, эстрагол, цинеол) наделяют базилик бактерицидными качествами, также помогают укрепить иммунитет, простимулировать работу сердца и умственную деятельность человека. Негативное воздействие растения на организм, обусловлено содержанием в нем соединений ртути. В связи с этим базилик оказывает отрицательное влияние при частом его использовании, особенно нежелательно его употребление при диагностировании сахарного диабета 1 и 2 степени, при беременности, заболеваниях вен.

Исследования биохимического состава приправ и пряностей позволяют сделать вывод, что их употребление может быть связано с рядом положительных эффектов на здоровье. Многие приправы и пряности содержат большое количество антиоксидантов, которые защищают организм от вредного воздействия свободных радикалов и помогают предотвращать возникновение различных заболеваний, включая рак и сердечно-сосудистые заболевания.

Кроме того, приправы и пряности часто содержат витамины, минералы и другие полезные вещества, которые способствуют поддержанию нормальной работы организма. Например, куркума, которая часто используется в приправах, содержит куркумин – вещество с противовоспалительными свойствами. Корица, в свою очередь, может

помочь снизить уровень сахара в крови и улучшить инсулинорезистентность.

Однако, стоит помнить, что при использовании приправ и пряностей следует быть аккуратным и умеренным. Превышение дозы может негативно сказаться на здоровье, особенно если у человека есть определенные заболевания или противопоказания. Кроме того, некоторые приправы могут вызывать аллергические реакции у некоторых людей.

Библиографический список

1. Чимонина И.В., Перевощикова К.Н. Биохимический анализ пряностей и их роль в питании человека // Вестник науки и творчества. 2016. № 2 (2). С. 124-130.
2. Чимонина И.В., Цыбульская А.А. Анализ воздействия сои и соевых продуктов на организм человека // Kant. 2014. № 2 (11). С. 92-96.
3. Алькаев Э. Пряности, специи и приправы. М.: Центрполиграф, 2009.
4. Рошаль В. Специи и приправы. М.: Изд-во: Эксмо, 2002.
5. Развитие подотраслей садоводства, овощеводства и картофелеводства в АПК Брянской области / Сычев С.М., Бельченко С.А., Малякко Г.П., Дронов А.В., Ковалев В.В. // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 1 (95). С. 10-20.

УДК 635.21:631.8:661.162.6

ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

*Responsibility of potato varieties
for the application of complex fertilizers and growth regulators*

Ионас Е.Л., к. с.-х. наук, доцент
Шагитова М.Н., к. с.-х. наук, доцент
Ковалева И.В., к. с.-х. наук, доцент
Ionas E.L., Shagitova M.N., Kovaleva I.V

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
Belarusian State Agricultural Academy

Аннотация. В последние годы во многих странах мира получен широкий спектр новых форм твердых и жидких комплексных удобрений, в состав которых вводятся различные модифицирующие добавки,

в том числе микроэлементы (в сульфатной и хелатной форме), а также регуляторы роста растений. В связи с этим целью исследований было установить отзывчивость сортов картофеля на применение комплексных удобрений и регуляторов роста на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Abstract. In recent years, many countries around the world have produced a wide range of new forms of solid and liquid complex fertilizers, which contain various modifying additives, including microelements (in sulfate and chelate form), as well as plant growth regulators. In this regard, the purpose of the research was to establish the responsiveness of potato varieties to the use of complex fertilizers and growth regulators on sod-podzolic light loamy soil.

Ключевые слова: картофель, сорт, комплексные удобрения, регуляторы роста, дерново-подзолистая почва, урожай.

Keywords: potatoes, variety, complex fertilizers, growth regulators, soddy-podzolic soil, harvest.

Применение комплексных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур, в том числе и на картофеле, позволяет за один проход осуществить более равномерное распределение питательных веществ по площади поля, сократить энергетические затраты на их внесение, уменьшить уплотнение почвы, а также антропогенную нагрузку на окружающую среду, при этом повысить урожайность и качество продукции [1, 2].

Экспериментальные исследования были заложены 2023 году на территории УНЦ «Опытные поля Белорусской государственной с.-х. академии» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемым с глубины около 1 м моренным суглинком.

Предшественником картофеля были зерновые культуры. Общая площадь делянки 25,2 м², учетной - 12,6 м².

В опытах применяли карбамид (46 % N), аммонизированный суперфосфат (9 % N; 30 % P₂O₅), аммофос (10 % N; 35 % P₂O₅) и хлористый калий (60 % K₂O).

Для некорневой подкормки использовали израильское комплексное удобрение Нутривант плюс (картофельный) с содержанием (N₀+P₄₃+K₂₈+Mg₂+B_{0,5}+Mn_{0,2}+Zn_{0,2} + фертивант), которое вносили по вегетирующим растениям у сорта Манифест и у сорта Скарб в дозах по 2,5 кг/га в фазу смыкания ботвы и в фазу бутонизации – конец цветения. В опыте применяли белорусское комплексное удобрение МикроСтим В, Сu включающее (N – 65 г/л, В – 40 г/л, Сu – 40 г/л, гуминовые вещества

0,6 – 6,0 мг/л) в дозе 1,3 л/га в фазу начала бутонизации, а также регулятор роста Оксигумат (картофель) с содержанием гуминовых веществ, макро - и микроэлементов (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, B, Mn). 6% - ый концентрат биологически активных веществ (в перерасчете на ОМ - 90%) в дозе 1,0 л/га в фазу высоты растений 15-20 см и в фазу бутонизации. Для некорневой подкормки использовали также удобрение жидкое комплексное для картофеля марки 8-4-9-0,2(B)-0,15(Cu)-0.2 (Mn). Первая некорневая подкормка проводилась – при высоте растения 15-20 см, норма расхода 30-50 мл на 1л воды на 30-35. м². Вторая – фаза начала бутонизации, норма расхода – 30-50 мл на 1л воды на 30-35 м². По вегетирующим растениям картофеля в исследованиях применяли жидкое комплексное удобрение КомплеМет (картофельный) с содержанием (Mn) 15 г/л, (Cu) 12 г/л, (Zn) 8,0 г/л, (B) 7,0 г/л, (Mo) 0,15 г/л, (Co) 0,05 г/л, (N) не менее 9,8 г/л, (P₂O₅) не менее 83 г/л, (K₂O) не менее 99 г/л, (SO₄) не менее 14 г/л в дозах по 2,5 кг/га в фазу высоты растений 10-15 см и в фазу бутонизации – начало цветения.

Содержание крахмала определяли по удельному весу клубней.

Оценку технологических (потемнение мякоти в сыром и вареном виде) показателей выполняли согласно методическим рекомендациям РУП НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству «Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля». Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

Заложенные в 2023 году исследования показали, что применение комплексных удобрений и регуляторов роста оказывало положительное влияние на урожайность клубней картофеля (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние комплексных удобрений, регуляторов роста на урожайность клубней картофеля

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га к фону	Окупаемость 1 кг д.в. НРК удобрений урожаем клубней, кг
Сорт Манифест			
1. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ - Фон	35,8	–	–
2. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +МикроСтим В, Cu	39,1	3,3	12,2
3. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Нутривант плюс	43,6	7,8	28,8

Продолжение таблицы 1

4. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ Оксигумат (картофель)	41,5	5,7	21,1
5. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ Жидкое комплексное удобрение для картофеля BelFert	42,2	6,4	23,7
6. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ КомплеМет (картофель)	43,4	7,6	28,1
НСР ₀₅	2,8	–	–
Сорт Скарб			
1. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ - Фон	34,2	–	–
2. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ МикроСтим В, Си	39,1	4,9	18,1
3. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ Нутривант плюс	40,3	6,1	22,6
4. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ Оксигумат (картофель)	38,7	4,5	16,7
5. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ Жидкое комплексное удобрение для картофеля BelFert	40,6	6,4	23,7
6. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ КомплеМет (картофель)	41,2	7,0	25,9
НСР ₀₅	2,7	-	-

Обработка посадок картофеля по вегетирующим растениям комплексными удобрениями Нутривант плюс (картофельный) и КомплеМет (картофель) у среднераннего сорта Манифест по действию на урожайность клубней было равнозначным (43,6 и 43,4 т/га) и повышало её по сравнению с фоновым вариантом (N₇₀P₈₀K₁₂₀) на 7,8 и 7,6 т/га. В этих вариантах была отмечена максимальная урожайность. Окупаемость 1 кг NPK кг клубней составила 28,8 и 28,1 кг соответственно.

Несколько ниже урожайность клубней (42,2 т/га) была получена при использовании жидкого комплексного удобрения для картофеля BelFert. Окупаемость 1 кг NPK кг клубней составила 23,7 кг.

Применение регулятора роста Оксигумат (картофель) и МикроСтива В, Си и на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ урожайность картофеля и окупаемость 1 кг NPK кг клубней составили 41,5 и 39,1 т/га и 21,1 и 12,2 кг соответственно.

В исследованиях с картофелем сорта Скарб урожайность клубней с внесением до посадки (N₇₀P₈₀K₁₂₀) составила 34,2 т/га.

При использовании жидкого комплексного удобрения для картофеля BelFert и Нутриванта плюс на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ прибавка уро-

жайности картофеля к фону составила 6,4 и 6,1 т/га при окупаемости 1 кг NPK кг клубней 23,7 и 22,6 кг, соответственно.

Применение МикроСтива В, Cu и регулятора роста Оксигумат (картофель) на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ урожайность картофеля и окупаемость 1 кг NPK кг клубней составили 39,1 и 38,7 т/га и 18,1 и 16,7 кг соответственно.

Максимальная продуктивность картофеля (41,2 т/га) у сорта Скарб, в 2023 году исследований была получена от некорневой подкормки комплексным удобрением КомплеМет (картофель). В этом варианте окупаемость 1 кг NPK урожаем клубней составила 25,9 кг.

У сорта Манифест максимальное количество крахмала в клубнях картофеля было получено при применении жидкого комплексного удобрения для картофеля BelFert (18,3 %), при применении комплексного удобрения КомплеМет (картофель) (18,5 %) и Нутриванта плюс (18,3 %) на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ соответственно. Выход крахмала в этих вариантах составил 7,7; 8,0 и 8,0 т/га соответственно (таблица 2).

Применение МикроСтива В, Cu и Оксигумата на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ повышало содержание крахмала в клубнях на 1,7 и 2,0 % и выход крахмала на 1,1 и 1,7 т/га.

У среднеспелого картофеля сорта Скарб использование микроудобрений, комплексных удобрений и регуляторов роста не влияло на содержание крахмала в клубнях картофеля, но увеличивало выход крахмала на 0,1 - 0,8 т/га в связи с возрастанием урожайности.

К отрицательным показателям качества клубней картофеля относятся появление темной окраски мякоти сырых клубней (ферментативное потемнение), а также потемнение в процессе варки (неферментативное потемнение) (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние комплексных удобрений и регуляторов роста на качество клубней картофеля

Вариант опыта	Крахмал, %	Выход крахмала, т/га	Ферментативное потемнение мякоти, балл (9-1)		Неферментативное потемнение мякоти, балл (9-1)
			Через 2 часа	Через 24 часа	
Сорт Манифест					
1. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ - Фон	15,8	5,7	9	9	9
2. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +МикроСтим В, Cu	17,5	6,8	9	9	9
3. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Нутривант плюс	18,3	8,0	9	9	9
4. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Оксигумат (картофель)	17,8	7,4	9	7	9

Продолжение таблицы 2

5. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ Жидкое комплексное удобрение для картофеля BelFert	18,3	7,7	9	9	9
6. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ КомплеМет (картофель)	18,5	8,0	9	7	9
НСР ₀₅	0,6	-	-	-	-
Сорт Скарб					
1. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ - Фон	17,4	6,0	9	7	9
2. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ МикроСтим В, Cu	15,7	6,1	9	9	9
3. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ Нутривант плюс	16,4	6,6	9	9	9
4. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ Оксигумат (картофель)	15,4	6,0	9	9	9
5. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ Жидкое комплексное удобрение для картофеля BelFert	16,8	6,8	9	7	9
6. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ ⁺ КомплеМет (картофель)	16,5	6,8	9	7	9
НСР ₀₅	0,4	-	-	-	-

Сорта картофеля Манифест и Скарб по потемнению сырой мякоти оценивались на 7-9 баллов и характеризовались, как слаботемнеющие.

В вариантах опыта, как у сорта картофеля Манифест, так и у сорта Скарб в 2023 году исследований не было отмечено существенно (неферментативного) потемнения мякоти клубней картофеля после варки.

Библиографический список

1. Комплексные удобрения для сельскохозяйственных культур: перспективные разработки / В.В. Лапа, Г.В. Пироговская, Н.Ю. Жабровская, П.И. Шкуринов // Почвоведение и агрохимия. 2009. № (1). С. 244–249.

2. Разработка, производство и применение комплексных удобрений в сельском хозяйстве Республики Беларусь / Г.В. Пироговская, В.В. Лапа, Д.В. Черняков, Н.Н. Ермакович // Почвоведение и агрохимия. 2018. № 1 (60). С. 87–108.

3. Кузьмицкая А.А., Бабьяк М.А. Реализация стратегии импортозамещения посредством инновационного развития картофелеводства // Социально-экономические и гуманитарные исследования: проблемы, тенденции и перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 27–28 апреля 2016 года. Брянск: Брянский ГАУ, 2016. С. 172-177.

4. Становление фермерского картофелеводства в Брянской области: позитивные и негативные тенденции / Н.А. Соколов, А.В. Ку-

бышкин, А.В. Кубышкина и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 2 (66). С. 34-40.

5. Сычев С.М., Орлов А.В. Изучение питательных смесей с гуматами и цеолитом // Агрехимический вестник. 2009. № 3. С. 40-41.

6. Сычев С.М., Орлов А.В. Действие питательной смеси с гумусовыми удобрениями и цеолитом при выращивании рассады овощных культур // Вестник Брянской ГСХА. 2009. № 4. С. 18-20.

7. Белоус Н.М. Органические и минеральные удобрения под картофель // Земледелие. 1996. № 2. С. 18-20.

8. Развитие подотраслей садоводства, овощеводства и картофелеводства в АПК Брянской области / Сычев С.М., Бельченко С.А., Малайко Г.П., Дронов А.В., Ковалев В.В. // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 1 (95). С. 10-20.

УДК 631.872:631.582

БАЛАНСА ГУМУСА В СЕВООБОРОТАХ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА

Humus Balance in Intensive Crop Rotations

Корзунова В.В., студент, **Нестеренко О.А.**, преподаватель,
Мамеев В.В., кандидат с.-х. наук, доцент, vmameev@yandex.ru
Мартынова Е.В. к.б.н., доцент.

Korzunova V.V., Nesterenko O.A., Mameev V.V., Martynova E.V.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Объектом исследования являлись севообороты интенсивного типа опытного поля Брянского ГАУ. Отмечена роль изучаемых культур севооборота в статьях пополнения баланса, отражена биомасса поступления их в почву. В изучаемых полевых севооборотах наибольшая минерализация гумуса до 16 ц/га происходила при возделывании кукурузы на зерно, потери гумуса при возделывании зерновых культур составляли от 1,6 до 2,8 ц/га. Наиболее благоприятный гумусовый баланс складывается в сидеральном зерновом севообороте. Отмечено что среднегодовой поступление соломы, пожнивно-корневых остатков обеспечивает накопление гумуса от 22,6 до 30,1 ц/га.

Abstract. *The object of the study was intensive crop rotations of the experimental field of the Bryansk State Agricultural University. The role of the studied crop rotation crops in the articles of replenishment of the balance is noted, the biomass of their entry into the soil is reflected. In the studied field crop rotations, the greatest mineralization of humus up to 16*

c/ha occurred during the cultivation of corn for grain, the loss of humus during the cultivation of grain crops ranged from 1.6 to 2.8 c/ha. The most favorable humus balance is formed in the sideral grain crop rotation. It is noted that the average annual intake of straw, crop and root residues ensures the accumulation of humus from 22.6 to 30.1 c/ha.

Ключевые слова: баланс гумуса, севооборот, дегумификация почв, структура посевных площадей, солома.

Key words: *humus balance, crop rotation, soil dehumification, structure of acreage, straw.*

Внедрение интенсивных технологий приводит к отчуждению из почвы значительного количества гумуса и элементов минерального питания. Их потери не способны быстро восполняться в процессе гумификации растительных остатков [1, 2]. О первостепенной роли органического вещества почвы в формировании таких видов как эффективного и потенциального плодородия, его влияние запасов гумуса на рост валового производства продукции растениеводства в аграрном секторе отмечено многочисленными исследованиями на различных почвенных разностях [3, 4, 5].

Только при достижении положительного и бездефицитного баланса гумуса в почве, возможно сохранение почвенного плодородия. Гумус, благоприятно воздействуя на комплекс агрономических свойств почвы, обеспечивает повышение урожайности возделываемых культур.

Информационно-статистические данные указывают об активном процессе дегумификации почв. Около 37,1% из обследованных 99,7 млн. га составляют слабо гумусированные почвы. Почвы с минимальным содержанием гумуса занимают более 25%, и только лишь на средне гумусированные почвы приходится около 26,2 млн. га или 26,3%. При этом доля сильно гумусированных почв составляет всего 11,4%, или 11,4 млн. га. Исследованиями установлено, что ежегодные производственные невозвратимые утраты ценного органического вещества на пахотных почвах России в среднем составляют около 0,52 т/га, а по некоторым регионам от 0,25 до 0,72 т/га [6, 7].

Большинство успешно работающих сельскохозяйственных предприятий имеют отрицательный баланс гумуса. Экспериментальная оценка баланса гумуса для каждого севооборота позволит не только целенаправленно отрегулировать структуру посевных площадей за счет рационального использования биоресурсного потенциала самих севооборота, но и поддерживать высокий уровень продуктивности пашни, за счет регулирования процессов поступления, накопления и превращения в почве всех потоков веществ органического вещества.

Брянская область в Центральном регионе РФ стала лидером по производству основных зерновых, технических и пропашных культур. Они характеризуются неодинаковыми требованиями к почвенному плодородию, а также степени воздействия интенсивных технологий их возделывания на основные агрономические свойства почв [8, 9].

Проблема поддержания положительного и бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах региона остается одной из актуальных, так как в земледелии произошло резкое уменьшение содержания гумуса в пахотном слое [1, 6, 7, 10] по причине увеличения урожайности, усиленной минерализацией гумуса по внедряемым агротехнологиям интенсивного типа, сокращением поступления органических удобрений на пахотных почвах при возделывании маргинальных монокультур (картофель, кукуруза на зерно, рапс на масло-семена) в агрохолдингах.

Цель работы – провести анализ изменения содержания гумуса в пахотных почвах Брянской области, изучить формирование баланса гумуса в севооборотах интенсивного типа в адаптивно-ландшафтном земледелии и наметить агромероприятия по его увеличению в почве.

Исследования проводили на учебно-опытном поле Брянского ГАУ, который является научным полигоном по изучению сортовых технологий возделывания культур в ландшафтном земледелии региона.

Объект: севообороты с основными культурами возделываемые в области: *севооборот № 1* Вико-овсяная смесь (сидерат) - озимая пшеница – гречиха – ячмень яровой;

севооборот № 2 Вико-овсяная смесь (сидерат) - озимая пшеница – кукуруза на зерно – люпин на семена - яровая пшеница - рапс озимый.

Изучаемые объекты локализуются на серой лесной среднесуглинистой сильно пылеватой почве, сформированной на карбонатном суглинке. Содержание гумуса (по Тюрину) 3,6-3,7%, pH_{KCl} 5,2-5,8, содержание (по Кирсанову) подвижных форм P_2O_5 - 285-302 мг/кг почвы, K_2O - 178-194 мг/кг почвы.

В севооборотах используются внедряемые в регионе интенсивные сортовые технологии возделывания сельскохозяйственных культур. В среднем на один гектар пашни ежегодно вносится комплексных минеральных удобрений из расчета $N_{90}P_{90}K_{90}$. Органические удобрения, кроме соломы, в севооборотах не вносятся.

Для оценки реально существующего баланса гумуса в севооборотах и его воспроизводства положено классические методы с включением ряда уточнений в методику расчета [11]. Расчёт баланса гумуса проводили с использованием коэффициентов минерализации и гумификации

растительных остатков. Исходным материалом служили данные по урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых в севооборотах.

По данным результатов агрохимического мониторинга проводимых ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский» к числу острейших проблем в регионе относится дегумификация почв. В 2016 году по сравнению с 1996 годом в регионе вырос процент почв с очень низким и низким содержанием гумуса (табл. 1). Они распространены уже на 43 процентах пахотных земель. Почвы с повышенным и высоким содержанием гумуса трансформировались со средним и низким содержанием. Очень сильно увеличилась доля пахотных почв с очень низким содержанием гумуса.

Средневзвешенное содержание органического вещества в почвах по результатам последнего тура агрохимического обследования составило 2,16 %, что характеризует их как среднеобеспеченные [7, 10]. Максимальное содержание гумуса в почвах было достигнуто в 1991-1996 годах, когда в период 1985 - 1990 гг. ежегодно вносили на один гектар пашни более 8 т/га органических удобрений. При внесении органических удобрений от 6 до 7 т/га обеспечивалось стабильное поддержание гумусового равновесия на одном уровне. Установлено, что при использовании 5 т/га органики содержание гумуса снижалось. Роль органических удобрений, как дешевого и доступного основного источника пополнения запасов гумуса, очень велика.

Годовые темпы снижения содержания гумуса в почвах региона составляют 0,17- 1,04 т/га. А нехватка органического вещества отмечается на почвах сельскохозяйственных организаций региона, которые осуществляют производственную деятельность на почвах с изначально низко продуктивных по своему сложению: дерново-подзолистых супесчаных и песчаных [7, 10].

Важнейшее основание отрицательного баланса гумуса и тенденция к уменьшению его содержания отсутствие практического применения всевозможных имеющихся в хозяйстве органических удобрений (сидеральных культур, солома).

Катастрофическую тревогу вызывает уменьшение в области внесения в почву органических удобрений. Их вносят на площади всего лишь 15,9 тыс. гектаров, что составляет менее чем 3,1 процента посевных площадей, а 214 хозяйств области органику вообще не вносят.

Для бездефицитного баланса гумуса ежегодно необходимо вносить в расчете на гектар посева не менее 10 тонн органических удобрений, а за последние десятилетие объем их внесения составил только 1,2 тонны, или 15 % от оптимального объема [7, 10]. Это указывает на

необходимость компенсирования и восстановления запасов органического вещества на значительных площадях агроландшафта.

Учитывая главенствующую роль гумуса как фактора плодородия почвы и основного энергетического материала в получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур, важно в методике расчета его баланса определить нормы органических удобрения для покрытия дефицита и воспроизводства органического вещества под культурами в севообороте или его звене.

Наибольшая минерализация гумуса до 16 ц/га происходит при возделывании кукурузы на зерно (табл. 1). Потери гумуса при возделывании зерновых культур составляет от 1,6 до 2,8 ц/га.

Из всех выращиваемых культур в севооборотах максимальное накопление гумуса после соломы, пожнивных и корневых остатков происходит под такими культурами, как пшеница озимая, рапс и кукуруза на зерно, где в среднем под ними накапливается от 22,6 до 30,1 ц/га.

Ежегодный дефицит гумуса (- 0,7 ц/га) наблюдается во втором севообороте, где в звене севооборота включена кукуруза на зерно.

Учитывая наличие в севообороте около 90 % зерновых культур, солома и стебли являются альтернативной заменой органических удобрений в компенсации потерь гумуса. В среднем на один гектар приходится в первом севообороте 7,58 т соломы, а во втором 6,56 т соломы. А её полное использование соломы позволяет максимально естественным путем компенсировать органическое вещество первого севооборота.

Таблица 1 - Баланса гумуса в экспериментальных севооборотах (учебно-опытное поле Брянского ГАУ)

Культура	Урожайность, ц/га	Вынос азота урожаям, кг/га		Вынос азота, кг/га		Минерализовано гумуса (K=20), ц/га	Накопление соломы и ПКО, ц/га	Образовано гумуса, ц/га	Баланс гумуса, ц/га
		кг/ц	всего	всего	почвы				
Севооборот 1									
Вика-овсяная смесь (сидерат)	250,0						250	5,0	+5,0
Озимая пшеница: зерно/солома	<u>72,3</u> 86,8	3,20	231,4	277,7	138,8	27,8	129,8	25,9	-1,9
Гречиха: зерно/ солома	<u>26,5</u> 26,5	3,75	99,4	119,3	59,6	11,9	61,7	12,3	+0,4
Ячмень: зерно/ солома	<u>42,4</u> 38,2	3,00	127,2	152,6	76,3	15,3	68,5	13,7	-1,6

Продолжение таблицы 1

Всего			528,2	633,8	316,8	55,0	510,0	56,9	+ 1,9
Среднее на га			132,1	158,5	79,2	11,0	127,5	14,2	+0,5
Севооборот 2									
Вика-овсяная смесь (сидерат)	250,0						250	5,0	+5,0
Озимая пшеница зерно/ солома	<u>85,6</u> 102,7	3,20	273,9	84,2	42,1	32,9	150,5	30,1	-2,8
Кукуруза зерно/ листостеб. масса	<u>82,7</u> 99,2	2,95	244	328,7	164,3	39,0	113,0	22,6	-16,4
Люпин: зерно/ солома	<u>24,3</u> 29,2	8,43	48,8	390,4	195,2	5,9	38,8	9,70	+3,8
Яровая пшеница зерно/солома	<u>54,2</u> 65,0	3,0	162,6	58,6	29,3	19,5	99,2	19,8	+0,3
Рапс озимый: Семена/ солома	<u>32,6</u> 97,8	5,6	182,6	195,1	97,6	21,9	138,5	27,7	+5,8
Всего			982,1	141,2	570,6	127,6	790,0	114,9	- 4,3
Среднее на га			163,7	190,2	95,1	21,3	131,7	19,2	-0,72

Примечание: * ПКО – пожнивно-корневые остатки

Для достижения бездефицитного баланса гумуса и его роста в среднем на 1 га пашни второго севооборота необходимо вносить 25 т/га навоза под кукурузу.

Экономически подсчитано, что применение соломы в виде удобрения в четыре раза обходится дешевле, чем внесения эквивалентного количества навоза. Одна тонна внесенного подстильного навоза способна обеспечить прибавку урожая зерновых только на 30-40 кг, а обоснованное применение отходов зерновой отрасли (соломы) от 100 до 150 кг зерна. Запахивать ежегодно соломы от 3 до 4 т/га дает возможность дополнительно получать до 6 центнеров зерна. С этим количеством Ведь с одной тонны соломы в почву возвращается 45 - 64 килограммов макроэлементов и микроэлементы. В среднем один килограмм действующего вещества азофоски марки 16:16:16 стоил 135 рублей. При заделке в почву 4 т/га соломы вносим около 64 кг азота, фосфора, калия. За счет этого можно сэкономить более 540 руб./га. Дополнительные затраты на уборку соломы с поля могут составить 150 руб./га. Общая экономия может составлять около 700 руб./га, где использование соломы на удобрение нужно рассматривать как повышение плодородия почвы, так и снижение затрат в существующих технологиях.

На сроки разложения соломы влияет время её заделки, от которой зависит интенсивность, динамика и эффективность работы почвенных бактерий. Нужно стремиться к наиболее раннему осеннему

внесению соломы во влажный верхний слой почвы, характеризующий благоприятной аэрацией и способствующей быстрому разложению. Осеннее использование всех корне-поживных остатков в пахотный горизонт является наиболее эффективной, так как они к началу весеннего сева пройдут начальные стадии разложения.

В полевом севообороте наибольшая минерализация гумуса до 16 ц/га происходила при возделывании кукурузы на зерно, потери гумуса при возделывании зерновых культур составляли от 1,6 до 2,8 ц/га. Среднегодовое поступление соломы, пожнивно-корневых остатков обеспечивает накопление гумуса от 22,6 до 30,1 ц/га.

Для ликвидации отрицательного баланса гумуса рекомендуется после уборки злаковых культур проводить заделку соломы в почву, что обеспечивает естественное пополнение гумуса от 5 до 17 ц/га. Для повышения эффективности жизнедеятельности целлюлозоразлагающих бактерий использовать компенсирующий азот в дозе 10-15 кг д.в. на одну тонну соломы в виде мочевины и аммонийных азотных удобрений, так как они лучше используются микроорганизмами и меньше вымываются из пахотного слоя почвы. Заделка 10 т/га зеленой массы сидеральной культуры в пахотный слой почвы эквивалентно от 25 до 30 т/га подстилочного навоза. Это обеспечивает так же поступление в почву до 125 кг азота, 55 кг фосфора и 178 кг калия на 1 гектар.

Библиографический список

1. Минеев В.Г. Овчинникова М.Ф. Деградация гумуса (особенности проявления в разных экоусловиях) // *Агрохимия*. 2014. № 8. С. 92-93.
2. Гринченко А.М., Муха В.Д., Чесняк Г.Я. Трансформация гумуса при сельскохозяйственном использовании почв // *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1979. № 1. С. 37-40.
3. Изменение плодородия серой лесной почвы в плодосменном севообороте / В.Е. Торилов, О.В. Мельникова, Е.Ю. Сидорова, Д.М. Мельников // *Агрохимический вестник*. 2019. № 2. С. 6-9.
4. Просянных Е.В. Агрохимические аспекты устойчивого земледелия // *Агрохимический вестник*. 2019. № 5. С. 13-17.
5. Малышева Е.В., Торилов В.Е. Влияние основной обработки на почвенное плодородие и урожайность основных сельскохозяйственных культур в ЦЧЗ // *Вестник Курской ГСХА*. 2021. № 6. С. 6-11.
6. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2018 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 340 с.
7. Чекмарев П.А., Прудников П.В. Агрохимическое и агроэколо-

гическое состояние почв, эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 7 С. 24-33.

8. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев и др. // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

9. Современное состояние, тенденции и проблемы производства зерна в Российской Федерации / В.Е. Ториков, В.Ф. Васькин, А.В. Дронов, Т.И. Васькина // Аграрный вестник Верхневолжья. 2022. № 1 (38). С. 15-23.

10. Прудников В.П. Состояние почвенного плодородия в Брянской области // Агрохимия. 2003. № 5. С. 6-9.

11. Методические указания по составлению баланса гумуса / В.А. Ионас и др. Горки: Белорусская сельскохозяйственная академия, 1985.

12. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просянных Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.

13. Просянных Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрохимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

УДК 574.36:633.2.03

**ПОКАЗАТЕЛИ БИОМАССЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАВСТОЯ СЕЯНЫХ ЛУГОВ
В ПРЕДЕЛАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Biomass indicators and ecological features of herbage of sown meadows
within the Bryansk region*

¹**Поцепай С.Н.**, к.с.-х.н., доцент, e-mail: snpotsepai@yandex.ru

²**Анищенко Л.Н.**, д.с.-х.н., профессор, e-mail: eco_egf@mail.ru

¹*Potsepai S.N.*, ²*Anishchenko L.N.*

¹Брянский государственный аграрный университет,

²Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского

¹*Bryansk State Agrarian University,*

²*Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky*

Аннотация. Сеяные многолетние луга на техногенно-трансформированных местообитаниях в Брянской области – источник высококачественных ценных в пищевом отношении кормов, пастбища.

Наибольшая продуктивность травостоя обнаружена в ежесборном сообществе, тимофеевково-райграсовом и тимофеевко-овсяницево, наименьшая – у красноклеверно-лядвенцевого луга. Показатели продуктивности травостоя сеяных лугов значительны, сопоставимы с урожайностью естественных лугов в долинах рек Десны, Ипути, Болвы в пределах Брянской области в пойменных местностях. Главный контролируемый показатель радиоэкологического мониторинга в луговых местообитаниях – удельная активность радионуклида ^{137}Cs , зависящий от плотности загрязнения почв, экологических условий в которых формируются разные виды лугов и типы кормовых угодий, положения лугов в мезорельефе, находится в пределах нормативных показателей для травостоя сеяных лугов. Радионуклид распределяется по высоте побега неравномерно: его наибольшее содержание зарегистрировано в горизонте до 5 см, наименьшее – в верхних частях побега. В биомассе травостоя не наблюдается ярко выраженной аккумуляции ^{137}Cs : все коэффициенты накопления ниже 1,0. Таким образом, на изученных сеяных лугах староосвоенного региона тщательный радиоэкологический мониторинг может осуществляться только для оперативного контроля по показаниям, для базового или фоновоего мониторинга. Тяжёлые металлы не поглощаются травостоем в значительном количестве, эссенциальный элемент медь, как подвижный элемент, аккумулируется растениями и накапливается. Для свинца, никеля, цинка виды растений всех типов сеяных лугов в ходе эксперимента считаются «исключителями».

Abstract. *Sown perennial meadows in technogenically transformed habitats in the Bryansk region are a source of high-quality nutritionally valuable feed and pasture. The highest productivity of the herbage was found in the harvest community, timothy-ryegrass and timothy-fescue, the lowest - in the red clover-lime grass meadow. The productivity indicators of the herbage of sown meadows are significant, comparable to the productivity of natural meadows in the valleys of the Desna, Iput, and Bolva rivers within the Bryansk region in floodplain areas. The main controlled indicator of radioecological monitoring in meadow habitats is the specific activity of the ^{137}Cs radionuclide, which depends on the density of soil contamination, the environmental conditions in which different types of meadows and types of forage lands are formed, the position of the meadows in the mesorelief, and is within the standard indicators for the herbage of sown meadows. The radionuclide is distributed unevenly along the height of the shoot: its highest content was recorded in the horizon up to 5 cm, the lowest in the upper parts of the shoot. There is no pronounced accumulation of ^{137}Cs in the grass biomass: all accumulation coefficients are below 1.0.*

Thus, in the studied sown meadows of the old-developed region, careful radioecological monitoring can be carried out only for operational control according to indications, for basic or background monitoring. Heavy metals are not absorbed by the grass stand in significant quantities; the essential element copper, as a mobile element, is accumulated by plants and accumulates. For lead, nickel, and zinc, plant species of all types of sown meadows are considered “exceptional” during the experiment.

Ключевые слова: сеяные луга, продуктивность, химический состав, содержание радионуклидов, травостой, Нечерноземье РФ.

Key words: sown meadows, productivity, chemical composition, radionuclide content, herbage, Non-Black Soil Zone of the Russian Federation.

Луга – интразональный тип растительности, имеющий в каждой зоне свои особенности состава и структуры сообществ. На территории Российской Федерации луга занимают около 80 млн га. Если принять во внимание другие земли (изреженные лесные массивы, балки, овраги), также используемые под выпас скота и сенокосение, площадь природных кормовых угодий составит приблизительно 85-90 млн га. Необходимо отметить, что луга – это важная кормовая составляющая для важнейших сельскохозяйственных животных. Они обеспечивают их натуральным полноценным кормом. Обилие минеральных веществ и микроэлементов в здоровом корме лугов устраняют многие болезни сельскохозяйственных животных. Сено и пастбищный зеленый корм луговых угодий охотнее поедается скотом, чем продукция чистых травостоев при выращивании трав в севообороте [10, 11]. На территории Брянской области (Нечерноземье РФ) естественные и сеяные кормовые угодья формируются и поддерживаются в условиях сочетанного загрязнения, которое характеризуется, в том числе, и повышенной плотностью радионуклидов (РНк) в результате техногенной катастрофы. На лугах разных типов и группы кормовых угодий недостаточно мониторинговых площадей для исследования перемещения РНк, на основе которых можно представлять систему мониторинга в луговодстве в постчернобыльский период. Динамические процессы на интенсивно используемых лугах в Нечерноземье РФ – пасторальная дигрессия, флуктуационные преобразования – определяют направления и скорости потоков РНк, которые слабо изучены для конкретных элементов [2]. Цель работы – обобщение данных по показателям продуктивности и физико-химическим характеристикам травостоя в долгосрочный постчернобыльский период.

Исследования проводились на пробных площадях (ПП), где

определяли показатели видовой структуры лугов, урожайность травостоя лугов определяли укосным методом на площадках в 1 м^2 в трёхкратной повторности в третью декаду июня, по среднему результаты вычисляли продуктивность. В полевых условиях с площади 1 м^2 в 4-кратной повторности собирались пробы почвы и биомассы растений [5, 6]. Отбор почвы производился с пробных площадок в 1 м^2 методом конверта, затем готовилась смешанная проба, число точечных проб соответствовало ГОСТ 17.4.3.01-83 (4-е первичные пробы) [5]. Пробы почвы для химического анализа высушивали до воздушно-сухого состояния и хранили в стеклянной таре.

Собранные образцы подвергались общепринятой камеральной обработке для пробоподготовки к работе на спектрометре «Спектроскан-Макс». Подготовку проб к анализу валового содержания элементов группы тяжёлых металлов (ТМ) осуществляли в соответствии с ОСТ 10259-2000 и проводили измерения по стандартной методике к прибору [8]. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) ТМ в почве и биомассе определялись по ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.2042-06. Анализировались данные для отдельных видов и смешанных образцов фитомассы растений. Проводили инструментальные полевые и камеральные исследования для радионуклидов. Мощность экспозиционной дозы (МЭД, мкР/ч) на пробных площадках (ПП) измеряли на почве и на высоте 1 м от почвы дозиметрами СРП-68-01, РКСБ-104. Удельная активность (УА, Бк/кг) радионуклида ^{137}Cs в образцах устанавливалась с использованием гамма-спектрометрического комплекса «УСК Гамма Плюс» со сцинтилляционным детектором с программным обеспечением «Прогресс 2000» по стандартным методикам [9]. Полученные данные сравнивались с нормативами для РФ [4].

Отбирали почвенные пробы для радиометрического анализа на ПП площадью 10 м^2 , грунт с глубины 0-10 см и фитомасса сосудистых растений с соблюдением основных требований по ГОСТу [5]. Для оценки биодоступности радионуклидов в системе почва-растение использовали коэффициент перехода (Кп) и накопления (Кн) [1].

Представлены данные фонового мониторинга сеяных лугов в пределах сельскохозяйственных районов Брянской области как староосвоенного региона. Показатели урожайности, кормовых характеристик и содержания клетчатки для шести основных типов сеяных лугов составляют основные эколого-биологические характеристики лугов для разработки стратегии интенсификации производства высококачественных растительных кормов.

Основные показатели травостоя сеяных лугов пойменных ландшафтов Брянской области приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели урожайности (первичной продуктивности) и кормовых характеристик сеяных лугов

Тип лугов *	Продуктив ность, т/га	Содержание N (%)	Содержа ние P (%)	Сырая клетчатка (%)
1	3,8	1,25	0,17	39,35
2	2,5	1,58	0,16	27,42
3	3,1	1,11	0,30	29,42
4	3,2	1,39	0,31	46,76
5	3,5	1,41	0,12	34,52
6	3,3	1,19	0,32	35,63

* Примечание. Сеяные многолетние луга: 1 – ежесборовый луг, 2 – красноклеверно-лядвенцевый луг, 3 – тимфеевковый луг, 4 – райграсовый луг, 5 – тимфеевко-райграсовый, 6 – тимфеевко-овсяницевый луг.

Наибольшая продуктивность травостоя обнаружена в ежесборовом сообществе, тимфеевково-райграсовом и тимфеевко-овсяницевом, наименьшая – у красноклеверно-лядвенцевого луга. Показатели продуктивности травостоя значительны, сопоставимы с урожайностью естественных лугов в долинах рек Десны, Ипути, Болвы в пределах Брянской области в пойменных местностях [1, 2]. Содержание азота и фосфора (в %) благоприятно для получения высококачественных кормов, а содержание сырой клетчатки – для изготовления силоса, особенно из сена райграсового, ежесборового и тимфеевково-овсяницевого луга. Все сообщества формируются в Брянской области в условиях постчернобыльского периода, особое условие – контроль долгоживущих радионуклидов согласно федеральным программам, в том числе и на фоновых участках сеяных лугов.

Показатели содержания радионуклидов в травостое, а также коэффициенты накопления и поглощения показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики удельной активности и накопления радионуклидов в разных частях травостоя сеяных лугов в условиях отсутствия загрязнения

Сообщества сеяных лугов*	УА, Бк/кг	Кн	Кп, $\frac{M^2}{кг*10^{-3}}$
Показатели почвенного загрязнения радионуклидами, кБк/м ² (Ку/км ²) 11,04 (0,29)			
Травостой от 0 до 6 см			
1	76,73±6,67	0,98	5,13±0,05
2	74,73±6,47	0,97	4,95±0,04
3	72,15±6,61	0,94	4,80±0,06
4	71,84±6,88	0,92	4,14±0,05
5	75,31±6,83	0,95	5,19±0,06
6	66,15±5,61	0,86	3,30±0,06
Травостой от 7 до 14 см			
1	51,08±4,10	0,66	2,81±0,02
2	52,55±4,05	0,68	2,76±0,01
3	54,11±4,41	0,71	2,18±0,01
4	52,89±4,28	0,69	2,07±0,01
5	53,32±4,23	0,68	2,02±0,01
6	42,83±3,88	0,56	1,70±0,009

* Примечание. Обозначения, аналогичные таблице 1.

В биомассе травостоя сеяных лугов на ПП в Брянской области (контроль) накопления радионуклида не зарегистрировано: Кн <1. Наблюдается тенденция в накоплении ¹³⁷Cs в побеговой биомассе травостоя лугов: наибольшее содержание радионуклидов отмечено в нижних частях побегов. Значения УА ¹³⁷Cs в средней части побегов скашиваемого травостоя меньше показателей, зарегистрированных в слое побеговой массы 0-6 см. Наибольшие значения Кн рассчитаны для сообществ красноклеверно-лядвенцевого и ежесборного лугов.

Значения УА радионуклида определены для видов-доминантов сеяных лугов во время основных укосов (таблица 3).

Таблица 3 – Основные данные по удельной активности цезия в биомассе доминантов сеяных лугов

Типы лугов*	Виды растений	УА, Бк/кг 2017	УА, Бк/кг 2018
4	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. & C. Presl	60,79±0,60	56,79±0,46
1	<i>Dactylis glomerata</i> L.	58,64±0,58	43,30±0,33
6	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	41,45±0,41	32,73±0,32

Продолжение таблицы 3

3, 6	<i>Phleum pratense</i> L.	39,72±0,39	28,83±0,25
2	<i>Lotus corniculatus</i> L.	18,11±0,29	18,80±0,16
2	<i>Trifolium pratense</i> L.	20,17±0,20	16,28±0,09
1	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	19,35±0,31	21,13±0,19
5	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	32,77±0,27	23,14±0,23
3, 5	<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	32,73±0,32	26,92±0,23
2	<i>Trifolium hybridum</i> L.	25,83±0,25	19,77±0,17

* Примечание. Обозначения, аналогичные таблице 1.

Наименьшие значения УА ^{137}Cs выявлены для представителей бобовых растений и разнотравья, различия в данных для бобовых злаковых культур – достоверны. Показатели УА радионуклида в травостое сопоставимо со значениями контрольных ПП ранее проведённых исследований для долины р. Ипути в юго-западных районах области [7].

В биомассе травостоя определено содержание техногенных (Pb и Ni) и биогенных (Cu и Zn) элементов (таблица 4).

Таблица 4 – Валовое содержание тяжёлых металлов (мг/кг) в биомассе сеяных лугов

М	Типы лугов* и содержание ТМ					
	1	2	3	4	5	6
b	16±1,7	13±3,5	18±1,6	19±1,3	20±2,1	21±1,4
u	22±1,3	18±3,1	23±2,4	20±2,1	21±1,8	24±2,5
n	34±4,3	32±4,9	37±3,7	33±4,5	28±2,7	31±3,3
i	13±1,1	10±1,0	14±1,2	17±1,4	14±1,5	14±1,2

Примечание. Обозначения, аналогичные таблице 1.

Валовое содержание ТМ в фитомассе сеяных лугов невелико: содержание техногенных элементов ниже, чем биогенных. Наименьшие значения Pb и Ni зарегистрировано в травостое – красноклеверно-лядвенцевого луга, а также ежесборового. Наибольшие значения концентрации меди определены для биомассы тимофеевкового-овсянищевого, тимофеевкового и ежесборового лугов, цинка – для тимофеевкового и ежесборового лугов. Для почвы валовое содержание ни одного из ТМ не превышает ориентировочно допустимую концентрацию. Значения Кн основных ТМ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели Кн для биомассы основных типов сеяных лугов

ТМ	Типы лугов* и содержание ТМ					
	1	2	3	4	5	6
Pb	0,50	0,21	0,53	0,93	0,74	0,72
Cu	1,27	1,06	1,38	1,58	1,36	1,27
Zn	1,01	0,41	0,74	0,69	1,19	0,74
Ni	0,39	0,38	0,28	0,64	0,62	0,29

Примечание. Обозначения, аналогичные таблице 1.

Биомассой травостоя всех типов сеяных лугов накапливается медь (эссенциальный элемент), однако наибольшей накопительной способностью характеризуется райграсовый и тимopheевковый луг. Также цинк как малоподвижный элемент поглощается биомассой только тимopheевково-райграсового и ежесборового луга. Техногенные элементы не накапливаются ни в одной пробе биомассы сеяных лугов. Установленные показатели для концентрации ТМ фоновых территорий сеяных лугов меньше, чем для естественных пасторальных сообществ на территориях сочетанного техногенно-радиационного загрязнения юго-западных районов Брянской области и республики Беларусь [3].

Итак, сеяные многолетние луга на техногенно-трансформированных местообитаниях в Брянской области – источник высококачественных ценных в пищевом отношении кормов, пастбища, что подтверждается сравнительной характеристикой с ранее проведёнными изысканиями по естественным лугам [1-3, 7, 11]. Главный контролируемый показатель радиоэкологического мониторинга в луговых местообитаниях – УА ^{137}Cs , зависящий от плотности загрязнения почв, экологических условий в которых формируются разные виды лугов и типы кормовых угодий, положения лугов в мезорельефе, находится в пределах нормативных показателей для травостоя сеяных лугов [4]. Исследованный радионуклид распределяется по высоте побега неравномерно: его наибольшее содержание зарегистрировано в горизонте до 5 см, наименьшее – в верхних частях побега. В биомассе травостоя не наблюдается ярко выраженной аккумуляции ^{137}Cs : все Кн ниже 1,0. Таким образом, на изученных сеяных лугах староосвоенного региона тщательный радиоэкологический мониторинг может осуществляться только для оперативного контроля по показаниям, для базового или фонового мониторинга.

Тяжёлые металлы, валовое содержание которых определено в каждом из укосов биомассы сеяных лугов, не поглощаются травостоем в значительном количестве, эссенциальный элемент медь, как подвиж-

ный элемент, поглощается растениями и накапливается. Это обстоятельство значимо ввиду значительной роли этого ТМ в биохимических процессах клетки, что определяет показатель биохимического мониторинга сеяных лугов. Для свинца, никеля, цинка виды растений всех типов сеяных лугов в ходе эксперимента считаются «исключителями».

Библиографический список

1. Аккумуляция ^{137}Cs растениями луговых экосистем приграничных территорий Брянской, Гомельской и Черниговской областей / А.Д. Булохов, Н.А. Сковородникова, Н.М. Дайнеко и др. // Научный диалог. 2014. № 1 (25). С. 5–13.
2. Булохов А.Д. Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России. Брянск: БГУ им. И. Г. Петровского, 2001. 296 с.
3. Тяжелые металлы компонентов луговых ценозов в условиях техногенной нагрузки [Электронный ресурс] / А.Д. Булохов, Л.Н. Анищенко, Н.Н. Панасенко и др. // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. – Режим доступа: URL: <http://www.science-education.ru/117-13337>
4. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: санитарно-эпидемиологические правила и нормы. М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.
5. ГОСТ 17.4.3.01-83. Почвы. Общие требования к отбору проб [Электронный ресурс] // Справ.-правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru>.
6. ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа [Электронный ресурс] // Справ.-правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru>.
7. Дайнеко Н.М., Тимофеев С.Ф., Жадько С.И. Продуктивность луговых экосистем поймы реки Припять при сенокосном использовании // Кормопроизводство. 2016. № 1. С. 9-12.
8. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа М 049-П/04. СПб.: ООО НПО «Спектрон», 2004. 20 с.
9. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». Менделеево: ГНМЦ «ВНИИФТРИ», 2003. 30 с.
10. Панфёров Н. В. Луговое хозяйство в поймах рек Центрального района Нечерноземья. Рязань: Русское слово, 2008. 344 с.

11. Шпаков А.С. Средообразующая роль многолетних трав в Нечерноземной зоне // Кормопроизводство. 2014. № 9. С. 12-17.
12. Растениеводство России и Брянской области: состояние и приоритеты развития отрасли / А.А. Кузьмицкая, О.Н. Коростелева, Т.В. Иванюга, А.В. Кубышкин // Продовольственная политика и безопасность. 2023. Т. 10, № 4. С. 693-718.
13. Васькин В.Ф., Кузьмицкая А.А., Коростелева О.Н. Организационно-экономические аспекты поступательного развития растениеводства в Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 4 (86). С. 29-37.
14. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просянников Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.
15. Просянников Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрохимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.
16. Сычёв С.М., Сычёва И.В., Солдатенко А.В. Физические и химические методы снижения содержания радионуклидов в продукции салата // Проблемы агрохимии и экологии. 2011. № 2. С. 38-41.
17. Сычёва И.В., Сычёв С.М. Системы защиты растений. Учебно-методическое пособие для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.04 -Агрономия профиль Земледелие / Брянск, 2022.
18. Сычева И.В. Интегрированная защита сельскохозяйственных культур. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений / Том Часть I. Брянск, 2023.

УДК 664.53

**АНАЛИЗ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ ПО КОМПЛЕКСУ
ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ**

Analysis of white mustard according to a set of economic characteristics

Велкова Н.И., к.с.-х. наук, доцент, nvelkova@yandex.ru
Velkova N.I.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет
имени Н.В. Парахина»

Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin

Аннотация: В статье представлена оценка сортов горчицы белой по комплексу важных сельскохозяйственных признаков, таких как высота растения, масса абсолютно сухого растения, семенная продуктивность и др. Изучена изменчивость сортовых признаков горчицы белой.

Abstract: *The article presents an assessment of varieties of white mustard according to a complex of important agricultural characteristics, such as plant height, weight of a completely dry plant, seed productivity, etc. The variability of varietal characteristics of white mustard has been studied.*

Ключевые слова: растения, горчица белая, почва, мед, тяжелые металлы, медь, цинк, свинец, кадмий.

Keywords: *plants, white mustard, soil, honey, heavy metals, copper, zinc, lead, cadmium.*

Лесостепь европейской части России относится к зоне интенсивного земледелия. Сельскохозяйственными угодьями здесь занято 85% территории. Ведущую роль в зоне играют культурные медоносные растения, возделываемые на больших площадях. Увеличение территорий культурных медоносов приводит к тому, что медосборы становятся более сжатыми, концентрированными во времени и легче управляемыми.

Вместе с ростом крестьянских и фермерских хозяйств появляется потребность в семенах различных культур для многоцелевого использования: на зеленое удобрение, для получения масла, сена, силоса, меда, пыльцы и пр.

Одной из таких культур является горчица белая. Она наиболее пригодна для обеспечения раннего медосбора. Медопродуктивность одного гектара посева составляет 50-100 кг/га, а у лучших сортов достигает 152-341 кг.

Основной резерв увеличения производства семян, а также медосборов с этой культуры заключается в повышении ее урожайности за счет внедрения новых сортов, совершенствования технологии их опыления, включающей последние достижения науки, а также возможность создания цветочно-нектарного конвейера путем посева горчицы белой в несколько последовательных сроков.

Результаты наших исследований показали, что скорость наступления основных фаз развития и их продолжительность может служить критерием для определения ценности сортов горчицы белой для селекции. Продолжительность их вегетационного периода слагалась из следующих фаз: «посев-всходы», «всходы-цветение», «цветение-созревание». По отдельным сортообразцам выявлены различия по продолжительности вегетационного периода и фаз его составляющих в пределах эколого-географических групп горчицы белой. Наиболее короткий период «всходы-цветение» (36-38 суток) и период вегетации (92-93 суток) имели сортообразцы: к-4199, к-4220 (Канада); к-4213 (Бельгия) из северной группы [1, с.15-17; 2, с.12-14].

Масса абсолютно сухого растения - характеризует биологический урожай сорта. У изученных сортов горчицы белой коэффициент вариации признака варьировал от 36,2 % к-245 (Пензенская обл.) до 93,1 % к-4184 (Франция), что указывает на сильную изменчивость признака. Эколого-географические группы сортов горчицы белой различаются по массе абсолютно сухого растения. Наибольшей массой абсолютно сухого растения характеризовались сорта горчицы белой: 13,8±1,87 г к-4141 (Швеция), 13,2 ±4,22 г к-4228п (Канада), 13,4±1,59 г к-4116 (Германия), 13,0±1,75 г к-308 (Дальний Восток).

Семенная продуктивность растения горчицы белой по эколого-географическим группам не различалась. Однако в пределах группы колебания были значительны. В северной группе семенная продуктивность растения варьировала от 1,0 г к-4199 (Канада) до 3,0 г к-4164 (Швеция); южной группе от 1,2 г к-4190 (Чехословакия) до 2,1 г к-4078 (Россия); средиземноморской группе 1,2 г к-4197 (Индия) до 2,4 г к-4214 (Греция). За годы проведенных исследований выделились три сортообразца горчицы белой с высокой семенной продуктивностью растения: к-308 (Дальний Восток), к-4164 (Швеция), к-4078 (Россия) [3, с. 63; 4, с. 6-7].

К хоз (коэффициент хозяйственной эффективности) можно использовать при отборе исходного материала с целью получения генотипов с высокой семенной продуктивностью. Значение коэффициента вариации Кхоз варьировало по сортам от 23,2% до 82,6%. Высокими значениями признака характеризовались сорта горчицы

белой: к-4114 (Дания), к-4219 Горно-Алтайский АО, к-4214 (Греция) [8, с. 26-28; 9, с. 122-215].

Это элемент урожая, считается одним из основных признаков. Коэффициент вариации массы стручков с растения колебался по сортам от 44,2 % к-4192 (Чехословакия) до 76,8 % к-4213 (Бельгия), указывая на высокую изменчивость признака. Значительные колебания признака наблюдались в пределах эколого-географических групп и с высоким значением признака отмечены сортообразцы к-4164) (Швеция), к-4116 (Германия), к-308 (Дальний Восток).

Масса 1000 семян – важный признак, характеризующий урожайность и технологические свойства сортов. Установлено отсутствие различий по массе 1000 семян между эколого-географическими группами. Так, у сортов из северной группы значение этого показателя варьировало от 5,2 г (к-4199) Канада до 6,7 г (к-4141) Швеция (северная); 4,9 г (к-4183) Франция до 6,3 г (к-4192) Чехословакия (южная); от 5,7 г (к-4218) Бразилия до 6,2 г (к-4214) Греция (средиземноморская).

Основным показателем возделывания горчицы белой является урожайность. Среди изученных сортов горчицы белой были отмечены наиболее высокоурожайные, превышающие контроль на 2,70 – 3,74 ц/га.

Высота растения – сортовой признак, который зависит как от генетических особенностей сорта, так и от площади питания и условий произрастания. Варьирование по высоте растений у сортов было невысоким (8,3 – 15,2 %). Несколько более высокорослыми оказались сорта из северной эколого-географической группы. В пределах групп наибольшую высоту растения имели сортообразцы: к-4113 (Дания), к-4141, к-4164 (Швеция), к-4116 (Германия), к-4160 (Чехословакия), к-308 (Дальний Восток), к-4131 (Удмуртия) – 94-97 см, а наименьшую – сортообразец к-4220 (Канада) – 70 см.

Число ветвей во многом определяет продуктивность растения. Варьирование по количеству ветвей I, II+III порядка и общего количества ветвей с растения у сортообразцов горчицы белой составило 34,9 %, 92,2 %, 55,0 %. Из сортов, образующих меньше всех ветвей первого порядка выделились сортообразцы: к-4213 (Бельгия), к-4208 (ФРГ) - северной группы; к-4217 (Венгрия) - южной группы; к-4214 (Греция) - средиземноморской группы.

Нами учитывалось общее количество стручков на растении, а так же количество стручков на ветвях и главном стебле. По наибольшему количеству стручков на главном стебле выделились сорта южной эколого-географической группы – 28,6±2,29. Большая амплитуда изменчивости наблюдается внутри групп. Так, у сортов северной

группы количество стручков на главном стебле колебалось от 21,6±1,72 (к-4208) ФРГ до 34,2±3,27 (к-242) Куйбышевская область; у сортов из южной группы от 23,5±2,18 (к-4193) Чехословакия до 35,1±2,88 (к-308) Дальний Восток - у сортов из средиземноморской группы от 24,4±2,35 (к-4197) Индия до 28,7±1,94 (к-4180) Португалия. По количеству стручков, образующихся на ветвях растения, все изучаемые нами группы сортов изменялись следующим образом: 59,5±7,64 (северная); 58,6±7,55 (южная); 54,8±7,36 (средиземноморская). Общее количество стручков с растения варьировало по группам от 81,3±9,62 (средиземноморская) до 87,0±9,90 (южная). Отмечены сорта горчицы белой с наибольшим значением признака количества стручков: к-4113 (Дания), к-4141 (Швеция), к-242 (Куйбышевская обл.), к-245 (Пензенская обл.), к-4131 (Удмуртия). Коэффициент вариации количества стручков на главном стебле, на ветвях и на растении у сортов горчицы белой в годы изучения составил 22,4-49,89 %; 30,8-64,3 %; 36,7-55,4% соответственно.

В ходе наших исследований можно сделать следующие выводы:

1. Образцы горчицы белой в пределах одной эколого-географической группы различаются по высоте растения, числу ветвей и стручков с растения, продолжительности вегетационного периода, массе абсолютно сухого растения, массе стручков с растения, массе 1000 семян, Кхоз, семенной и пыльцевой продуктивности, посещаемости пчелами, содержанием сырого жира в семенах, урожайности.

2. Генетическое разнообразие образцов горчицы белой позволило выделить по хозяйственно-ценным признакам перспективные источники, обладающие

- высокой семенной продуктивностью: к-4164 (Швеция), к-308 (Дальний Восток), к-4078 (Россия).

- раннеспелостью: к-4199 (Канада), к-4220 (Канада), к-4198 (Швеция) с продолжительностью вегетационного периода 92-93 дня.

- максимальным числом ветвей на растении: к-4199 (Канада), к-4141 (Швеция), к-4164 (Швеция), к-4221 (Франция), к-4218 (Бразилия).

- числом стручков на растении: к-4113 (Дания), к-242 (Куйбышевская область), к-245 (Пензенская область), к-4131 (Удмуртия),

к-308 (Дальний Восток), к-4078 (Россия), превышающим контроль на 9-12 шт.

3. По степени изменчивости сортовые признаки горчицы белой располагаются в следующем порядке: продолжительность вегетационного периода – 2,1%; масса 1000 семян – 10,3 %; высота растения – 10,5%; число ветвей I порядка – 36,5%; число стручков на стебле – 38,3 %; масса стручков со стебля – 38,7%; Кхоз – 42,5; число

стручков с растения – 44,6 %; число ветвей с растения – 45,2 %; масса семян в стручке – 46,9 %; масса стручков с растения – 53,7 %; масса абсолютно сухого растения – 55,4%, число стручков с ветвей – 55%; семенная продуктивность растения – 57,6 %; семенная продуктивность стебля – 61,1 %; масса стручков с ветвей – 64,6%;семенная продуктивность ветвей – 66,7 %; число ветвей II+III порядка – 89,9 %[5, с. 14-17; 6, с.32; 7, с. 22-24].

Библиографический список

1. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая – медоносная культура: монография. Орел: Орловский ГАУ, 2015. 157 с.
2. Акимов И.А., Наумкин В.П. Мед и окружающая среда // Пчеловодство. № 7. 2000. С. 12-14.
3. Наумкин В.П., Яровая Н.И. Мед – экологически чистый продукт // Пищевая промышленность. 2002. № 11. С. 63.
4. Наумкин В.П. Биомониторинг медоносных растений и продуктов пчеловодства // Пчеловодство. 2012. № 3. С. 6–7.
5. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Возделывание горчицы белой (*Sinapis alba* L) для укрепления кормовой базы пчеловодства в Орловской области: методические рекомендации. Орел, 2007. 44 с.
6. Велкова Н.И., Наумкин В.П., Мазалов В.И. Рекомендации по возделыванию горчицы белой (*Sinapis alba* L.) как медоносной культуры: рекомендации. Орел: Изд-во ГНУ ВНИИ ЗБК, 2013. 32 с.
7. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица — дар людям и пчелам // Пчеловодство. 2014. № 1. С. 22-24.
8. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Пыльцевая и нектарная продуктивность горчицы белой // Пчеловодство. 2014. № 9. С. 26-28.
9. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Возделывание горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в условиях ЦЧР: монография. Орел, 2009. 306 с.
10. Сычев С.М. Разработка элементов сортовой технологии дайкона при интродукции в юго-западной части Нечерноземья. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. Москва, 1996
11. Сычева И.В., Сычев С.М., Третьяков В.А. Вредоносность крестоцветных блошек на дайконе в условиях Еечерноземья Российской Федерации // Аграрная наука - сельскому хозяйству. материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2009. С. 17-18.
12. Сычев С.М., Сычева И.В. Товарная и семенная продуктивность дайкона в Брянской области // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 4. С. 28-29.

УДК 633.853.483:631.527

МОНИТОРИНГ СЕМЯН *SINAPIS ALBA L.* НА СОДЕРЖАНИЕ
ПОЛЛЮТАНТОВ

Seed monitoring of sinapis alba l. For the maintenance of pollutants

Велкова Н.И., к.с.-х. наук, доцент, nvelkova@yandex.ru
Velkova N.I.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет
имени Н.В. Парахина»

Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin

Аннотация: В статье представлена оценка сортов горчицы белой на содержание тяжелых металлов в семенах. В результате проведенных исследований отмечены различия у сортообразцов горчицы белой в содержании тяжелых металлов, они содержат никель, железо, медь и цинк в пределах санитарно-гигиенической нормы; выявлено высокое содержание свинца у всех сортообразцов горчицы белой, превышающее ПДК.

Abstract: *The article presents an assessment of white mustard varieties for the content of heavy metals in seeds. As a result of the conducted studies, differences in the content of heavy metals were noted in white mustard varieties, they contain nickel, iron, copper and zinc within the sanitary and hygienic norm; a high lead content was revealed in all white mustard varieties exceeding the MPC.*

Ключевые слова: горчица белая, тяжелые металлы, сортообразец, семена.

Keywords: *white mustard, heavy metals, varietal, seeds.*

Одной из ценнейших культур многоцелевого использования является горчица белая (*Sinapis alba L.*). Это однолетнее растение из семейства капустных, имеющее важное народнохозяйственное значение. Её используют как масличное, кормовое, сидеральное и медоносное растение.

В современных экологических условиях нельзя забывать о таком важном биохимическом показателе как элементный состав, который должен отвечать гигиеническим требованиям и содержать минимальное количество тяжелых металлов. Содержание, которых определяется экологической зоной выращивания, генетическими особенностями сорта и условиями года.

Целью нашей работы было проанализировать типичные сорто-

образцы горчицы белой, имеющие разное эколого-географическое происхождение, на содержание тяжелых металлов в семенах.

По способности накапливаться в растительных тканях и токсичности наибольшее значение имеют: Ni, Zn, Fe, Cu, Pb.

Никель является химически активным элементом, он обнаруживается практически во всех продуктах, поэтому его биологический эффект интенсивно исследуется. Никель поступает в атмосферу с выбросами производств металлургических, сталепрокатных, химического машиностроения, а осадками и аэрозолями разносится на значительные расстояния, загрязняя окружающие районы. Его токсичность, как и многих других металлов, зависит от химической формы соединений, от путей поступления в организм. Соединения никеля отнесены к веществам 1- и 2-го классов опасности, то есть достаточно токсичны для человека. Накопление Ni в почве и загрязнение атмосферы приводит к его аккумуляции растениями [1, с. 20-22; 2, с. 22-24].

Результаты проведенных нами исследований показали, что содержание Ni в семенах сортообразцов горчицы белой изменяется по годам исследований. Наибольшее его количество отмечено у сортообразца (к-2372) Украина – 2,80 мг/кг, а наименьшее у сортообразца (к-4186) Португалия – 0,10 мг/кг. В среднем за годы изучения содержание никеля в семенах горчицы белой варьировало по сортообразцам от 0,33 мг/кг до 1,32 мг/кг, что выше, чем у контрольного сорта ВНИИМК-518. У всех сортообразцов горчицы белой содержание Ni находилось в пределах предельно допустимой концентрации, а у сортообразца (к-2372) Украина оно превышало ПДК в 2,6 раза.

Цинк является биомикроэлементом, он обнаружен в составе более 200 ферментов, которые участвуют в метаболизме белков, углеводов, липидов и нуклеиновых кислот. Потребление цинка контролируется метаболизмом растений, но может иметь место и неметаболический процесс. Цинк не считается сильно фитотоксичным элементом, предел его токсичности зависит от генотипа [3, с. 88; 4, 55-58].

Проведенный анализ семян сортообразцов горчицы белой показал, что содержание цинка в них было незначительное по сравнению с ПДК и составило с колебанием по сортообразцам от 0,11 мг/кг у сортообразца (к-4186) Португалия до 1,46 мг/кг у сортообразца (к-4164) Швеция.

Среднее значение содержания цинка в семенах у горчицы белой варьировало от 0,41 мг/кг до 0,89 мг/кг, а у контроля ВНИИМК-518 – 0,52 мг/кг.

Железо выделяется из всех элементов преимущественной долей содержания в плодах, однако часто его содержание в них недостаточ-

но. Оно включено в перечень элементов, содержание которых контролируется (МБТ, 1989).

Наши результаты анализа тяжелых металлов показали, что содержание железа в семенах сортообразцов горчицы белой незначительное по сравнению с ПДК и в среднем за годы исследований оно колебалось от 0,41 мг/кг у сортообразцы (к-4186) Португалия до 0,89 мг/кг у сортообразца (к-4164) Швеция. У контрольного сортообразца ВНИИМК-518 содержание железа в семенах составило 0,52 мг/кг [5, с. 34-35; 6, с.35-36].

Медь, является биологически важным микроэлементом, но при высоких концентрациях может быть опасным токсикантом для живых организмов. Для растений она является одним из важных биологических элементов и ее содержание зависит от сорта, уровня обеспеченности питательными веществами и экологической обстановки.

В семенах горчицы белой было отмечено низкое содержание меди по сравнению с ПДК. Средние колебания этого металла по сортообразцам горчицы белой составили от 0,79 мг/кг (к-4186) Португалия до 1,23 мг/кг (к-2372) Украина [7, с. 65; 8, с. 24-26].

Свинец в природных условиях присутствует практически во всех растениях. Токсичность свинца для растений во многом определяется формой его нахождения в средах (почве, воздухе, воде). Поскольку концентрация свинца в растительности заметно возросла в последние годы, необходимо иметь представление о его содержании в продукции растениеводства.

При анализе семян горчицы белой на содержание свинца было установлено, что в среднем по сортам оно колебалось от 1,05 мг/кг (к-4164) Швеция до 3,69 мг/кг (к-2372) Украина. Все изучаемые сортообразцы, в том числе и контроль, значительно превышали ПДК – 3,4 – 18,5 раза [9, с. 28-32; 10, с. 20-22].

В результате проведенных исследований отмечены различия у сортообразцов горчицы белой в содержании тяжелых металлов, они содержат никель, железо, медь и цинк в пределах санитарно-гигиенической нормы; выявлено высокое содержание свинца у всех сортообразцов горчицы белой, превышающее ПДК.

При использовании семян горчицы белой в пищевой и фармацевтической отрасли, необходим постоянный мониторинг на содержание тяжелых металлов.

Библиографический список

1. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая - перспективный медонос // Пчеловодство. 2013. № 7. С. 20-22.

2. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица - дар людям и пчелам // Пчеловодство. 2014. № 1. С. 22-24.
3. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Использование горчицы белой и продуктов ее переработки в питании, медицине и косметике. Орел, 2014. 160 с.
4. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность горчицы белой // Зерновое хозяйство России. 2013. № 4. С. 55-58.
5. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Изучение пыльцевой продуктивности сортов горчицы белой разных сроков и способов посева // Наука и образование в XXI веке: сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. В 17 ч. Орел, 2014. С. 34-35.
6. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Нектаропроductивность сортов горчицы белой // Наука и образование в XXI веке: сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. В 17 ч. Орел, 2014. С. 35-36.
7. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая – медоносная культура. Орел: Орловский ГАУ, 2015. 160 с.
8. Велкова Н.И., Донская М.В., Наумкин В.П. Медоносные смеси вики посевной с горчицей белой // Пчеловодство. 2016. № 8. С. 24-26.
9. Naumkin V.P., Velkova N.I Species diversity of insects-pollinators on crops of white mustard // Вестник Орловского ГАУ. 2013. Т. 4, № 4. С. 28-32.
10. Наумкин В.П., Донской М.М. Цветение и посещаемость пчелами чины посевной // Пчеловодство. 2014. № 7. С. 20-22.

УДК 631.8:635.54

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ОРГАНИЧЕСКОГО
УДОБРЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ
В ЦИКОРИИ КОРНЕВОМ**

*Influence of mineral and organic fertilizers on the content of nutrients
in root chicory*

Пургина А.В., аспирант, nastia1998_94@mail.ru
Смольский Е.В., д. с.-х. н., доцент, sev_84@mail.ru
Purgina A.V., Smolsky E.V.

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Исследования по влиянию минерального и органического удобрения на содержание элементов питания в цикории

корневым, проводили в растительных пробах 2023 года отбора, которые получили при возделывании сорта Петровский в условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ. Выявили, что минеральные и органические удобрения по-разному действовали на изменение содержания элементов питания. Применение минерального удобрения изменяет показатель содержания азота средне, а показатель содержания фосфора и калия незначительно. Применение органического удобрения изменяет показатель содержания азота значительно, а показатель содержания фосфора и калия средне.

Abstract. *Studies on the influence of mineral and organic fertilizers on the content of nutrients in root chicory were carried out in plant samples of 2023, which were obtained during the cultivation of the Petrovsky variety in the conditions of gray forest soils of the experimental field of the Bryansk SAU. It was revealed that mineral and organic fertilizers acted differently to change the content of nutrients. The use of mineral fertilizer changes the average nitrogen content, and the phosphorus and potassium content is insignificant. The use of organic fertilizer changes the nitrogen content significantly, and the phosphorus and potassium content are average.*

Ключевые слова: цикорий корневой, серая лесная почва, макроэлементы, минеральные и органические удобрения.

Key words: *root chicory, gray forest soil, macronutrients, mineral and organic fertilizers.*

Введение. Питание сельскохозяйственных культур – важнейший элемент их роста и развития, от которого зависит качество конечной продукции урожая и, как следствие, его продаваемость [1].

Оптимизация минерального питания и правильность внесения удобрений позволяет не только увеличить урожайность, но и повысить качество продукции растениеводства. Обеспечение оптимального питания макроэлементами позволяет добиться реализации максимальной урожайности культуры и безболезненно пройти критические фазы роста, делает их устойчивыми к болезням, вредителям и неблагоприятным факторам среды [2].

Потребность каждой культуры в питательных веществах уникальна и обусловлена ее биологическими особенностями и продуктивностью. Кроме того, немаловажным фактором является формы питательных веществ, которые получают растения, а также виды минеральных удобрений [3].

Из всех элементов питания цикорий, как корнеплод, наиболее отзывчив к калию. Недостаток калийного питания приводит к нарушению метаболизма растений, дефицит этого элемента питания вызывает

ослабление деятельности ряда ферментов, нарушения в углеводном и белковом обмене в растении, усиливая затраты сахаров на дыхание, в итоге оказывая отрицательное влияние на качество урожая. При недостаточном калийном питании растения быстрее поражаются различными заболеваниями, а в период длительного хранения снижается сохраняемость урожая [4-6].

Таким образом, органические и минеральные удобрения – важнейшая составляющая, во многом определяющая будущий результат сельскохозяйственной производства. Правильное их использование, как во время основного внесения минеральных удобрений, так и во время осуществления внекорневых подкормок позволяет постоянно улучшать почвенное плодородие, и, конечно же, максимизировать урожайность сельскохозяйственных культур и качество получаемой продукции.

Цель. Изучить действие минерального и органического удобрения на содержание элементов питания в цикории корневом при выделывании в условиях серых лесных почв.

Материалы и методика исследования. Исследования по влиянию минерального и органического удобрения на содержание элементов питания в цикории корневом, проводили в растительных пробах 2023 года отбора, которые получили при возделывании сорта Петровский в условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ в стационарном полевом севообороте со следующим чередованием культур: картофель – яровая пшеница – цикорий корневым – ячмень яровой. Сорт Петровский включен в Госреестр по РФ для зон возделывания культуры. Диплоидный сорт. Растение высокое. Положение листа вертикальное. Лист длинный, широкий, темно-зеленый. Корнеплод короткий, широкий. Плечики корнеплода слегка округлые. Тенденция к цветущности отсутствует или очень слабая. Урожайность корней 157 ц/га. Товарных корнеплодов 86,2%. Содержание сухих веществ 20,5%, содержание инулина 17,3%. Вегетационный период 137 дней. По данным заявителя, очень слабо поражен корневой гнилями.

Почвенный покров представлен серой лесной почвой, сформированной на карбонатных лессовидных суглинках. Реакция почвенного раствора пахотного горизонта – 5,5-5,7 ед., содержание гумуса – 2,58-3,69 %, подвижного фосфора и калия соответственно 285-342 и 178-194 мг/кг почвы [7].

Опыт включал 3 варианта применения минерального удобрения и 2 варианта применения органического удобрения (табл. 1, 2)

Минеральное и органическое удобрение вносилось полной дозой в один приём весной перед посевом. Применяли аммиачную селитру и диаммофоску и навоз КРС.

Площадь опытной делянки составила 10,5 м², повторность опытов четырехкратная, контролем служил вариант без удобрений.

Посадку корнеплодов цикория при норме высадки 50000 шт./га проводили в начале мая вручную, с междурядьями 70 см.

В период вегетации осуществляли одну междурядную обработку и две ручные прополки, уборку вручную поделаячно в третьей декаде октября.

Лабораторно-аналитические исследования по определению элементного состава в воздушно-сухой массе проводили в соответствии с общепринятыми методиками (ГОСТ 30504-97, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 13496.4-93) в центр коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ.

Полученные результаты обрабатывали статистически, определяли изменчивости показателя [8].

Результаты исследования. Почвенно-климатические условия территории исследования и биологические особенности цикория корневого формируют урожай корнеплодов с содержанием азота, фосфора и калия соответственно 0,75, 0,30 и 1,57%. Обнаружили, что содержание калия больше азота и фосфора соответственно в 2,1 и 5,2 раза (табл. 1, 2).

Применение возрастающих доз минерального удобрения от N₆₀P₆₀K₆₀ до N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ вело к увеличению содержания азота от 0,90 до 1,02 %, изменчивость показателя содержание азота под действием минерального удобрения была средней (10% < V < 20 %). Действие минерального удобрения на изменение содержания фосфора не выявили, вне зависимости от дозы внесения содержание было 0,32 %, изменчивость показателя содержание фосфора была незначительной (V < 10 %). Наблюдали тенденцию к повышению содержания калия под действием минерального удобрения, содержание колебалось 1,77-1,81 % в зависимости от дозы внесения, при этом изменчивость показателя содержание калия была незначительной (V < 10 %) (табл. 1).

Таблица 1 – Элементный состав цикория корневого в зависимости от уровня применения минерального удобрения

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
	% (на воздушно-сухую массу)		
Контроль	0,75	0,30	1,57
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,90	0,32	1,77
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,02	0,32	1,81
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0,91	0,32	1,78
Среднее	0,90	0,32	1,73
V, %	12	3	6

Применение возрастающих доз органического удобрения от 20 до 40 т/га вело к существенному увеличению содержания азота от 0,72 до 1,03 %, изменчивость показателя содержание азота под действием органического удобрения была значительной ($V > 20 \%$) (табл. 2).

Таблица 2 – Элементный состав цикория корневого в зависимости от уровня применения органического удобрения

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
	% (на воздушно-сухую массу)		
Контроль	0,75	0,30	1,57
Навоз 20	0,72	0,41	1,89
Навоз 40	1,03	0,36	2,18
Среднее	0,83	0,36	1,88
V, %	21	15	16

Наблюдала тенденцию к повышению фосфора в корнеплоде цикория под действием органического удобрения, содержание колебалось 0,36-0,41 %, изменчивость показателя содержание фосфора была средней ($10\% < V < 20 \%$). Содержания калия под действием органического удобрения так же повышалось и колебалось 1,88-2,18 % в зависимости от дозы внесения, при этом изменчивость показателя содержание калия была средней ($10\% < V < 20 \%$) (табл. 2).

Вывод. В условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ минеральные и органические удобрения по-разному действовали на изменение содержание элементов питания. Применение минерального удобрения повышает содержание азота до 1,02, фосфора до 0,32 и калия до 1,81%, при этом только изменчивость показателя содержания азота под действием удобрения средняя, показатель фосфора и калия изменяется незначительно. Применение органического удобрения повышает содержание азота до 1,03, фосфора до 0,41 и калия до 2,18%, при этом только изменчивость показателя содержания азота под действием удобрения значительная, показатель фосфора и калия изменяется средне.

Библиографический список

1. Белоус Н.М., Ториков В.Е., Просяников Е.В. Аграрный потенциал региона можно стабильно реализовывать только на ландшафтной основе // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 1. С. 11-17.
2. Вьютнова О.М., Новикова И.А. Химический состав корнеплодов цикория // Овощи России. 2019. № 1. С. 83-85.

3. Вьютнова О.М., Новикова И.А. Хозяйственное значение и целебные свойства культуры цикория // Овощи России. 2017. № 5. С. 65-66.
4. Просянных Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрехимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.
5. Воздействие агротехнических и агрохимических мероприятий на урожайность многолетних трав и плодородие почвы / Л.П. Харкевич, Н.М. Белоус, Е.В. Смольский, С.Ф. Чесалин // Плодородие. 2013. № 4. С. 25-27.
6. Влияние предшественников, минеральных удобрений и гумата на засоренность посевов сорными растениями и урожайность корнеплодов цикория корневого / О.М. Вьютнова, И.В. Смирнова, И.А. Новикова, К.С. Максимова // Овощи России. 2022. № 6. С. 118-124.
7. Чекин Г.В., Смольский Е.В. Агрохимические свойства почв опытного поля Брянского ГАУ // Вестник БГСХА. 2022. № 5. С. 31-38.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просянных Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.
10. Просянных Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрехимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

УДК 631.8:633.63

**СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ
В КОРНЕПЛОДАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ УДОБРЕННОСТИ**

Content of food elements in sugar beet roots depending on fertilization level

Серченков А.А., аспирант, **Алексеев Н.В.**, студент
Смольский Е.В., д. с.-х. н., доцент, sev_84@mail.ru
Serchenkov A.A., Alekseenkov N.V., Smolsky E.V.

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Исследования по влиянию минерального и органического удобрения на содержание элементов питания в

корнеплодах сахарной свеклы, проводили в растительных пробах 2023 года отбора, которые получили при возделывании культуры в условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ. Установили, что удобрения по-разному действовали на изменение содержания элементов питания в корнеплодах сахарной свеклы. Применение минерального удобрения изменяло показатели содержания азота и калия значительно, фосфора – незначительно. Применение органического удобрения изменяло содержания азота и калия незначительно, фосфора – средне.

Abstract. *Studies on the influence of mineral and organic fertilizers on the content of nutrients in sugar beet root crops were carried out in plant samples in 2023, which were obtained when cultivating crops in gray forest soils of the Bryansk SAU experimental field. It was established that fertilizers acted differently to change the content of nutrients in sugar beet roots. The use of mineral fertilizer changed the nitrogen and potassium content significantly, phosphorus - slightly. The use of organic fertilizer changed the content of nitrogen and potassium slightly, phosphorus - medium.*

Ключевые слова: сахарная свекла, элементы питания, содержание, минеральные и органические удобрения, Брянская область.

Keywords: *sugar beet, elements of nutrition, content, mineral and organic fertilizers, Bryansk region.*

Введение. Продовольственная безопасность страны невозможна без возделывания сахарной свеклы, которая является сырьем для промышленного производства сахара и других видов продукции. Главным элементом в современной технологии возделывания сахарной свеклы является научно-обоснованное применение органического и минерального удобрения. Удобрения являются одним из главных факторов получения высокого урожая и качества растениеводческой продукции [1-4].

Совершенствование норм применения органического и минерального удобрения при возделывании сахарной свеклы и оценка их действия на содержания элементов питания в получаемой продукции в условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ – является особенно актуальным [5-7].

Цель. Выявить значение минерального и органического удобрения в изменении содержания элементов питания в сахарной свекле в условиях серых лесных почв.

Материалы и методика исследования. Исследования по влиянию минерального и органического удобрения на содержание элементов питания в корнеплодах сахарной свеклы, проводили в растительных пробах 2023 года отбора, которые получили при возделывании

сорта Марино в условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ в стационарном полевом севообороте со следующим чередованием культур: картофель – яровая пшеница – сахарная свекла – ячмень яровой.

Климат Брянской области умеренно теплый и влажный. Средняя температура воздуха самого холодного месяца от – 7,3 до – 8,9° С, а наиболее теплого от 18,0 до 19,5° С. Вегетационный период длится 136-154 дня, сумма активных температур составляет 2150-2450° С. По количеству осадков территория области относится к зоне умеренного увлажнения. Годовая сумма осадков составляет 530-655 мм. Из годового количества осадков на холодный период приходится примерно 30-35%, а на теплый – 60-70%. В годовом ходе месячных сумм осадков минимум приходится на февраль–март, максимум на июль. Две трети осадков в году выпадает в виде дождя, одна треть – в виде снега [8].

Участок расположен в пределах с. Кокино, Выгоничского района Брянской области. Рельеф представляет собой возвышенную платообразную равнину. Почвенный покров представлен серой лесной почвой, сформированной на карбонатных лессовидных суглинках. Реакция почвенного раствора пахотного горизонта – 5,5-5,7 ед., содержание гумуса – 2,58-3,69 % (по Тюрину), подвижного фосфора и калия соответственно 285-342 и 178-194 мг/кг почвы (по Кирсанову) [9].

Площадь опытной делянки составила 55 м², повторность опытов четырехкратная, контролем служил вариант без удобрений. Опыт включал 3 варианта применения минерального удобрения и 2 варианта применения органического удобрения (табл. 1, 2).

Минеральное и органическое удобрение вносилось полной дозой в один приём весной перед посевом. Применяли аммиачную селитру и диаммофоску и навоз КРС.

Посев семян сахарной свеклы сорта «Марино» при норме высадки 50000 шт./га проводили в начале мая, с междурядьями 70 см. В период вегетации осуществляли две междурядные обработки, уборку проводили вручную поделаяночно в третьей декаде октября.

Лабораторно-аналитические исследования по определению элементного состава в воздушно-сухой массе корнеплодов сахарной свеклы проводили в соответствии с общепринятыми методиками (ГОСТ 30504-97, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 13496.4-93) в центр коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ.

Полученные результаты обрабатывали статистически, определяли изменчивости показателя [10].

Результаты исследований. Анализ экспериментальных данных установил, что почвенно-климатические условия территории исследо-

вания и биологические особенности сахарной свеклы формируют урожай корнеплодов с содержанием азота, фосфора и калия соответственно 0,65, 0,20 и 0,80%. Обнаружили, что содержание калия больше азота и фосфора соответственно в 1,2 и 4,0 раза (табл. 1, 2).

Применение возрастающих доз минерального удобрения от $N_{60}P_{60}K_{60}$ до $N_{120}P_{120}K_{120}$ вело к увеличению содержания азота от 0,39 до 0,75 %, изменчивость показателя содержание азота под действием минерального удобрения была значительной ($V > 20$ %). Действие минерального удобрения на изменение содержания фосфора не выявили, в зависимости от дозы внесения содержание было 0,17-0,19 %, изменчивость показателя содержание фосфора была незначительной ($V < 10$ %). Наблюдали повышение содержания калия под действием минерального удобрения, содержание колебалось 0,63-1,08 % в зависимости от дозы внесения, при этом изменчивость показателя содержание калия была значительной ($V > 20$ %) (табл. 1).

Таблица 1 – Элементный состав корнеплодов сахарной свеклы в зависимости от уровня применения минерального удобрения

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
	% (на воздушно-сухую массу)		
Контроль	0,65	0,20	0,80
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,39	0,17	0,63
$N_{90}P_{90}K_{90}$	0,69	0,17	0,93
$N_{120}P_{120}K_{120}$	0,75	0,19	1,08
Среднее	0,62	0,18	0,86
V, %	26	8	22

Применение возрастающих доз органического удобрения от 20 до 40 т/га вело к тенденции увеличения содержания азота от 0,66 до 0,74 %, изменчивость показателя содержание азота под действием органического удобрения была незначительной ($V < 10$ %) (табл. 2).

Таблица 2 – Элементный состав корнеплодов сахарной свеклы в зависимости от уровня применения органического удобрения

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
	% (на воздушно-сухую массу)		
Контроль	0,65	0,20	0,80
Навоз 20	0,66	0,24	0,72
Навоз 40	0,74	0,20	0,78
Среднее	0,68	0,21	0,77
V, %	7	11	5

Наблюдалось повышение содержания фосфора в корнеплоде сахарной свеклы под действием органического удобрения, содержание колебалось 0,20-0,24 %, изменчивость показателя содержания фосфора была средней ($10\% < V < 20\%$). Содержание калия под действием органического удобрения так же повышалось и колебалось 0,72-0,78 % в зависимости от дозы внесения, при этом изменчивость показателя содержания калия была незначительной ($V < 10\%$) (табл. 2).

Вывод. В условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ минеральные и органические удобрения по-разному действовали на изменение содержания элементов питания в корнеплодах сахарной свеклы. Применение минерального удобрения повышает содержание азота до 0,75, фосфора до 0,19 и калия до 1,08%, при этом только изменчивость показателей содержания азота и калия под действием минерального удобрения значительная, показатель содержания фосфора изменяется незначительно. Применение органического удобрения повышает содержание азота до 0,74, фосфора до 0,24 и калия снижает до 0,72%, при этом только изменчивость показателей содержания азота и калия под действием органического удобрения незначительная, показатель фосфора изменяется средне.

Библиографический список

1. Минакова О.А., Тамбовцева Л.В., Ступаков А.Г. Факторы и приемы повышения продуктивности сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2011. № 10. С. 17-19.
2. Минакова О.А., Александрова Л.В., Подвигина Т.Н. Повышение продуктивности сахарной свеклы в результате длительного применения удобрений в ЦЧР (1936–2017 гг.) // Сахар. 2020. № 5. С. 16-19.
3. Ефимов В.Н., Донских И.Н., Царенко В.П. Система удобрения. М.: КолосС, 2003. 319 с.
4. Справочник свекловода России. М.: Россельхозиздат, 1986. 240 с.
5. Антонова О.И., Даскин В.Ю. Урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы гибрида Портланд при проведении подкормок на фоне допосевого удобрения и гербицидов // Вестник Алтайского ГАУ. 2013. № 11 (109). С. 33-36.
6. Пигарев И.Я., Тарасов А.А., Никитина О.В. Удобрения и биохимические свойства корнеплодов сахарной свеклы // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сб. ст. Барнаул: Алтай. ГАУ, 2017. С. 238-239.
7. Белоус Н.М., Ториков В.Е., Просянкин Е.В. Развитие

аграрного производства и занятости сельского населения – основа возрождения российских сел // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 5. С. 3-9.

8. Просянников Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрохимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

9. Чекин Г.В., Смольский Е.В. Агрохимические свойства почв опытного поля Брянского ГАУ // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 5 (93). С. 31-38.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

11. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России /Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просянников Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.

12. Развитие подотраслей садоводства, овощеводства и картофелеводства в АПК Брянской области /Сычев С.М., Бельченко С.А., Малявко Г.П., Дронов А.В., Ковалев В.В. //Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 1 (95). С. 10-20.

13. Сычёва И.В., Сычёв С.М. Системы защиты растений. Учебно-методическое пособие для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.04 -Агрономия профиль Земледелие / Брянск, 2022.

14. Сычева И.В. Интегрированная защита сельскохозяйственных культур. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений / Том Часть I. Брянск, 2023.

УДК 631.81:633.11“321”

**ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ
НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**
Impact of chemizing agents on spring wheat grain elemental composition

Каструба Е.М., аспирант, **Смольский Е.В.**, д. с.-х. н., доцент,
sev_84@mail.ru
Castruba E.M., Smolsky E.V.

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Исследования по действию минерального удобрения на элементный состав зерна яровой пшеницы, проводили в

растительных пробах зерна сорта Сударыня в условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ. Установили, что применение минерального удобрения повышает содержание азота до 2,82, фосфора до 0,51 и калия до 0,44% в продукции растениеводства, при этом только изменчивость показателя содержания азота среднее, показатели содержания фосфора и калия изменяются незначительно.

***Abstract.** Studies on the effect of mineral fertilizer on the elemental composition of spring wheat grains were carried out in plant samples of Sudarynya grain in gray forest soils of the Bryansk SAU experimental field. It was found that the use of mineral fertilizer increases the nitrogen content to 2.82, phosphorus to 0.51 and potassium to 0.44% in crop production, while only the variability of the nitrogen content indicator is average, the phosphorus and potassium content indicators vary slightly.*

Ключевые слова: яровая пшеница, серая лесная почва, элементный состав, минеральные удобрения, Брянская область.

Key words: *spring wheat, gray forest soil, elemental composition, mineral fertilizers, Bryansk region.*

Введение. Пшеница, культура без которой невозможно обеспечить продовольственную безопасность страны, она занимает первое место в мире по посевной площади. В России площади яровой пшеницей сокращаются за счет расширения площадей озимой пшеницы, что главным образом связано с более высокой урожайностью озимых зерновых. При этом яровая пшеница остается важной продовольственной культурой, она формирует зерно более высокого качества в сравнении с озимой пшеницей, является страховой культурой на случай пересева погибших озимых, обеспечивает более равномерное распределение труда сельскохозяйственных работ, требует меньших затрат на средства защиты растений, имеет широкий спектр районированных сортов [1-3].

Поэтому весьма актуально в конкретных почвенно-климатических условиях разработка системы удобрения с учетом продуктивности сортов, которая существенно повысит урожайность и качество зерна яровой пшеницы [4-6].

Цель. Определить роль минерального удобрения в изменении элементного состава зерна яровой пшеницы в условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ.

Материалы и методика исследования. Исследования по влиянию минерального удобрения на элементный состав зерна яровой пшеницы, проводили в растительных пробах 2023 года отбора, которые получили при возделывании сорта Сударыня в условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ в стационарном полевом

севообороте со следующим чередованием культур: картофель – яровая пшеница – сахарная свекла – ячмень яровой.

Климат региона умеренно континентальный с теплым летом и умеренно холодной зимой. Продолжительность вегетационного периода в среднем составляет от 124 дней до 143 дней. Количество осадков колеблется от 400 до 980 мм в зависимости от года, где на холодный период приходится 30-35 %, а на теплый приходится 65-70 % [7].

Участок расположен в пределах с. Кокино, Выгоничского района Брянской области. Рельеф представляет собой возвышенную платообразную равнину. Почвенный покров представлен серой лесной почвой, сформированной на карбонатных лессовидных суглинках. Обменная кислотность пахотного горизонта – 5,5-5,7 ед., содержание гумуса – 2,58-3,69 %, подвижного фосфора и калия соответственно 285-342 и 178-194 мг/кг почвы (по Кирсанову) [8].

Площадь опытной делянки составила 65 м², повторность опытов четырехкратная, контролем служил вариант без удобрений. Опыт включал 5 вариантов применения минерального удобрения: N₃₀P₃₀K₃₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀, N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀.

Минеральные удобрения вносили весной в форме диаммофоски (NPK – 10/26/26) и аммиачной селитры (N – 34).

Посев 0,25 т/га зерна яровой пшеницы проводили в начале мая. Технология возделывания и средства защиты растения типичная для региона исследования.

Лабораторно-аналитические исследования по определению элементного состава в воздушно-сухой массе корнеплодов сахарной свеклы проводили в соответствии с общепринятыми методиками (ГОСТ 30504-97, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 13496.4-93) в центр коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ.

Полученные результаты обрабатывали статистически, определяли изменчивости показателя [9].

Результаты исследования. Эмпирический анализ опытных данных, выявил, что почвенно-климатические условия территории исследования и биологические особенности яровой пшеницы формируют урожай зерна с содержанием азота – 1,82, фосфора – 0,48 и калия – 0,36%. Установили, что содержание азота больше фосфора и калия соответственно в 3,8 и 5,1 раза (табл. 1).

Таблица 1 – Элементный состав зерна яровой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
	% (на воздушно-сухую массу)		
Контроль	1,82	0,48	0,36
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,01	0,48	0,36
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,96	0,44	0,40
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	2,55	0,50	0,41
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	2,67	0,49	0,37
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	2,82	0,51	0,44
Среднее	2,31	0,48	0,39
V, %	18	5	8

Применение возрастающих доз минерального удобрения от N₃₀P₃₀K₃₀ до N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ вело к увеличению содержания азота от 1,96 до 2,82 %, изменчивость показателя содержание азота под действием минерального удобрения была средней (10% < V < 20 %).

Содержание фосфора в зерне яровой пшеницы не зависла от применения минерального удобрения, установили, что возрастающие дозы минерального удобрения незначительно (коэффициент вариации равен 5%, V < 10 %) изменяло показатель содержания элемента в продукции растениеводства, содержание колебалось от 0,44 до 0,51%.

Содержание калия в зерне яровой пшеницы не зависла от применения минерального удобрения, установили, что возрастающие дозы минерального удобрения незначительно (коэффициент вариации равен 8%, V < 10 %) изменяло показатель содержания элемента в продукции растениеводства, содержание колебалось от 0,36 до 0,44% (табл. 1).

Вывод. В природно-климатических условиях опытного поля Брянского ГАУ на серых лесных почвах минеральные удобрения поразному действовали на изменение элементного состава зерна яровой пшеницы. Применение минерального удобрения повышает содержание азота до 2,82, фосфора до 0,51 и калия до 0,44% в продукции растениеводства, при этом только изменчивость показателя содержания азота среднее, показатели содержания фосфора и калия изменяются незначительно.

Библиографический список

1. Войтович Н.В., Никифоров В.М. Изменение физиологических параметров сортов яровой пшеницы от технологии их возделывания // Агрохимический вестник. 2019. № 3. С. 49–53.

2. Кузнецов Д.А. Влияние минеральных удобрений и норм высева на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Аграрный научный журнал. 2020. № 11. С. 25–29.
3. Motson P.A., Naylor R., Optiz-Monasterio J. Integration of Environmental, Agronomic and Economic Aspects of Fertilizer Management // Science. 1998. Vol. 28. P. 112–115.
4. Чекин Г.В., Никифоров В.М. Развитие корневой системы яровой пшеницы на ранних стадиях онтогенеза при предпосевной обработке семян хелатными препаратами // Актуальные проблемы агротехнологий XXI века и концепции их устойчивого развития: материалы Национальной заоч. науч.-практ. конф. Воронеж, 2016. С. 34–38.
5. Чекин Г.В., Никифоров В.М., Чиколоаева Н.В. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы полифункциональными хелатными микроудобрениями // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIII междунар. науч. конф. Воронеж, 2016. С. 189–193.
6. Растениеводство: учебник для вузов / В.Е. Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова, С.В. Артюхова. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2022. 604 с.
7. Просяников Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрохимический вестник. 2021. № 6. С. 45–49.
8. Чекин Г.В., Смольский Е.В. Агрохимические свойства почв опытного поля Брянского ГАУ // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 5. С. 31–38.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просяников Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.
11. Сычёва И.В., Сычёв С.М. Системы защиты растений. Учебно-методическое пособие для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.04 -Агрономия профиль Земледелие / Брянск, 2022.
12. Сычева И.В. Интегрированная защита сельскохозяйственных культур. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений / Том Часть I. Брянск, 2023.

Пасечник Н.М., аспирант, Коваль Д.Ю., студент
Смольский Е.В., д. с.-х. н., доцент, sev_84@mail.ru
Pasechnik N.M., Koval D.Yu., Smolsky E.V.

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Исследования по влиянию минерального удобрения на элементный состав зерна ярового ячменя, проводили в растительных пробах 2023 года отбора, которые получили при возделывании сорта Сударыня. В природно-климатических условиях опытного поля Брянского ГАУ на серых лесных почвах определили, что средства химизации по-разному действовали на изменение элементного состава зерна ярового ячменя. Применение средств химизации повышает содержание азота до 2,02, фосфора до 0,52 и калия до 0,63% в продукции растениеводства, при этом только изменчивость показателя содержания азота, фосфора и калия среднее.

Abstract. *Studies on the influence of mineral fertilizer on the elemental composition of spring barley grains were carried out in plant samples of 2023, which were obtained during the cultivation of the Sudarynya variety. In the natural and climatic conditions of the experimental field of the Bryansk SAU on gray forest soils, it was determined that the means of chemization acted differently to change the elemental composition of the grain of spring barley. The use of chemicals increases the nitrogen content to 2.02, phosphorus to 0.52 and potassium to 0.63% in crop production, while only the variability of the nitrogen, phosphorus and potassium content is average.*

Ключевые слова: ячмень яровой, серая лесная почва, элементный состав, минеральные удобрения, Брянская область.

Keywords: *spring barley, gray forest soil, elemental composition, mineral fertilizers, Bryansk region.*

Введение. Ячмень является одной из основных яровых культур в России. Он является ценной зернофуражной культурой. Из зерна ячменя вырабатывают различные крупяные изделия. Зерно ячменя – непревзойденное сырье для пивоварения. Для производства высококачественного пива используются пивоваренные сорта двурядного ярового ячменя, имеющего крупное, выровненное зерно с

низким содержанием белка (менее 12,0%) [1, 2]. Поэтому в современных социально-экономических условиях необходимо производство зерна высокого качества. Для повышения валовых сборов и качества зерна необходимо подбирать новые высокоурожайные сорта, отличающиеся высокой отдачей на вносимые удобрения [3, 4].

Многолетние исследования показывают, что в условиях серых лесных почв Брянской области без применения средств химизации урожайность сортов ярового ячменя составляет 2,2-2,8 т/га [5, 6].

Поэтому актуальной задачей является разработка научно-обоснованных приёмов повышения урожайности и качества зерна ярового ячменя.

Цель. Определить значение минерального удобрения и хелатного комплекса микроэлементов при возделывании ярового ячменя в условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ на элементный состав зерна.

Материалы и методика исследования. Исследования по влиянию минерального удобрения на элементный состав зерна ярового ячменя, проводили в растительных пробах 2023 года отбора, которые получили при возделывании сорта Сударыня в условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ в стационарном полевом севообороте со следующим чередованием культур: картофель – яровая пшеница – сахарная свекла – ячмень яровой.

Климат региона умеренно континентальный с теплым летом и умеренно холодной зимой. Продолжительность вегетационного периода в среднем составляет от 124 дней до 143 дней. Количество осадков колеблется от 400 до 980 мм в зависимости от года, где на холодный период приходится 30-35 %, а на теплый приходится 65-70 % [7].

Участок расположен в пределах с. Кокино, Выгоничского района Брянской области. Рельеф представляет собой возвышенную платообразную равнину. Почвенный покров представлен серой лесной почвой, сформированной на карбонатных лессовидных суглинках. Реакция почвенного раствора пахотного горизонта – 5,5-5,7 ед., содержание гумуса – 2,58-3,69 %, подвижного фосфора и калия соответственно 285-342 и 178-194 мг/кг почвы [8].

Площадь опытной делянки составила 65 м², повторность опытов четырехкратная, контролем служил вариант без удобрений. Схема применения минерального удобрения: N₃₀P₃₀K₃₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀, N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀. Минеральные удобрения вносили весной в форме диаммофоски (НРК – 10/26/26) и аммиачной селитры (N – 34).

Хелатный комплекс микроэлементов вносили совместно с гербицидной и фунгицидной обработкой в период вегетации растения.

Технология возделывания и средства защиты растения типичная для региона исследования. Посев 0,25 т/га зерна ярового ячменя сорта Грейс проводили в начале мая.

Лабораторно-аналитические исследования по определению элементного состава в воздушно-сухой массе корнеплодов сахарной свеклы проводили в соответствии с общепринятыми методиками (ГОСТ 30504-97, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 13496.4-93) в центр коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ.

Полученные результаты обрабатывали статистически, определяли изменчивости показателя [9].

Результаты исследования. Анализ экспериментальных данных, выявил, что почвенно-климатические условия территории исследования и биологические особенности ярового ячменя формируют урожай зерна с содержанием азота – 1,34, фосфора – 0,41 и калия – 0,47%. Определили, что содержание азота больше фосфора и калия соответственно в 3,3 и 2,9 раза (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание макроэлементов в зерне ярового ячменя в зависимости от уровня минерального питания

Вариант	Азот		Фосфор		Калий	
	% (на воздушно-сухую массу)					
	1*	2	1	2	1	2
Контроль	1,34	1,44	0,41	0,36	0,47	0,44
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,51	1,43	0,40	0,38	0,49	0,41
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,96	1,53	0,46	0,38	0,50	0,45
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,84	1,90	0,40	0,45	0,45	0,60
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	2,02	1,98	0,48	0,41	0,63	0,55
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	1,98	1,60	0,52	0,44	0,55	0,56
Среднее	1,78	1,65	0,45	0,40	0,52	0,50
V, %	16	14	11	9	13	16

*Примечание: 1 – без применения хелатного комплекса микроэлементов, 2 – применение хелатного комплекса микроэлементов.

Использование хелатного комплекса микроэлементов при возделывании ярового ячменя повышает содержание азота на 0,10%, и снижает содержание фосфора и калия соответственно 0,05 и 0,04 %.

Применение возрастающих доз минерального удобрения от N₃₀P₃₀K₃₀ до N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ вело к увеличению содержания азота от 1,51 до 2,02 %, изменчивость показателя содержание азота под действием минерального удобрения была средней (10% < V < 20 %).

Применение хелатного комплекса микроэлементов совместно с

дозами минерального удобрения от $N_{30}P_{30}K_{30}$ до $N_{180}P_{180}K_{180}$ вело к увеличению содержания азота от 1,43 до 1,98 %, изменчивость показателя содержание азота под действием средств химизации средняя ($10\% < V < 20\%$) (табл. 1).

Применение возрастающих доз минерального удобрения от $N_{30}P_{30}K_{30}$ до $N_{180}P_{180}K_{180}$ вело к увеличению содержания фосфора от 0,40 до 0,52 %, изменчивость показателя содержание фосфора под действием минерального удобрения была средней ($10\% < V < 20\%$).

Применение хелатного комплекса микроэлементов совместно с дозами минерального удобрения от $N_{30}P_{30}K_{30}$ до $N_{180}P_{180}K_{180}$ вело к увеличению содержания фосфора от 0,38 до 0,45 %, изменчивость показателя содержание фосфора под действием средств химизации незначительная ($V < 10\%$).

Применение возрастающих доз минерального удобрения от $N_{30}P_{30}K_{30}$ до $N_{180}P_{180}K_{180}$ вело к увеличению содержания калия от 0,45 до 0,63 %, изменчивость показателя содержание калия под действием минерального удобрения была средней ($10\% < V < 20\%$).

Применение хелатного комплекса микроэлементов совместно с дозами минерального удобрения от $N_{30}P_{30}K_{30}$ до $N_{180}P_{180}K_{180}$ вело к увеличению содержания фосфора от 0,41 до 0,60 %, изменчивость показателя содержание калия под действием средств химизации средняя ($10\% < V < 20\%$) (табл. 1).

Вывод. В природно-климатических условиях опытного поля Брянского ГАУ на серых лесных почвах средства химизации по-разному действовали на изменение элементного состава зерна ярового ячменя. Применение средств химизации повышает содержание азота до 2,02, фосфора до 0,52 и калия до 0,63% в продукции растениеводства, при этом только изменчивость показателя содержания азота, фосфора и калия среднее.

Библиографический список

1. Растениеводство: учебник для вузов / В.Е. Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова, С.В. Артюхова. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2022. 604 с.
2. Перспективы применения полифункциональных хелатных комплексов для формирования высоких урожаев пивоваренного ячменя / В.М. Никифоров, А.Л. Силаев, Г.В. Чекин и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2017. № 6 (64). С. 8-14.
3. Белоус Н.М., Ториков В.Е., Просянников Е.В. Развитие аграрного производства и занятости сельского населения – основа возрождения российских сел // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 5. С. 3-9.

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

5. Efficiency of multifunctional chelate complexes used during spring wheat cultivation / V.M. Nikiforov, M.I. Nikiforov, G.V. Chekin, A.L. Silaev et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: the proceedings of the conference AgroCON,2019. С. 012127.

6. Применение хелатов микроэлементов в технологии возделывания озимой тритикале / В.М. Никифоров, М.И. Никифоров, А.Л. Силаев и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 5 (75). С. 28-34.

7. Просянных Е.В., Малякко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрохимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

8. Чекин Г.В., Смольский Е.В. Агрохимические свойства почв опытного поля Брянского ГАУ // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 5 (93). С. 31-38.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

УДК 633.12:631.8:631.524.84:539.16

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА
ПРОДУКТИВНОСТЬ ГРЕЧИХИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В
УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АГРОЦЕНОЗОВ**

*Efficiency of chemistry means influence on the productivity of buckwheat
when cultivating in the conditions of radioactive contamination
of agrocenosis*

Пашковская А.А., аспирант, e-mail: bgsha@bgsha.com

Силаев А.Л., кандидат с.-х. наук, e-mail: bgsha@bgsha.com

Шаповалов В.Ф., д.с.-х.н., профессор, e-mail: bgsha@bgsha.com

ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Изучено действие минеральных удобрений и биопрепарата Альбит на урожайность и качество зерна гречихи в условиях дерново-подзолистой песчаной почвы при радиоактивном загрязнении

территории. Установлено, что самый высокий урожай зерна гречихи формировался в варианте с применением полного минерального удобрения $N_{120}P_{60}K_{120}$ на фоне обработке растений биопрепаратом Альбит. Изучаемые системы удобрения повышали содержание сырого протеина с 90%. Масса 1000 зерен под влиянием средств химизации изменялась от 29,8 до 36,1 %. Натура зерна влиянием применяемых систем удобрения повышалась с 430 до 466 г/л, выход крупы варьировался в пределах 56,31-59,87%, пленчатость зерна по вариантам опыта снижалась с 21,8 до 20,3%. Удельная активность цезия -137 в зерне гречихи под действием систем удобрения уменьшилась с 42 до 15 Бк/м². Зерно гречихи полученное в опыте по удельной активности в нем цезия-137 пригодно для использования на пищевые цели без ограничений.

Abstract. *The effect of mineral fertilizers and the biopreparation Al'bit on the yields and quality of buckwheat grain in soddy-podzolic sandy soil with radioactive contamination of the territory was studied. It was established that the highest yield of buckwheat grain was formed in the variant using the complete mineral fertilizer $N_{120}P_{60}K_{120}$ against the background of treating the plants with the biopreparation Al'bit. The fertilization systems studied increased crude protein content from 90%. The weight of 1000 grains under the influence of chemicalization agents varied from 29.8 to 36.1%. The grain nature under the influence of the applied fertilizer systems increased from 430 to 466 g/l, the grain yield varied between 56.31-59.87%, the filminess of the grain according to the experimental variants decreased from 21.8 to 20.3%. The specific activity of cesium -137 in buckwheat grain under the influence of fertilizer systems decreased from 42 to 15 Bq/m². Buckwheat grain obtained in an experiment based on the specific activity of cesium-137 in it is suitable for use for food purposes without restrictions.*

Ключевые слова: гречиха, минеральные удобрения, биопрепарат Альбит, урожай, качество, цезий – 137.

Key words: *buckwheat, mineral fertilizers, biopreparation Al'bit, yield, quality, cesium – 137.*

Важнейшим условием решения проблемы продовольственной безопасности России является увеличение объемов производства растениеводческой продукции где зерну принадлежит ведущая роль. (1,2).

Одним из факторов увеличения производства товарных ресурсов продовольственного и фуражного зерна является интенсификация его производства посредством применения научно-обоснованных элементов технологии возделывания зерновых культур, внедрения новых адаптированных сортов, системы удобрения, способа уборки (3,4,5).

В настоящий период в решении стратегической задачи стоящей перед сельхозпроизводителями обеспечение народонаселения страны экологически безопасными продуктами зерновой отрасли АПК среди которых гречиха как зерно крупная культура занимает особое место. Обладая уникальным биохимическим составом зерна выделяющим его среди других хлебов по пищевому, лечебному и диабетическому значению. Содержание в зерне рутина (витамина Р) повышает значимость этой культуры среди зерновых хлебов. Кроме того гречиха другие зерновые культуры по содержанию в зерне фолиевой кислоты, рибофлавина, треонина и других аминокислот (G)/

В определенных, благоприятных погодно-климатических условиях гречиха как медоносная культура способна обеспечивать производство до 120 кг/га товарного меда, как одно из ценнейших продуктов питания обладающего лекарственными свойствами (7).

Возможность высевать гречиху в поздние сроки и высокая скороспелость позволяет быть ей в ряду страховых культур, среди яровых культур зерновых хлебов при необходимости проведения повторных посевов (8).

В настоящее время объемы производства зерна в значительной степени не удовлетворяют потребности народонаселения страны в зерне гречихи по причине относительно низкой урожайности (0,8-1,3 т/га), при реальной продуктивности новых сортов этой культуры (9).

При обширном радиоактивном загрязнении территории юго-запада Брянской области в почвенном покрове в основном преобладают дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава разработка и внедрение адаптивных систем удобрения с преобладанием калийных удобрений важнейший агрохимический прием позволяющий реализовать в практике сельскохозяйственного производства генетический потенциал перспективных адаптированных сортов гречихи.

Цель исследования – определить эффективность применяемых систем удобрения в комплексе с биопрепаратом Альбит при возделывании гречихи сорта Девятка в условиях радиоактивного загрязнения дерново – подзолистой песчаной почвы.

Методика. Полевые опыты закладывали в 2021-2023 годах на опытном поле Новозыбковской СХОС филиале ФНЦ ВИК имени В.Р. Вильямса и на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ. Почва опытного участка дерново-подзолистая, рыхлопесчаная, с содержанием органического вещества (по Тюрину) 1,7-1,9%, рН_{KCl} - 6,6-6,9, Н_г - 0,58-0,76 мМоль/100г почвы, содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) соответственно 366-383 и 69-84мг/кг почвы. Плотность загрязнения почвы 328-360 Бк/м².

Повторность опыта трехкратная, размещение делянок в опыте систематическое, площадь опытной делянки – 90 м². Возделывали гречиху сорта Девятка, норма высева 5,0 млн/га всхожих зерен.

Удобрения (азотные, фосфорные и калийные) вносили в предпосевную обработку почвы. Препарат Альбит из расчета 50 мг/га применяли в форме некорневой подкормки опрыскиванием вегетирующих растений гречихи перед началом фазы бутонизации. Регулятор роста Альбит, ТПС (д.в. 6,2г/кг

поли-бета гидромасляной кислоты, 29,8 г/кг магния сернокислого, 91,1 г/кг калия фосфорнокислого двузамещенного, 91,2 г/кг калия азотнокислого, 181,5 г/кг карбомида) - препарат биологического происхождения, рекомендованный к применению для повышения полевой всхожести сельскохозяйственных культур, активизации ростовых и синтетических процессов, повышения устойчивости к неблагоприятным факторам среды и поражению болезнями, повышению урожайности, улучшению качества продукции, снижению содержания микотоксинов в товарной продукции. Схема опыта включала следующие варианты: Контроль (без удобрений); Альбит; P₆₀K₆₀; N₆₀P₆₀R₆₀; N₆₀P₆₀K₉₀; N₆₀P₆₀K₁₂₀; N₆₀K₆₀⁺Альбит; N₆₀P₆₀K₆₀⁺Альбит; N₆₀P₆₀K₉₀⁺Альбит; N₆₀ + P₆₀ + K₁₂₀ + Альбит. Применяли следующие формы минеральных удобрений: аммиачная селитра (34,4% N), суперфосфат двойной гранулированный (48% P₂O₅), калий хлористый (56% K₂O).

Уборку урожая зерна проводили малогабаритным комбайном «Сампо- 500», сплошным комбайнированием, поделяночно. Учет урожая весовой, урожайность зерна приводили к 100 чистоте и стандартной влажности. Полевые и лабораторно-аналитические исследования проводили по общепринятым в агрохимический службе методике в центре комплексного пользования научным оборудованием и приборами при Брянском ГАУ.

Удельную активность цезия -137 в зерне гречихи определяли на измерительном комплексе УСК и «Гамма плюс» с программным обеспечением «Прогресс-2000» в геометрии Маринелли. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли по Б.А. Доспехову (1985). Наиболее благоприятными по условиям увлажнения и температурному режиму были 2020 и 2023 годы, 2021 год характеризовался неустойчивым увлажнением во вторую половину вегетации.

Наименьший урожай зерна гречихи формировался на контрольном варианте составляя в среднем 0,63 т/га (таблица 1). В менее благоприятном 2021 году урожайность зерна гречихи по изучаемым вариантам опыта изменялась 0,58 до 1,42 т/га. Урожайность зерна гречихи при обработке растений биопрепаратом Альбит в среднем за годы ис-

следований повышалась на 0,14 т/га или на 22,0% относительно контроля.

Таблица 1 -Урожайность зерна гречихи в зависимости от применяемых удобрений и биопрепарата Альбит, т/га

Вариант	Урожайность				Прибавка к контролю, т/га	Окупаемость удобрений прибавкой зерна, кг/кг
	2021 г	2022 г	2023 г	среднее		
Контроль (без удобрений)	0,58	0,65	0,66	0,63	-	-
Альбит	0,65	0,81	0,85	0,77	0,14	-
P ₆₀ K ₆₀	0,74	0,86	0,95	0,85	0,22	1,83
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,18	1,29	1,31	1,26	0,63	3,50
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	1,24	1,40	1,77	1,37	0,74	3,52
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	1,26	1,48	1,52	1,42	0,79	3,29
P ₆₀ K ₆₀ +Альбит	0,99	1,21	1,19	1,13	0,50	4,17
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +Альбит	1,85	1,53	1,56	1,48	0,85	4,72
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +Альбит	1,40	1,66	1,68	1,58	0,95	4,52
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ +Альбит	1,42	1,74	1,85	1,67	1,04	4,33
НСР _{0,5} , т/га	0,67	0,69	0,70	-	-	-

От внесения фосфорно-калийного удобрения P₆₀K₆₀ урожайность зерна гречихи в среднем за годы исследований повышалась на 0,22 т/га или на 34,9%. Применение полного минерального удобрения в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ обеспечило повышение урожайности зерна гречихи в среднем 0,63 т/га или на 100% относительно контроля. Внесение калийных удобрений в возрастающих дозах 90 и 120 кг/га д.в. в составе полного минерального удобрения способствовало повышению урожайности зерна гречихи относительно контроля на 0,74-0,79 т/га или на 117-125%. Обработка вегетирующих растений гречихи биопрепаратом Альбит обеспечило повышение урожайности зерна гречихи в среднем на 0,14 т/га или на 22%. При обработке посевов гречихи биопрепаратом Альбит на фоне фосфорно-калийного удобрения обеспечило урожайность зерна гречихи на уровне 1,13 т/га прибавка от биопрепарата Альбит достигла 0,28 т/га. При обработке посевов гречихи биопрепаратом Альбит на фоне полного минерального удобрения с возрастающими дозами калия от 60 до 120 кг/га д.в. способствовало

увеличению урожайности зерна гречихи на 0,85-1,04 т/га, при величине прибавки от 0,21 до 0,25 т/га. В среднем за годы исследований максимальный урожай зерна гречихи 1,67 т/га формировался при применении полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{120}$ в комплексе с обработкой посевов гречихи биопрепаратом Альбит, окупаемость удобрений прибавкой урожая была максимальной в варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ +Альбит составляя в среднем 4,72 кг/га.

Таблица 2 - Содержание сырого протеина в зерне гречихи и размеры его сбора в зависимости от применяемых средств химизации.

Вариант	Содержание, %				Сбор сырого белка, т/га
	2021 г	2022 г	2023 г	среднее	
Контроль (без удобрений)	11,3	11,5	11,2	11,3	0,071
Альбит	11,4	11,4	11,6	11,4	0,088
$P_{60}K_{60}$	12,2	12,6	12,4	12,4	0,105
$N_{60}P_{60}K_{60}$	12,4	12,6	12,5	12,5	0,157
$N_{60}P_{60}K_{90}$	12,6	13,0	13,2	12,9	0,177
$N_{60}P_{60}K_{120}$	12,8	13,2	13,3	13,1	0,186
$P_{60}K_{60}$ +Альбит	12,8	12,8	13,1	12,9	0,143
$N_{60}P_{60}K_{60}$ +Альбит	12,4	12,8	13,3	12,8	0,189
$N_{60}P_{60}K_{90}$ +Альбит	13,7	13,3	13,5	13,5	0,213
$N_{60}P_{60}K_{120}$ +Альбит	13,8	13,2	13,6	13,7	0,229
НСР _{0,5} , т/га	0,29	0,30	0,39		

Под влиянием применяемых удобрений как при отдельном внесении, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит отмечено повышение в зерне гречихи содержание сырого протеина (таблица 2). В среднем за годы исследований содержание сырого протеина в зерне гречихи по вариантам опыта изменялось в пределах 11,3-13,7%.

Наиболее высокое содержание сырого протеина в зерне гречихи отмечено в вариантах с применением полного минерального удобрения с возрастающими дозами калия на фоне обработки растений биопрепаратом Альбит, при самом высоком его содержании 13,7% и максимальном сборе белка с единицы площади равном 0,229 т/га в варианте $N_{60}P_{60}K_{120}$ +Альбит.

Принято считать, что технологические (физические) показатели качества зерна весьма значимы при хранении, перемещении и переработке полученной товарной продукции зерновых культур. Одним из важнейших показателей качества зерна продовольственного зерна явля-

ется натура, которая представлена объемной массой 1 литр в граммах. Установлено, что зерно с меньшим содержанием мякинных оболочек (пленок) и с более высоким содержанием эндосперма, хорошо выполнено. От содержания мякинной оболочки зависит выход ядра зерна. Как правило зерно с высокой натурой обеспечивает получение товарной продукции с меньшими затратами энергии. При крупяном производстве особое значение имеет такой показатель как выход крупы.

Таблица 3. - Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на физические показатели качества зерна гречихи (среднее за 2021-2023гг).

Вариант	Масса, 1000 зерен, г	Натура, г/л	Выход крупы, %	Выход крупы, %	Пленчатость, %	Пленчатость, %
Контроль (без удобрений)	29,8	430	56,31	56,31	21,8	21,8
Альбит	30,6	436	57,39	57,39	21,6	21,6
P ₆₀ K ₆₀	31,8	439	57,46	57,46	21,4	21,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	32,4	442	58,83	58,83	20,4	20,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	33,6	447	58,88	58,88	20,9	20,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	34,3	453	58,91	58,91	20,7	20,7
P ₆₀ K ₆₀ + Альбит	32,6	456	58,94	58,94	20,9	20,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ Альбит	33,9	458	59,44	59,44	20,7	20,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Альбит	34,8	463	59,66	59,66	20,6	20,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Альбит	36,1	466	59,87	59,87	20,3	20,3
НСР ₀₅	1,4	1,98	0,72	0,72	0,31	0,31

Установлено, что масса 1000 зерен под действием применения средств химизации возросла. Наименьшая масса 1000 зерен гречихи составляла 29,8г и повышалась по вариантам опыта до 36,1 г. Применение биопрепарата Альбит способствовало повышению массы 1000 зерен гречихи с 29,8 до 36,1г.

Показано, что в среднем за годы исследований, наибольшая натура зерна гречихи формировалась при применении полного минерального удобрения с возрастающими дозами калия на фоне обработки посевов гречихи биопрепаратом Альбит (таблица 3). Выход крупы в среднем за годы исследований в зависимости от применяемых систем удобрения изменялся в пределах 56,31% (контроль) до 59,87% в варианте с применением полного минерального удобрения N₆₀P₆₀K₁₂₀ в

комплексе с биопрепаратом Альбит. Под влиянием средств химизации отмечено снижение пленчатости гречихи. Зерно гречихи с наименьшей пленчатостью 20,3 % было получено в варианте с внесением полного минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{120}$ на фоне обработки растений гречихи биопрепаратом Альбит.

Проведенными исследованиями установлено, что под влиянием применяемых удобрений как отдельно, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит снижалось поступление цезия-137 в урожай зерна гречихи в сравнении с контрольным вариантом (таблица 4).

В среднем за годы исследований на контрольном варианте удельная активность цезия-137 составляла 42 Бк/кг при допустимом уровне 60 Бк/кг (ВП 13.5. 13/06-01).

Таблица 4. - Влияние средств химизации на изменение удельной активности цезия-137 в зерне гречихи, Бк/кг

Вариант	Удельная активность				Кратность снижения, раз
	2021 г	2022 г	2023 г	Среднее	
Контроль (без удобрений)	42	41	42	42	-
Альбит	34	34	35	34	1,23
$P_{60}K_{60}$	40	28	31	31	1,35
$N_{60}P_{60}K_{60}$	31	31	32	33	1,27
$N_{60}P_{60}K_{90}$	30	28	31	30	1,40
$N_{60}P_{60}K_{120}$	28	26	27	27	1,55
$P_{60}K_{60}$ +Альбит	26	24	25	25	1,68
$N_{60}P_{60}K_{60}$ +Альбит	20	18	21	20	2,1
$N_{60}P_{60}K_{90}$ +Альбит	18	16	19	18	2,3
$N_{60}P_{60}K_{120}$ +Альбит	16	14	15	15	2,8
НСР _{0,5} , Бк/кг	3	5	5	-	

При обработке растений гречихи биопрепаратом Альбит отмечено уменьшение удельной активности цезия-137 в урожае зерна гречихи в сравнении с контролем в 1,23 раза. Применение фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{60}$ позволило уменьшить удельную активность цезия-137 в зерне гречихи относительно контроля в 1,35 раза. При внесении возрастающих доз калия от 60 до 120 кг/га д.в. отмечено уменьшение удельной активности цезия-137 в зерне гречихи в сравнении с контролем в 1,35-1,55 раза. Применение полного минерального удобрения с возрастающими дозами калия на фоне обработки растений гречихи биопрепаратом Альбит уменьшало удельную активность цезия-137 в зерне гречихи в сравнении с контролем в 2,1-2,8 раза.

Таким образом, можно заключить, что при возделывании гречихи на дерново-подзолистой, рыхлопесчаной радиоактивно загрязненной почве наиболее эффективным является применение полного минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{120}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит, обеспечивающее урожайность зерна гречихи в среднем 1,67 т/га. Наиболее высокое содержание сырого белка 13,7% и максимальная величина его сбора 0,229т/га с единицы площади посева отмечено при применении полного минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{120}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит.

Библиографический список

1. Урожайность зерновых культур и уровень плодородия почвы в зависимости от внесения удобрений, типа почвы в системе севооборота / И.Н. Романова и др. // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2 (44). С. 57-60.
2. Мельникова О.В., Ториков В.Е., Осипов А.А. Эффективность использования солнечной энергии посевами озимой пшеницы при разных технологиях возделывания // Агрехимический вестник. 2017. Т. 3, № 3. С. 6-10.
3. Оценка эффективности средств химизации при возделывании озимой пшеницы на радиоактивно загрязненной почве / Е.В. Справцева, Р.В. Мимонов, Н.М. Белоус и др. // Агрехимический вестник. 2019. № 2. С. 42-47.
4. Зотиков В.И. Зернобобовые и крупяные культуры – актуальное направление качества продукции // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 3 (23). С. 23-28.
5. Принципы ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в условиях юго-запада центрального региона России / О.В. Мельникова, В.Е. Ториков, В.Н. Репникова, Д.М. Мельников // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 2. С. 9-8.
6. Бобков С.В., Зотиков В.И., Михайлова, Уварова О.В. Биохимическая характеристика белков семян современных сортов гречихи // Земледелие. 2015. № 5. С. 42-43.
7. Зерновые и зернобобовые культуры / В.Н. Наумкин, А.А. Хмельницкий, В.А. Шевченко и др. М., 2008.
8. Федотов В.А., Корольков П.Т., Кадыров С.В. Гречиха в России: монография. Воронеж: Изд-во Исток, 2009. 316 с.
9. Фесенко А.Н. Влияние удобрений на урожайность современных сортов гречихи различного морфотипа // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 1. С. 10-14.
10. Ведение земледелия на территориях подвергшихся радио-

активному загрязнению / Р.М. Алексахин, Т.Л. Жигарева, А.Н. Ратников, Т.Н. Попова // Земледелие. 2006. № 3. С. 22-27.

11. Алексахин Р.М., Лунев И.И. Техногенное загрязнение сельскохозяйственных угодий (исследование, контроль и реабилитация территорий) // Плодородие. 2011. № 3. С. 32-35.

12. Калинов А.Г., Милютин Е.М. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании ярового ячменя и овса на радиоактивно-загрязненной почве // Агрехимический вестник. 2020. № 3. С. 77-82.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 135 с.

14. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просяников Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.

15. Просяников Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрехимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

16. Сычѳва И.В., Сычѳв С.М. Системы защиты растений. Учебно-методическое пособие для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.04 -Агрономия профиль Земледелие / Брянск, 2022.

17. Сычева И.В. Интегрированная защита сельскохозяйственных культур. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений / Том Часть I. Брянск, 2023.

УДК 631.147:504

АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И КАРБОНОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Agrochemical justification of production and carbon farming

Поддубная О. В. к. с.-х. наук, доцент, olga.gorki@mail.ru
Poddubnaya O.V.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
Belarusian State Academy of Agriculture

Аннотация. Проведен анализ актуальных проблем карбонового земледелия. Рассмотрены экологические функции агрохимии для успешного развития органического земледелия и сохранения почвенного плодородия.

Abstract. *An analysis of current problems of carbon farming was carried out. The environmental functions of agrochemistry for the successful development of organic farming and preservation of soil fertility are considered.*

Ключевые слова: карбоновое земледелие, агрохимия, агроэкосистема, почвенное плодородие, сельское хозяйство, удобрения.

Keywords: *carbon farming, agrochemistry, agroecosystem, soil fertility, agriculture, fertilizers.*

Современное земледелие по мнению ученых-аграриев призвано обеспечить решение трех основных взаимосвязанных задач: производство необходимой растениеводческой продукции, повышение плодородия почв, экологическая безвредность производства и получаемой продукции.

Жизнь тесно связана с плодородием почвенного покрова Земли. Как подчеркивал один из создателей агрохимии – Ю. Либих, чтобы сохранить плодородие почвы необходимо вернуть ей всё, что выносятся с поля с урожаем. Рост населения планеты, изменение рациона питания, а, следовательно, увеличение спроса на продукты питания потребовали существенной интенсификации сельскохозяйственного производства. В связи с этим большое внимание придается развитию высокопродуктивного земледелия, проблемам воспроизводства плодородия почв и обеспечения населения качественными продуктами питания. Одним из мощных факторов интенсификации земледелия и растениеводства являются минеральные и органические удобрения.

В мировой практике декарбонизация экономики и стремление к углеродной нейтральности – одна из целей до 2050 года. На международном уровне начинает формироваться понимание, что в вопросе изменения климата сельхозпроизводство не только источник проблемы, но и ключевой элемент решения. Если раньше сельское хозяйство воспринималось, с одной стороны, как одна из причин изменения климата, а с другой – как одна из основных его жертв, и вопрос ставился только о сокращении воздействия климатических изменений на сельхозпроизводство и его адаптации к меняющемуся климату [1,2,3].

Стратегия содержит список мероприятий по отраслям, в том числе в сельском хозяйстве. В агросекторе, в частности, предполагается внедрение принципов точного земледелия, соблюдение норм и сроков внесения удобрений и агрохимикатов, использование технологий повышения урожайности в растениеводстве и продуктивности в животноводстве и др. Также необходимо обеспечить накопление углерода в почвах лугов, пастбищ и залежей [2].

Практика регенеративного сельского хозяйства направлена на то, чтобы избежать многих определяющих характеристик обычного сельского хозяйства. Например, синтетические удобрения, являющиеся одним из основных элементов традиционного сельского хозяйства, способствовали значительному повышению урожайности во всем мире. Однако такое повышение урожайности достигается за счет экологических издержек, связанных с загрязнением окружающей среды и деградацией земель (в частности, деградации способствует использование неорганических удобрений без органических добавок); происходит ухудшение структуры почвы и биотической функции.

На протяжении тысячелетий использование животных удобрений (навоза) в сельском хозяйстве было обычным делом, однако в результате «зеленой революции» на их смену пришли синтетические удобрения. При этом органическое вещество является ключевым компонентом хорошо функционирующей почвы, и существует положительная связь между использованием навоза и содержанием гумуса. Процесс накопления гумуса и преобразование углерода в почве требует времени. Однако изменение подхода к обработке грунта того стоит. Ведь у регенеративных методов есть два ключевых преимущества: они могут противодействовать изменению климата и сделать агросистемы более устойчивыми к болезням, экстремальным погодным условиям и вредителям. К тому же реализация такого подхода в перспективе помогает фермерам экономить за счет уменьшения количества обработок почвы и внесения удобрений [3,4].

Регенеративное сельское хозяйство было широко изучено в литературе, проведены сотни длительных экспериментов по всему миру. В широком смысле его принципы направлены на имитацию местных экосистем, которые, как доказано, обладают более высокими запасами почвенного углерода, чем обычные годичные пахотные земли.

С позиции агропочвоведения к принципам углеродного земледелия относят:

- приоритизацию вегетативного покрова на почве (т.е. покровных культур, растительных остатков);
- сокращение нарушений почвы (т.е. сокращение объемов обработки почвы, нулевая обработка почвы, ресурсосберегающее сельское хозяйство);
- увеличение количества и разнообразия органических остатков в почве (т.е. увеличение органического вещества почвы, агролесоводство, интегрированное животноводство, севооборот);
- максимальное повышение эффективности использования питательных веществ и воды растениями (т.е. увеличение органического вещества почвы, включая многолетние травы и деревья) [1,3,5].

Актуальными проблемами карбонового земледелия остаются недостаточные исследования в этой области. Кроме того, по оценкам специалистов переходной период может составить около 4 лет, в течение которых аграриям придется недополучать урожай и нести повышенные расходы. Тем не менее, некоторые крупные европейские агропроизводители уже начали внедрять карбоновое земледелие на своих полях. А такие известные производители удобрений, как K+S и Arkor, работают над созданием безопасной агрохимии.

Не остаются в стороне и ученые Беларуси. Органическое производство на территории Республики Беларусь имеет свои особенности, определяемые экономическими и почвенно-климатическими условиями. Это обуславливает необходимость проведения исследований по разработке агробиологических и агротехнических приемов органического земледелия для условий нашей страны со сравнительной оценкой урожайности, качества и экономических показателей органической продукции.

Исследования проводили в полевом технологическом опыте на опытном поле института почвоведения и агрохимии. На высококультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве в варианте с органоминеральной системой удобрения при химической защите посевов урожайность овса составила 56,4 ц/га, картофеля – 397 ц/га, гречихи – 30,0 ц/га, кабачка – 146,2 т/га. В органической системе земледелия наиболее эффективным удобрением был подстилочный навоз крупного рогатого скота. Тем не менее в данном варианте по сравнению с применением удобрений, согласно технологическим регламентам возделывания культур в традиционной системе земледелия, урожайность овса и 91 гречихи была ниже на 9 %, картофеля – на 12 %, кабачка – на 34 %. В варианте только с запашкой соломы и сидератов урожайность соответственно была ниже картофеля на 31 %, гречихи – на 18 %, кабачка – на 58 %, т.е. чем требовательнее культура к плодородию почвы, тем урожайность при органическом производстве продукции ниже. Максимальное содержание белка в клубнях картофеля (10,8 %) и в зерне гречихи (12,7 %) отмечено в варианте с органоминеральной системой удобрения. При органической системе земледелия в зависимости от удобрения содержание белка было в клубнях на уровне 7,2–8,1 %, зерне – 9,1–12,6 %. Содержание всех незаменимых аминокислот в клубнях картофеля имело выраженную тенденцию к снижению при органической системе земледелия по сравнению с органоминеральной системой удобрения. При органической системе земледелия содержание нитратов в клубнях картофеля было в среднем на 42 % ниже, в

плодах кабачков – на 27 % ниже, чем при органоминеральной системе удобрения [6].

Однако для того, чтобы общая структура карбонового сельского хозяйства была успешной, она должна включать разумную политику, государственно-частное партнерство, точные методологии количественной оценки и вспомогательное финансирование для эффективно внедрения прямых, научно обоснованных решений.

Переход сельского хозяйства на ресурсосберегающие практики, внедрение методов карбонового земледелия позволят существенно сократить углеродный след сельхозпродукции, превратить сельхозпроизводителя, землепользователя в поставщика услуг по поглощению углерода. Внедрение новых методов хозяйствования потребует и новых подходов к селекции сельскохозяйственных и лесных растений, переориентации селекционной работы на новые характеристики, включая повышение способности к поглощению атмосферного углерода и снижение потребности в применении удобрений и средств защиты растений.

Библиографический список

1. Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России: экспертный доклад / М.П. Орлов, К.В. Пиксендеев, Ю.Е. Ровнов и др.; под ред. А.Ю. Иванова, Н.Д. Дурманова. М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. 120 с
2. Aertsens J., De Nocker L., Gobin A. Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture // *Land Use Policy*. 2013. N 31. P. 584–594 // Сайт Science Direct. (дата обращения 01.03.2024).
3. Towards a global-scale soil climate mitigation strategy / W. Amelung et al. // *Nature Communications*. 2020. N 11 (1). P. 1–10 // Сайт журнала Nature. (дата обращения 01.03.2024).
4. Поддубная О.В. Практическая химия в приложении к аграрным специальностям биологического профиля // Женщины-ученые Беларуси и Польши: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 26 марта 2020 г. / редкол.: И.В. Казакова, И.В.Олюнина. Мн.: БГУ, 2020. С. 259-264.
5. Просянных Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // *Агрохимический вестник*. 2021. № 6. С. 45-49.
6. Сравнительная эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в традиционной и органической системах земледелия / Т.М. Серая и др. // *Почвоведение и агрохимия*. 2019. № 1 (62). С. 82–91.

7. Белоус Н.М., Драганская М.Г., Бельченко С.А. Системы удобрений и реабилитация песчаных почв: монография. Брянск, 2010. 224 с.

8. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просяников Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.

9. Сычев С.М., Сычева И.В., Рыченкова В.М. Агротехнологические особенности выращивания овощных культур в Центральном регионе РФ. Учебно-методическое пособие для проведения лабораторно-практических занятий со студентами направления подготовки 35.03.03 Агрохимия и почвоведение / Брянск, 2021.

10. Сычёва И.В., Сычѳв С.М. Системы защиты растений. Учебно-методическое пособие для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.04 -Агрономия профиль Земледелие / Брянск, 2022.

11. Сычева И.В. Интегрированная защита сельскохозяйственных культур. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений / Том Часть I. Брянск, 2023.

УДК 631.452

**ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
НА ОСНОВНЫЕ АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ**

*Influence of agricultural use on the basic agrochemical indicators
of soil fertility*

Поддубный О.А., к. с.-х. наук, доцент, olga.gorki@mail.ru

Поддубная О. В. к. с.-х. наук, доцент, olga.gorki@mail.ru

Poddubny O. A., Poddubnaya O.V.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
Belarusian State Academy of Agriculture

Аннотация. В статье дан анализ влияния использования пахотных суглинистых почв Голочинского района на основные агрохимические показатели почвенного плодородия. Установлено, что за последние два тура агрохимического обследования кислотность снизилась на 0,11 единиц, содержание гумуса увеличилось на 0,06 %, содержание

подвижного фосфора уменьшилось на 4, а калия – увеличилось на 98 мг/кг почвы, индекс окультуренности увеличился на 0,02 ед.

***Abstract.** The article provides an analysis of the influence of the use of arable loamy soils in the Tolochin region on the main agrochemical indicators of soil fertility. It was found that over the last two rounds of agrochemical examination, acidity decreased by 0,11 units, humus content increased by 0.06%, the content of available phosphorus decreased by 4, and potassium increased by 98 mg/kg of soil, the cultivation index increased by 0, 02 units*

Ключевые слова: агрохимические показатели почв, баланс гумуса, почвенное плодородие.

***Keywords:** agrochemical indicators of soils, gumus balance, soil fertility.*

Важнейшей задачей, стоящей перед сельскохозяйственным производством, является дальнейшее совершенствование интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур на основе лимитирующих факторов, что должно обеспечить получение высоких экономически обоснованных урожаев при хорошем качестве продукции [1,2]. Основной особенностью и принципиальной сущностью нынешнего этапа сельскохозяйственного производства является необходимость наращивания сельскохозяйственного производства в условиях сокращения потребления энергоресурсов. Учитывая экономическую ситуацию и мировой опыт, развитие отрасли земледелия и растениеводства в республике должно базироваться на стратегии адаптивной интенсификации, характеризующейся биологизацией и экологизацией интенсификационных процессов [3].

Плодородие почв и уровень применения удобрений на современном этапе развития земледелия являются также наиболее важными условиями повышения устойчивости растений к неблагоприятным погодным условиям. Научно обоснованное применение удобрений на дерново-подзолистых легкосуглинистых и супесчаных почвах способствует формированию около половины продуктивности сельскохозяйственных культур в севооборотах [4,5].

Разработку и проведение мероприятий по рациональному использованию почв и повышению уровня их плодородия невозможно осуществлять, не опираясь на материалы агрохимических исследований земель сельскохозяйственного назначения [1,2,4,6].

Цель работы: установить влияние использования пахотных суглинистых почв Толочинского района на основные агрохимические показатели почвенного плодородия. Агрохимические показатели являются важной составляющей общей оценки потенциального плодо-

родия почв. В условиях интенсивного использования земель происходит существенное изменение свойств почв [3,4,7].

Анализ динамики агрохимических показателей пахотных почв Толочинского района проводился по результатам крупномасштабных агрохимических исследований за период с 2016 по 2020 годы. Общая площадь пахотных земель Толочинского района в 2020 г. составляла свыше 55,6 тыс. га. На долю суглинистых почв приходится 50,9 %, супесчаные занимают 46,1 %, песчаные – 2,9% и на торфяные почвы приходится 0,14 %

Потенциальное плодородие – это суммарное плодородие почвы, определяемое ее приобретенными в процессе почвообразования или созданными (измененными) человеком свойствами. Характеризуется запасами элементов питания растений, формами их соединений и сложным взаимодействием всех других свойств, определяющих способность почвы в благоприятных условиях обеспечения растений другими факторами – водой, воздухом, теплом (а это возможно при окультуривании) – длительное время мобилизовать в необходимых для растений количествах элементы питания и поддерживать высокий уровень эффективного плодородия [5,6].

Различные растения предъявляют неодинаковые требования к почвенным условиям. Поэтому говорят об относительном плодородии почв, т.е. по отношению к определенным видам растений или растительным формациям. Одна и та же почва может быть плодородной для одних и малопродуктивной для других растений [6,7].

Одним из показателей почвенного плодородия является кислотность. Различные сельскохозяйственные культуры неодинаково реагируют на реакцию почвенного раствора. Реакция почвы также влияет на эффективность использования растениями элементов питания и применения минеральных удобрений, на образование и закрепление гумусовых веществ, биологическую активность почвы [4,6].

За анализируемый период в Толочинском районе произошло увеличение доли площадей суглинистых почв V и VI групп кислотности на 12%. В целом по району прослеживается тенденция уменьшения доли площадей почв I – IV, а также VI групп кислотности. Основные массивы пахотных почв Толочинского района располагаются на почвах IV и V групп кислотности, средневзвешенное значение pH_{kcl} увеличилось до 5,96, что свидетельствует о рациональном и научно обоснованном применении известковых мелиорантов [2,3].

Гумус выступает не только как основной накопитель питательных веществ в почве, особенно азота, но и играет важную роль в формировании почвенного плодородия и основных почвенных свойств и

режимов [1,3,4]. Одним из важных показателей повышения содержания и накопления гумуса является внесение органических удобрений. За период с 2015 по 2020 годы дозы органических удобрений на пахотных землях остались практически на том же уровне –10,2 т/га, что является недостаточным для обеспечения повсеместного бездефицитного баланса гумуса. К 2020 году на пахотных суглинистых почвах района наблюдается положительная тенденция уменьшения доли площадей почв I – III групп на 6,2 %. Средневзвешенное содержание гумуса увеличилось на 0,06 %, но не достигло оптимальных параметров.

На песчаных почвах, как и суглинистых, наблюдается положительная тенденция улучшения гумусного состояния. Увеличилась доля площадей почв IV – VI групп на 27,8 % и снизилась доля площадей почв остальных групп, особенно со средним содержанием гумуса – на 20,1 %. Средневзвешенное содержание гумуса в песчаных почвах увеличилось на 0,28 % и даже превышает оптимальные параметры. Основные массивы пахотных почв Толочинского района (41,2 %) располагаются на почвах с повышенным содержанием гумуса. Средневзвешенное содержание гумуса составляет 2,29 %, что на 0,04 % выше предыдущего тура обследований.

Анализ динамики содержания подвижного фосфора и калия в пахотных почвах Толочинского района проводился по результатам крупномасштабных агрохимических исследований за период с 2016 по 2020 годы [3, 4]. За анализируемый период наблюдается уменьшение доли площадей суглинистых и супесчаных пахотных почв с очень низким и низким (I и II группы) и очень высоким (VI группа) содержанием подвижного фосфора. Средневзвешенное содержание подвижного фосфора в суглинистых почвах уменьшилось на 4 мг/кг почвы и значительно ниже оптимальных параметров, а в супесчаных – увеличилось на 8 мг/кг почвы, но еще не достигло оптимальных параметров. К 2020 г. наблюдается увеличение доли площадей песчаных почв I и II групп обеспеченности на 5,3 и 1,7 % соответственно, и в тоже время значительное снижение доли площадей с высоким (на 5,9 %) и средним (на 3,9 %) содержанием подвижного фосфора. Средневзвешенное содержание подвижного фосфора в песчаных почвах снизилось и составляет 148 мг/кг почвы, что немного ниже оптимальных значений.

По содержанию подвижного калия в пахотных почвах наблюдается тенденция к уменьшению доли площадей минеральных почв с очень низким и низким, а в суглинистых – и со средним содержанием данного элемента. На суглинистых и супесчаных почвах уменьшилась доля площадей почв с очень высоким содержанием подвижного калия на 2,0 и 1,2 % соответственно. Средневзвешенное значение подвижно-

го калия в минеральных почвах увеличилось, особенно в песчаных – на 34 мг/кг почвы, и находится в оптимальных значениях.

Из всего комплекса агрохимических свойств почв, с которыми связан урожай и которые отражают уровень почвенного плодородия, наиболее важное значение имеют кислотность (pH_{KCl}), содержание подвижного фосфора (P_2O_5), калия (K_2O) и гумуса. Поэтому по их содержанию принято оценивать окультуренность почв и для них определены оптимальные параметры [2,3].

Для практических расчетов установлены следующие минимальные агрохимические показатели: для pH – 3,5; для содержания P_2O_5 и K_2O – 20 (минеральные почвы) и 100 мг/кг почвы (торфяно-болотные почвы); для содержания гумуса – 0,5 %. Если фактический показатель больше оптимального, то в формуле вместо фактического значения записывается его оптимальный показатель (табл. 1).

Таблица 1 - Относительный индекс и индекс окультуренности

Агрохимические показатели	Год			
	2016		2020	
	$I_{отн}$	$I_{ок}$	$I_{отн}$	$I_{ок}$
pH_{KCl}	0,77	0,72	0,82	0,74
Гумус	0,67		0,70	
P_2O_5	0,63		0,61	
K_2O	0,80		0,84	

К 2020 году наблюдается тенденция увеличения относительных индексов за исключением подвижного фосфора, индекс по которому уменьшился на 0,02.

В целом индекс окультуренности пахотных суглинистых почв между последними турами обследования увеличился до 0,74.

В итоге, анализ динамики агрохимических показателей пахотных суглинистых почв Толочинского района показывает, что за последние два тура агрохимического обследования кислотность снизилась на 0,11 единиц, содержание гумуса увеличилось на 0,06 %, содержание подвижного фосфора уменьшилось на 4, а калия – увеличилось на 98 мг/кг почвы, индекс окультуренности увеличился на 0,02 ед.

Балл пахотных суглинистых почв Толочинского района колеблется по культурам от 51 до 75 и в целом составляет 55.

Библиографический список

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2017-2020 гг.) / И.М. Богдевич и др.;

под общ. ред. И.М. Богдевича. Мн.: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2022. 276 с.

2. Рыбчик М.С., Поддубный О.А. Динамика содержания подвижного фосфора и калия в пахотных почвах Толочинского района в процессе окультуривания // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам XXI междунар. науч.- практ. конф. Горки: БГСХА, 2023. С. 209-212.

3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. /отв. за вып. З.В. Якубовская. Мн., 2020. 178 с.

4. Методика полевого исследования почв [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nebijitel.ru/metodika-polevogo-issledovaniya-pochv-3.html>. – Дата доступа: 10.02.2022.

5. Поддубный О.А., Поддубная О. В. Мониторинг агрохимических показателей пахотных почв в процессе окультуривания // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVIII междунар. науч. конф., март 2021г. Брянск, 2021. С. 119-125.

6. Мамеева В.Е. Иванюга Т.В. Оптимизация мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам XI междунар. науч.-практ. конф. Горки: БГСХА, 2018. С. 131-133.

7. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Научные основы агрономии. 3-е изд., стер. СПб., 2020.

8. Растениеводство России и Брянской области: состояние и приоритеты развития отрасли / А.А. Кузьмицкая, О.Н. Коростелева, Т.В. Иванюга, А.В. Кубышкин // Продовольственная политика и безопасность. 2023. Т. 10, № 4. С. 693-718.

9. Белоус Н.М., Драганская М.Г., Бельченко С.А. Системы удобрений и реабилитация песчаных почв: монография. Брянск, 2010. 224 с.

10. Моисеенко Ф.В., Белоус Н.М. Влияние длительного применения удобрений на физические свойства дерново-подзолистой песчаной почвы // Почвоведение. 1997. № 11. С. 1310-1312.

11. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просяников Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.

12. Просяников Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрохимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

УДК 633.2.03:539.16

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕНА МНОГОЛЕТНИХ
ЗЛАКОВЫХ ТРАВ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ УЛУЧШЕНИИ
ЗАЛИВНЫХ ЛУГОВ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ**

*Productivity and hay quality of perennial cereal herbs at surface
improvement of flood meadows in conditions of radioactive contamination
of the territory*

Агрошенко П.П., аспирант, *e-mail: bgsha@bgsha.com*
Шаповалов В.Ф., д.с.-х.н., профессор, *e-mail: bgsha@bgsha.com*
Потепай С.Н., к.с.-х.н., доцент, *e-mail: snpotsepai@yandex.ru*
Atroschenko P.P., Shapovalov V.F., Potsepai S.N.

ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Изученная эффективность действий минеральных удобрений при поверхностном улучшении естественных кормовых угодий центральной поймы заливного луга при радиоактивном загрязнении почвы установлено, что самая высокая урожайность сена многолетних трав первого укоса получена при $N_{60}P_{60}K_{90}$, второго при применении $N_{90}K_{90}$. Показано, что урожайность сена многолетних трав при поверхностном улучшении в среднем за годы исследований была выше в сравнении с естественным травостоем. Под влиянием минеральных удобрений различной степени насыщения отмечено повышение показателей биохимического состава корма. Концентрация остаточных нитратов в сене многолетних трав первого и второго укосов было ниже предельного допустимого уровня. Применение азотных удобрений в составе НРК способствовало повышению удельной активности ^{137}Cs в сене многолетних трав первого и второго укосов. Возрастающая доза калийного удобрения в составе НРК уменьшали удельную активность цезия—137 в сене многолетних трав до уровней соответствующих санитарно- гигиенического норматива.

Abstract. *The effectiveness of mineral fertilizers at superficial improvement of natural forage lands of the central floodplain of the flood meadow with radioactive soil contamination was studied, it was established that the highest hay yields of perennial grasses of the first cutting was obtained at $N_{60}P_{60}K_{90}$, the second at application of $N_{90}K_{90}$. It is shown that hay yields of perennial grasses at superficial improvement on average for years of researches was higher in comparison with natural herbage. Under the*

influence of mineral fertilizers of different degrees of saturation, the increase of indicators of biochemical composition of forage was noted. The concentration of residual nitrates in the hay of perennial grasses of the first and second cuttings was below the maximum permissible level/ The use of nitrogen fertilizers in the composition of NPK contributed to an increase in the specific activity of ¹³⁷Cs in the hay of perennial grasses of the first and second cuttings. An increasing dose of potassium fertilizer in the NPK composition reduced the specific activity of cesium-137 in perennial grass hay to levels corresponding to sanitary and hygienic standards.

Ключевые слова: естественные кормовые угодья, поверхностное улучшение, минеральные удобрения, многолетние травы, урожайность, качество, цезий-137.

Key words: *natural forage lands, superficial improvement, mineral fertilizers, perennial grasses, productivity, quality, cesium-137.*

Важнейшее значение в успешном функционировании продовольственного комплекса страны имеет создание стабильно устойчивой кормовой базы для животноводства. Известно, что важнейшим источником как зеленых, так и грубых кормов для животноводческой отрасли АПК являются естественные кормовые угодья [1]. Следует отметить, что 2/3 их площади нуждаются в улучшении из-за низкого качества и мелиоративной неустроенности земель: 30% эродировано и дефлировано, около 23% переувлажненных и заболоченных, 38% засоленные солонцеватые, 11% каменистые, 40% залесенные, закустаренные, закочкаренные.

Проведение агротехнических мероприятий в комплексе с агрохимическими посевами высокопродуктивных злаковых многолетних травы позволяет повысить продуктивность улучшенных кормовых угодий в пять раз и более и получить высококачественные энергонасыщенные корма [2].

После аварии на Чернобыльской АЭС в Брянской области более 491 тыс. га кормовых угодий оказались радиоактивно загрязненными и в следствии этого корма полученные с таких лугов и пастбищ занимая значительный объем превышает санитарно-гигиенический норматив по удельной активности радионуклидов, что создает реальную угрозу здоровья человека проживающего населения [3]. Учитывая это, организация и проведение комплекса защитных мероприятий по реабилитации радиоактивно – загрязненных естественных кормовых угодий на основе проведения поверхностного обработки почвы, посева высокопродуктивных мятликовых многолетних трав, применение полного минерального удобрения с повышенными дозами калийного удобре-

ния в его составе, открывает возможность выращивать высококачественные, энергонасыщенные экологически безопасные корма [4].

Цель исследований: изучить эффективность действия минеральных удобрений на урожайность и качество сена многолетних трав при поверхностном улучшении естественного луга центральной поймы.

Условия и методика исследований: Исследования проводились в стационарном опыте, заложенном в 1994 году в Новозыбковском районе Брянской области на участке центральной поймы реки Ипуть. Почва аллювиальная дерново-оглеенная песчаная с содержанием органического вещества (по Тюрину) 3,08-3,33; рН_{KCl} 5.2-5.6, подвижного фосфора 640-680 мг/кг, обменного калия (по Кирсанову) 165-180 мг/кг. Плотность загрязнения почвы цезием -137 на период проведения исследований 759-867 кБк/м².

Предусмотрены следующие фоны: 1. Естественный травостой, 2. Сеяная злаковая травосмесь. При поверхностном способе улучшения радиоактивно загрязненных кормовых угодий предусматривалось проведение обработки дернины дисковой бороной БДФ – 2,4 в двух направлениях под углом 90°, с последующим фрезерованием почвы ФБК- 2 в двух направлениях под углом 90°, предпосевное прикатывание почвы катками ЗКВТ- 1,5. Посев травосмеси злаковых проводили сеялкой СЗТ -3,6 в конце второй декады августа месяца. Состав сеяной злаковой травосмеси: овсяница луговая (*Festuca pratensis*) 6кг/га, лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*) – 5 кг/га, двукисточник тростниковый (*Phalaris arundinacea* L.) – 7 кг/га.

Минеральные удобрения применяли в форме аммиачной селитры (34,4% N), двойного гранулированного суперфосфата (48% P₂O₅), калия хлористого (56% K₂O). Азотные и калийные удобрения вносили дробно: половину расчетной дозы под первый укос, вторую половину под второй укос, фосфорные вносили в один прием. Система удобрений включала варианты: 1. Контроль без удобрений; 2. P₆₀K₉₀; 3. N₉₀P₆₀K₆₀; 4. N₉₀P₆₀K₉₀. 5. N₉₀P₆₀K₁₂₀; 6. N₉₀K₁₂₀; 7. N₁₂₀P₆₀K₁₂₀; 8. N₁₂₀P₆₀K₁₅₀; 9. N₁₂₀P₆₀K₁₈₀. Повторность опыта трёхкратная, площадь опытной делянки 63 м², расположение вариантов рендомизированное [4,5,6].

Урожайность зленой массы многолетних трав убирали сплошным поделяночным скашиванием травостоя косилкой Е302 с последующим взвешиванием массы на весах. Урожайность многолетних трав первого укоса учитывали в середине июня, второго в конце августа месяца. Урожайность сена определяли, высушиванием зеленой массы с 1м² до воздушного сухого состояния и постоянного веса с последующим пересчетом на сено.

Удельную активность цезия -137 в сене многолетних трав на универсальном спектрометрическом комплексе УСК «Гамма Плюс» с программным обеспечением «Прогресс 2000» руководствуясь методическими рекомендациями. Исследования проводили по общепринятым методикам (), полученные результаты подвергали дисперсионному и корреляционному анализу с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 7.0 (Statsoft, Inc. США).

Результаты исследований: Наименьший урожай сена первого укоса в среднем за годы исследований был получен в контрольном варианте на естественном травостое и мятликовой травосмеси (Табл. 1.) На естественном травостое урожай сена первого укоса в контрольном варианте в среднем составлял 1,52 т/га, а урожайность сена сеяной травосмеси была выше на 0,27 т/га. Применение фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{45}$ позволило повысить урожайность сена первого укоса естественного травостоя в среднем на 1,57 т/га, или 2,03 раза относительно контроля. Прибавка урожая сена первого укоса на фоне поверхностной обработки в этом варианте составляла 1,62 т/га или 1,9 раза выше в сравнении с контролем.

Таблица 1. Показатели динамики биомассы травостоя (урожайности, т/га) при вариантах мелиоративных опытов с разными дозами удобрений и поверхностной обработке почвы

Первый укос							
Вариант	луга естественного происхождения						
	динамика биомассы				прибавка		
	2019	2020	2021	среднее	к контролю	от N	от K
Контроль	1,51	1,46	1,58	1,52	-	-	-
$P_{60}K_{45}$	2,86	2,97	3,44	3,009	1,57	-	-
$N_{45}P_{60}K_{45}$	5,92	5,35	5,71	5,66	4,14	2,57	-
$N_{45}P_{60}K_{60}$	6,21	5,71	6,11	6,01	4,49	-	0,35
$N_{45}P_{60}K_{75}$	6,41	6,12	6,27	6,27	4,75	-	0,61
$P_{60}K_{45}$	3,12	2,83	3,07	3,00	1,48	-	-
$N_{60}P_{60}K_{60}$	6,23	6,50	6,54	6,42	4,90	3,42	-
$N_{60}P_{60}K_{75}$	6,29	6,61	6,58	6,49	4,97	-	0,07
$N_{60}P_{60}K_{90}$	6,52	6,83	6,621	6,66	5,14	-	0,24
НСП0.5, чист	0,56						
НСП 0.5 – обр. почвы	0,20						
НСП 0.5 – удобрения	0,23						

Продолжении таблицы 1

Второй укос							
Контроль	0,58	0,65	0,63	0,62	-	-	-
K ₄₅	1,17	1,44	1,28	1,30	0,68	-	-
N ₄₅ K ₄₅	3,12	3,33	3,06	3,17	25,5	1,87	-
N ₄₅ K ₆₀	4,05	3,51	3,33	3,63	30,1	-	0,46
N ₄₅ K ₇₅	4,39	3,62	3,73	3,91	32,9	-	0,74
K ₆₀	1,42	1,74	1,58	1,58	0,96	-	-
N ₆₀ K ₆₀	4,93	4,28	4,16	4,29	3,67	2,71	-
N ₆₀ K ₇₅	4,56	4,49	4,35	4,47	3,85	-	0,18
N ₆₀ K ₉₀	4,93	4,70	4,63	4,75	4,13	-	0,46
НСР 0,5, част	0,43						
НСР 0,5 – обр. почвы	0,14						
НСР 0,5 – удобрения	0,30						
Первый укос							
поверхностная обработка (дискование)							
динамика биомассы				прибавка			
	2019	2020	2021	среднее	к контролю	от N	от K
Контроль	1,81	1,69	1,88	1,79	-	-	-
P ₆₀ K ₄₅	3,12	3,46	3,66	3,41	1,62	-	-
N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	6,59	5,78	5,94	6,10	4,31	2,69	-
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	6,72	6,21	6,34	6,42	4,63	-	0,32
N ₄₅ P ₆₀ K ₇₅	6,93	6,41	6,61	6,65	4,86	-	0,55
P ₆₀ K ₄₅	2,97	3,66	3,99	3,54	1,75	-	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,86	6,14	6,43	6,48	4,69	2,94	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₇₅	6,95	6,61	6,34	6,63	4,84	-	0,15
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	7,04	6,77	6,61	6,81	5,02	-	0,33
НСР0,5, чист							
НСР 0,5 – обр. почвы							
НСР 0,5 – удобрения							
Второй укос							
поверхностная обработка (дискование)							
динамика биомассы				прибавка			
	2019	2020	2021	среднее	к контролю	от N	от K
Контроль	0,61	0,65	0,73	0,66	-	-	-
K ₄₅	1,42	1,31	1,62	1,45	0,79	-	-
N ₄₅ K ₄₅	3,87	3,35	3,42	3,45	2,88	2,0	-

Продолжении таблицы 1

N ₄₅ K ₆₀	4,32	3,61	3,58	3,84	3,18	-	0,39
N ₄₅ K ₇₅	4,43	4,22	4,08	4,24	3,58	-	0,79
K ₆₀	1,67	1,77	1,91	1,78	1,07	-	-
N ₆₀ K ₆₀	5,22	4,34	4,25	4,37	3,71	2,59	-
N ₆₀ K ₇₅	5,46	4,53	4,35	4,78	4,12	-	0,41
N ₆₀ K ₉₀	5,88	4,65	4,77	5,10	4,44	-	0,73
НСП 0,5, част							
НСП 0,5 – обр, почвы							
НСП 0,5 – удобрения							

Повышение дозы калийного удобрения до 60 кг/га д.в. способствовало повышению урожайности сена многолетних трав независимо от способа обработки почвы. Внесение азотного удобрения в дозе N₄₅ кг/га д.в. на фоне фосфорно-калийного удобрения способствовало росту урожайности сена многолетних трав естественного травостоя в сравнении с контролем более чем в 2,7 раза, урожайность сена первого укоса сеяной злаковой травосмеси повысилась в сравнении с контролем в 3,4 раза. Внесение калия в дозах от 60 до 75 кг/га д.в. в составе полного минерального удобрения увеличивало урожайность сена первого укоса многолетних трав независимо от проводимых агротехнических мероприятий. Прибавки от азота были значительно выше, чем от калия. Тенденция в действии минеральных удобрений на урожайность сена второго укоса практически была такой же, как и в первом укосе при применении дозы азота 60кг/га д.в. на фоне фосфорно-калийного P₆₀K₆₀ и при внесении возрастающих доз азота с 60 до 90 кг/га д.в. Наиболее высокий урожай как естественного, так и сеяного травостоя многолетних трав формировался в варианте с внесением полного минерального удобрения N₆₀P₆₀K₉₀ [7,8,9].

Проведенные исследования показали, что применяемая системы удобрений оказывали такое же действие на формирование урожая сена второго укоса многолетних трав как естественного травостоя, так и сеяной мятликовой травосмеси как при формировании урожая сена многолетних трав первого укоса. В среднем за годы проведения опытов урожайность сена второго укосов в контрольном варианте как естественного, так и сеяного травостоя различалась незначительно и составляли 0,62-0,66 т/га. Под влиянием действия фосфорно-калийного удобрения в дозе P₆₀K₄₅ урожайность сена второго укоса увеличилась на 0,68 /га на естественном травостое относительно контроля, на сея-

ной мятликовой травосмеси эффективность фосфорно-калийного удобрения оказалось выше. Более высокие прибавки сена второго укоса относительно контроля были отмечены от внесения азотного удобрения в дозе 45 кг/га д.в., как на естественном травостое, так и на сеяной злаковой травосмеси. Прибавка урожайности сена от внесения азотного удобрения на естественном травостое в среднем составляла 1,87 т/га, на сеяной злаковой травосмеси 2,0 т/га, или более чем в три раза в сравнении с контролем. При внесении калийного удобрения в возрастающих дозах в составе полного минерального удобрения величине прибавок урожая сена второго укоса были значительно ниже независимо от способа проведенных агротехнических мероприятий. Увеличение дозы азота до 60 кг/га д.в., повышало урожайность сена второго укоса. В среднем за годы проведения опытов на естественном травостое прибавка урожая сена второго укоса от азотного удобрения на уровне 2,71 т/га., на сеяной мятликовой травосмеси 2,59 т/га, что более чем в три раза превышает урожайность сена на контрольном варианте. При увеличении доз калия от 75 до 90 кг/га д.в. на фоне азотно-фосфорного удобрения повышало урожайность сена от азота была выше, чем от калия, максимальный урожай сена второго укоса многолетних трав как естественного, так и сеяного травостоя при внесении полного минерального удобрения в дозе N₉₀K₉₀ [10,11,12,13].

При проведении защитных мероприятий по реабилитации радиоактивно загрязненных естественных кормовых угодий отмечается улучшение показателей качества сена многолетних трав (табл. 2).

Таблица 2. Качественные характеристики фитомассы травостоя лугов различного происхождения в зависимости от мелиоративных мероприятий

Вариант	Естественный травостой				Поверхностная обработка			
	содержание в сухом веществе				содержание в сухом веществе			
	сырой протеин, %	сырая зола, %	каротин мг/кг	нитраты, мг/кг	сырой протеин, %	сырая зола, %	каротин мг/кг	нитраты, мг/кг
Первый укос								
Контроль	10,08	7,29	17,8	178	10,21	7,40	18,6	187
P ₆₀ K ₄₅	10,29	7,55	18,7	210	10,53	7,62	19,0	210
N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	13,96	8,49	24,4	235	14,08	8,53	25,9	231
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	14,62	8,54	25,3	244	14,69	8,61	26,4	242
N ₄₅ P ₆₀ K ₇₅	14,89	8,70	26,4	249	15,13	8,74	26,9	250
P ₆₀ K ₆₀	11,60	7,57	24,1	218	11,85	8,59	25,0	216
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,50	8,63	27,6	254	14,72	8,67	29,7	253
N ₆₀ P ₆₀ K ₇₅	15,04	8,93	30,5	260	15,19	8,97	31,9	269
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	15,24	9,36	31,9	266	15,56	9,32	32,6	274

Продолжении таблицы 21

НСП 0,5, част	0,53	0,02	3,3	7,2				
НСП0,5 – обр, почвы	0,18	0,01	1,2	2,0				
НСП 0,5 – удобрения	0,36	0,01	2,4	5,3				
Второй укос								
Контроль	8,83	7,33	15,6	243	8,93	7,38	15,9	241
K ₄₅	9,52	8,10	22,3	256	9,65	8,12	23,0	252
N ₄₅ K ₄₅	10,46	8,27	25,7	2,70	10,67	8,29	26,5	265
N ₄₅ K ₆₀	12,19	8,40	26,6	294	12,42	8,40	27,5	293
N ₄₅ K ₇₅	14,79	8,44	31,2	337	14,73	8,47	32,3	341
K ₆₀	9,69	8,15	23,3	358	9,76	8,18	23,9	362
N ₆₀ K ₆₀	13,66	4,41	30,7	368	13,69	8,44	31,1	3,66
N ₆₀ K ₇₅	13,98	8,45	31,4	372	14,00	8,48	32,6	371
N ₆₀ K ₉₀	14,44	8,47	32,3	3,84	14,51	5,53	33,4	383
НСП 0,5, чист	0,16	0,02	2,2	8,8				
НСП 0,5 – обр, почвы	0,05	0,01	1,1	2,9				
НСП 0,5 – удобрения	0,11	0,01	1,8	6,2				

В среднем за годы исследований содержание сырого протеина в сене первого укоса естественного травостоя в контрольном варианте составляла 10,08%, а в сене сеяной злаковой травосмеси – 10,21%. Под влиянием фосфорно-калийного удобрения отмечено увеличение содержание сырого протеина в сене многолетних трав как естественного, так и сеяного травостоя. Наибольшее влияние на этот показатель оказали азотные удобрения в составе полного минерального удобрения (НРК). Установлено, что содержание сырого протеина в сене первого укоса естественного травостоя под влиянием азотного удобрения в дозе 45 кг/га д.в. на фоне применения P₆₀K₄₅ повышалось на 3,67%, а в сене сеяной злаковой травосмеси на 3,55% по сравнению с фосфорно-калийным фоном. Возрастающие дозы калия K₆₀ и K₇₅ кг/га д.в. в составе полного минерального удобрения также повышали содержание сырого протеина в сене первого укоса естественного травостоя и сеяной злаковой травосмеси. Так содержание сырого протеина в сене первого укоса естественного травостоя в варианте N₄₅P₆₀K₆₀ увеличивалась по сравнению с вариантом N₄₅P₆₀K₄₅ на 0,66%, а по сравнению с вариантом N₄₅P₆₀K₇₅ на 0,93%, в сене сеяной злаковой травосмеси содержание сырого протеина увеличилась в этих вариантах соответ-

ственно на 0,61 и 1,05%. Повышение дозы фосфорно-калийного удобрения до $P_{60}K_{60}$ способствовало повышению содержания сырого протеина в сене первого укоса естественного травостоя относительно варианта $P_{60}K_{45}$ на 1,31%, а в сене сеяной злаковой травосмеси на 1,32%. Внесение азотного удобрения в дозе 60 кг/га д.в. в составе $N_{60}P_{60}K_{60}$ повышало содержание сырого протеина в сене первого укоса естественного травостоя с 11,60 до 14,50%, а в сене первого укоса сеяной злаковой травосмеси с 11,85 до 14,71%. Возрастающие дозы калия в вариантах $N_{60}P_{60}K_{75}$ также способствовало повышению содержания сырого протеина в сене первого укоса многолетних трав как естественного, так и злакового травостоя в среднем за годы исследований отмечено в варианте с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$. Содержание сырого протеина в сене второго укоса многолетних трав был они же относительно первого укоса и изменилась в сене естественного травостоя по вариантам опыта в пределах 8,83-14,44%, в сене второго укоса сеяной злаковой травосмеси оно варьировало в пределах 8,93-14,51%. Изменение содержания сырого протеина в сене многолетних трав второго укоса под действием минеральных удобрений таким же, как и в первом укосе многолетних трав. Под влиянием защитных мероприятий отмечено повышение содержания в сене многолетних трав в первого естественного и сеяного травостоя сырой золы каротина. Наименьшее значение этих показателей отмечено на контрольном варианте, наибольшее в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ в первом укосе и в варианте $N_{60}K_{90}$ в сене сеяной злаковой травосмеси.

Концентрация остаточных нитратов в сене многолетних трав первого и второго укосов естественного травостоя и сеяной мятликовой травосмеси была ниже предельно допустимого уровня (1000 мг/кг).

Наиболее высокий уровень удельной активности цезия-137 в сене первого укоса многолетних трав естественного травостоя отмечен в контрольном варианте составляет в среднем 3496 Бк/кг, на фоне поверхностного улучшения величины удельной активности цезия -137 была на уровне 2242 Бк/кг (табл. 3).

Таблица 3. Показатели удельной активности ^{137}Cs при агротехнических мероприятиях мелиорации в травостое лугов разного происхождения

Вариант	Естественный укос		Поверхностная обработка	
	первый укос	второй укос	первый укос	второй укос
Контроль	3496	3476	2242	2171
$P_{60}K_{90}$	486	436	363	341
$N_{90}P_{60}K_{90}$	1304	1015	826	784

Продолжении таблицы 3

$N_{90}P_{60}K_{120}$	746	658	265	452
$N_{90}P_{60}K_{150}$	376	342	268	253
$P_{60}K_{120}$	358	301	246	233
$N_{120}P_{60}K_{120}$	481	433	366	337
$N_{120}P_{60}K_{150}$	312	309	296	281
$N_{120}P_{60}K_{180}$	266	244	242	221
НСР0.5, общая	48	31		
НСР0.5 – обр, почвы	15	11		
НСР0.5 – удобрения	33	21		

При внесении фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{45}$ и $P_{60}K_{60}$ уменьшалась удельная активность цезия -137 в сене естественного травостоя в 7,2 раза, при поверхностном улучшении в 6,2 раза относительно контрольного варианта.

Внесение азотного удобрения в дозе N_{45} совместно с $P_{60}K_{45}$ способствовало повышению удельной активности цезия -137 в сене многолетних трав первого укоса естественного травостоя и сеяной злаковой травосмеси более чем в два раза в сравнении с фосфорно-калийным фоном $P_{60}K_{45}$. При внесении калийного удобрения K_{60} и K_{75} совместно с $N_{45}P_{60}$ уменьшило удельную активность цезия -137 в сене первого укоса как естественного травостоя, так и в сене сеяной злаковой травосмеси в сравнении с вариантом $N_{45}P_{60}$ уменьшало удельную активность цезия -137 в сене первого укоса как естественного травостоя, так и в сене сеяной злаковой травосмеси по сравнению с вариантом $N_{45}P_{60}K_{45}$ в 1,75 -3,47 и 3,11-3,14 раза соответственно. Полученные корма в варианте $N_{45}P_{60}K_{75}$ по удельной активности цезия-137 соответствовали нормативу. При внесении $P_{60}K_{60}$ отмечено уменьшение удельной активности цезия-137 в сене первого укоса естественного травостоя в сравнении с вариантом $P_{60}K_{45}$ в 1,36 раза, в сене сеяной травосмеси в 1,47 раза.

Внесение азотного удобрения N_{60} в состав $P_{60}K_{60}$ повышало удельную активность цезия-137 в сене многолетних трав первого укоса естественного травостоя по сравнению с вариантом $P_{60}K_{60}$ в 1,34 раза, а в сене сеяной злаковой травосмеси в 1,49 раза. При внесении возрастающих доз калия 75 и 90 кг/га д.в. в составе $N_{60}P_{60}$ способствовало уменьшению удельной активности цезия -137 в сене многолетних трав в сравнении с вариантом $N_{60}P_{60}K_{60}$ на естественном травостое в 1,5-1,8 раза, на фоне поверхностного улучшения в 1,4-1,5 раза. Установлено, что величина удельной активности цезия -137 в сене многолетних трав естественного травостоя в этих вариантах составляла 312-266

Бк/кг в сене сеяной злаковой травосмеси 296-242 Бк/кг при нормативе 400 Бк/кг [14,15].

Удельная активность цезия -137 в сене второго укоса была ниже, чем в сене многолетних трав первого укоса. Так, в контрольном варианте в сене естественного травостоя удельная активность цезия -137 составляла в среднем 3476 Бк/кг, в сене сеяной злаковой травосмеси удельная активность цезия -137 была в среднем на уровне 2171 Бк/кг. Наибольшее влияние на величину удельной активности цезия-137 второго укоса многолетних трав оказали минеральные удобрения. При внесении азотных удобрений в составе полного минерального удобрения (НРК) отмечалось увеличение удельной активности цезия -137 в сене, а возрастающие дозы калия в составе НРК значительно уменьшали удельную активность цезия -137 в корме.

Таким образом наибольшее влияние на урожайность сена многолетних трав оказали минеральные удобрения. При проведении защитных мероприятий на радиоактивно загрязнённых лугах центральной поймы применение полного минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечивает формирование урожая сена первого укоса естественного травостоя на уровне 6,66т/га, применение полного минерального удобрения $N_{60}K_{90}$ способствует получению урожайности сена второго укоса порядка 4,75 т/га. Применение такой же системы удобрения способствует формированию урожая первого укоса сеяной мятликовой травосмеси на уровне 6,81 т/га, второго укоса порядка 5,10 т/га с высокими показателями качеств, при удельной активности цезия -137 в коме на превышающей действующий санитарно-гигиенический норматив (ВП13,5 13/06-0,1). Полученные грубые корма, первого и второго укосов, как естественного, так и сеяного злакового травостоя можно использовать на корм сельскохозяйственных животных без ограничений.

Библиографический список

1. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Проблемы и перспективы развития кормопроизводства // Кормопроизводство. 2011. № 2. С. 4-7.
2. Эффективность мероприятий по улучшению продуктивности сенокосов / Е.В. Смольский, Л.П. Харкевич, С.Ф. Чесалин и др. // Агрехимический вестник. 2015. № 5. С. 25-28.
3. Состояние и перспективы развития кормопроизводства / А.А. Кутузова, А.С. Шпаков, В.М. Косолапов и др. // Кормопроизводство. 2021. № 2. С. 3-8.
4. Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф., Смольский Е.В. Системы удобрений полевого и лугового кормопроизводства в условиях радиоактивного загрязнения территории // Плодородие. 2016. № 5 (92). С. 34-28.

5. Влияние удобрений и агротехнологических мероприятий при производстве сена многолетних трав на пойменном лугу радиоактивного загрязнения / Л.П. Харкевич, В.Ф. Шаповалов, Е.В. Смольский и др. // *Агрехимический вестник*. 2017. № 3. С. 15-18.
6. Эффективность защитных мероприятий при улучшении радиоактивно загрязненных пойменных кормовых угодий в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / Н.Н. Бокатуро, С.Н. Поцепай, Н.М. Белоус и др. // *Кормопроизводство*. 2018. № 2. С. 11-16.
7. Ковшова В.Н. Низкозатратные приемы поверхностного улучшения старовозрастных пастбищ и абсолютных суходолов // *Кормопроизводство*. 2011. № 2. С. 13-15.
8. Эффективность защитных мероприятий при возделывании многолетних трав на радиоактивно загрязненных пойменных лугах / Н.Н. Бокатуро, А.А. Справцев, С.Н. Поцепай, Н.М. Белоус // *Агрехимический вестник*. 2020. № 1. С. 65-70.
9. Алексахин Р.М., Лунев М.М., Техногенное загрязнение сельскохозяйственных угодий (исследование, контроль и реабилитация территорий) // *Плодородие*. 2011. №3. - С. 32-35.
10. Применение минеральных удобрений в условиях радиоактивно загрязненного пойменного луга / Е.В. Смольский, Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов и др. // *Агрехимический вестник*. 2018. № 1. С. 87-96.
11. Improving The Efficiency Of Monitoring Of Natural And Seeded Forage Grasslands In The Territories Of Technogenic Pollution In The Non-Black Soil Zone Of The Russian Federation / S.N. Potsepai, L.N. Anishchenko, S.A. Belchenko et al. // *International Journal Of Control And Automation*. 2020. Т. 13, № 1. С. 54-72.
12. Роль минеральных удобрений при использовании радиоактивно загрязненных лугов в качестве сенокоса / Е.В. Смольский, А.Л. Силаев, В.Е. Мамеева, К.А. Сердюкова // *Вестник Курской ГСХА*. 2019. № 3. С. 42-47.
13. Радиоэкологическая оценка калийных удобрений в кормопроизводстве в отдельный период после аварии на Чернобыльской АЭС / В.Ф. Чесалин, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко и др. // *Плодородие*. 2021. № 5. С. 90-94.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 135 с.
15. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 1. М.: ВИУА, 1975. 167 с.
16. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просьянни-

ков Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.

17. Просянкин Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрехимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

УДК 546.3:631.41:556.51

**СОДЕРЖАНИЕ И СООТНОШЕНИЕ ФОРМ НАТРИЯ И КАЛИЯ
В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ р. ДЕСНА**

*Content and ratio of sodium and potassium forms in alluvial soils
of the left bank of the Desna river*

Г.В. Чекин, к.с.-х.н., доцент, **Н.А. Анисина**, **Д.И. Анищенко**

G.V. Chekin, N.A. Anisina, D.I. Anishchenko

ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет

Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Изучено валовое содержание и формы калия и натрия в аллювиальных почвах левобережья р. Десна. Содержание калия в аллювиальных почвах левобережья р. Десна в среднем в полтора раза больше, чем натрия. Коэффициент вариации для валового содержания калия показывает однородность его пространственного распределения, в отличие от натрия, что может быть связано с особенностями минералогического состава аллювия. Сумма водорастворимой, обменной и необменной форм элементов не превышает 2,5% от валового их содержания, но для натрия в отличие от калия большее содержание необменной и водорастворимой формы.

Ключевые слова: Аллювиальные почвы, формы натрия, формы калия.

Пойменные угодья являются естественной кормовой базой животноводства. При кормопроизводстве связывается воедино не только растениеводство и животноводство, но и экология, рациональное природопользование, охрана окружающей среды, воспроизводство плодородия почв [1, 2]. Для ускоренного развития животноводства в Нечерноземной зоне России, куда входит и Брянская область, есть все возможности: обширные земельные ресурсы, кормовая база. В этом отношении по природным и климатическим условиям пойма р. Десна при её рациональном использовании, является важнейшим источником и фактором повышения уровня эффективности кормопроизводства и

на его базе животноводства [3]. Процессы, протекающие между твердой и жидкой фазой почвы, играют важную роль в почвообразовании, формируя в конечном итоге почвенное плодородие. Натрий и калий, относясь к биофильным элементам обуславливают необходимость изучения их количественных характеристик и оценки его роли в биологическом круговороте в системе почва – растение для продуктивного функционирования фито- и агроценозов [4, 5, 6]. Целью работы являлось изучить валовое содержание и формы калия и натрия в аллювиальных почвах левобережья р. Десна.

Объекты и методы.

Исследования проводили на левобережной части поймы р. Десна, в пределах верхнего и среднего течения, расположенной в Брянской области (рисунок 1).

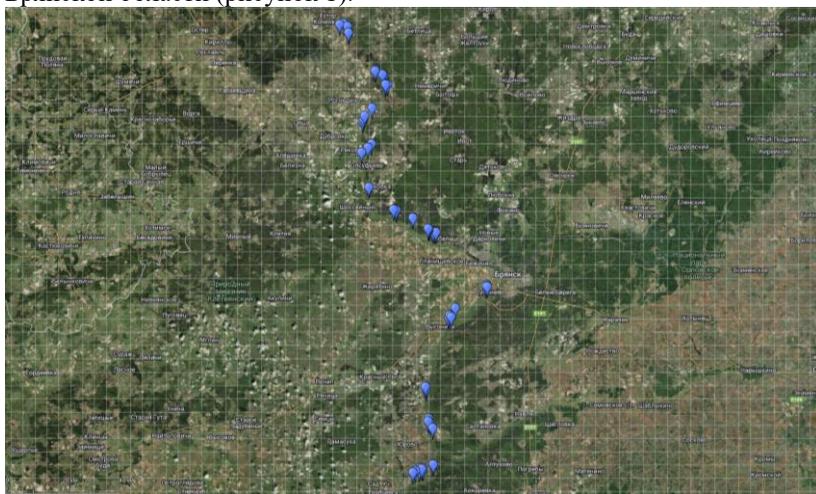


Рисунок 1 – Ключевые почвенные участки

Отбор почвенных образцов проводили в 2019-2020 годах методом почвенных ключей. Каждый ключевой почвенный участок, площадью 25 м² представлял собой полнопрофильный разрез и четыре поляемы. Привязку объектов выполняли с помощью GPS-приемника. Описание почв проводили в соответствии с Классификацией почв России 2004 [7]. Образцы отбирали со стенок разрезов по генетическим горизонтам, перемешивая и усредняя методом квартования. К анализам образцы подготавливали общепринятыми методами.

Валовое содержание элементов определяли после разложения смесью азотной и плавиковой кислоты в микроволновой системе

Mars6. Необменные формы извлекали 2н HCl; обменные формы 1н раствором ацетата аммония; водорастворимые формы в водной вытяжке. Определение натрия и калия проводили на пламенном фотометре ФПА-2-01. Статистическую обработку результатов выполняли с помощью программ MS Excel и Statistica.

Результаты и их обсуждение.

Почвы левобережья р. Десна в основном представлены следующими типами: аллювиальные слоистые почвы, аллювиальные серогумусовые глеевые почвы, аллювиальные серогумусовые почвы, торфяно-глеевые и перегнойно-глеевые.

Учитывая полученные значения асимметричности и эксцесса данных, корректнее сравнивать медианные значения содержания форм калия и натрия.

Валовое содержание калия (табл. 1) колеблется в пределах от 0,21 до 1,41 в горизонте С, и от 0,43 до 1,49 % от массы абсолютно сухой почвы в гумусовых горизонтах. При этом коэффициент вариации менее 33%, что говорит о однородности данного показателя. Среди форм калия преобладает обменная, содержание которой изменяется от 0,35 до 1,69% в горизонте С, и от 0,52 до 2,32% от валового содержания в гумусовых горизонтах. Содержание форм калия значительно варьирует, коэффициент вариации от 38,47 до 61,73%. В целом, сумма водорастворимой, обменной и необменной форм не превышает 2,5% от валового содержания калия в почве.

Таблица 1 – Описательная статистика содержания форм калия в пойменных почвах левобережья р. Десна*

	<i>K₂O вал, % от массы почвы</i>	<i>Формы K₂O, % от валового</i>		
		<i>водорастворимая</i>	<i>обменная</i>	<i>необменная</i>
Среднее	<u>0,94</u>	<u>0,15</u>	<u>1,09</u>	<u>0,82</u>
	0,88	0,10	0,75	0,54
Медиана	<u>0,95</u>	<u>0,13</u>	<u>1,02</u>	<u>0,72</u>
	0,88	0,08	0,70	0,48
Эксцесс	<u>0,40</u>	<u>2,23</u>	<u>1,34</u>	<u>1,58</u>
	-0,27	2,96	2,29	-0,38
Асимметричность	<u>0,08</u>	<u>1,44</u>	<u>1,12</u>	<u>1,33</u>
	-0,16	1,65	1,48	0,54
Минимум	<u>0,43</u>	<u>0,06</u>	<u>0,52</u>	<u>0,20</u>
	0,21	0,03	0,35	0,01
Максимум	<u>1,49</u>	<u>0,38</u>	<u>2,32</u>	<u>2,22</u>
	1,41	0,30	1,69	1,36
V, %	<u>23,34</u>	<u>46,97</u>	<u>37,12</u>	<u>55,28</u>
	30,89	56,85	38,47	61,73

* в числителе гумусовые горизонты, в знаменателе горизонты С

Валовое содержание натрия (табл. 2) колеблется в пределах от 0,05 до 1,43 в горизонте С, и от 0,15 до 1,10 % от массы абсолютно сухой почвы в гумусовых горизонтах. Коэффициент вариации более 33%, что говорит о неоднородности данного показателя. Среди форм натрия преобладает необменная, содержание которой изменяется от 0,41 до 10,33% в горизонте С, и от 0,52 до 36,90% от валового содержания в гумусовых горизонтах. Содержание форм натрия значительно варьирует, коэффициент вариации от 78,97 до 104,88%. В среднем, сумма водорастворимой, обменной и необменной форм, как и для калия, не превышает 2,5% от валового содержания натрия в почве.

Таблица 2 – Описательная статистика содержания форм натрия в пойменных почвах левобережья р. Десна

	<i>Na₂O вал, % от массы почвы</i>	<i>Формы Na₂O, % от валового</i>		
		<i>водорастворимая</i>	<i>обменная</i>	<i>необменная</i>
Среднее	<u>0,58</u>	<u>0,57</u>	<u>0,94</u>	<u>2,24</u>
	0,56	0,46	1,15	1,69
Медиана	<u>0,55</u>	<u>0,44</u>	<u>0,75</u>	<u>1,25</u>
	0,52	0,34	0,85	1,30
Экссесс	<u>-0,98</u>	<u>1,82</u>	<u>2,62</u>	<u>47,02</u>
	0,67	7,44	25,99	19,21
Асимметричность	<u>0,15</u>	<u>1,46</u>	<u>1,64</u>	<u>6,76</u>
	0,84	2,43	4,49	3,67
Минимум	<u>0,15</u>	<u>0,19</u>	<u>0,10</u>	<u>0,52</u>
	0,05	0,11	0,25	0,41
Максимум	<u>1,10</u>	<u>1,69</u>	<u>3,18</u>	<u>36,90</u>
	1,43	2,07	8,88	10,33
V, %	<u>43,12</u>	<u>65,34</u>	<u>68,75</u>	<u>226,40</u>
	54,43	78,97	104,88	85,49

* в числителе гумусовые горизонты, в знаменателе горизонты С

Таким образом, содержание калия в аллювиальных почвах левобережья р. Десна в среднем в полтора раза больше, чем натрия. При этом коэффициент вариации для валового содержания калия показывает однородность его пространственного распределения, в отличие от натрия, что может быть связано с особенностями минералогического состава аллювия. Сумма водорастворимой, обменной и необменной форм элементов не превышает 2,5% от валового их содержания, но для натрия в отличие от калия большее содержание необменной и водорастворимой формы.

Библиографический список

1. Управление продуктивностью естественных кормовых угодий / А.Л. Силаев, Е.В. Смольский, И.Н. Белоус, В.Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 1 (101). С. 3-8.
2. Силаев А.Л., Чекин Г.В., Смольский Е.В. Современное состояние естественных кормовых угодий юго-запада Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС // Вестник Курской ГСХА. 2020. № 3. С. 35-39.
3. Развитие АПК Брянской области (2018-2022 гг.) / С.М. Сычев, С.А. Бельченко, В.Е. Ториков и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 5 (93). С. 3-10.
4. Натрий в системе почва - растение пойменных лугов Западно-го Забайкалья / М.Г. Меркушева, Л.Л. Убугунов, И.М. Андреева, А.Л. Балданова // Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. 2011. № 4 (25). С. 37-43.
5. Яковлева Л.В., Опенкина В.К. Изучение состава почвенно-поглощающего комплекса в гидроморфных условиях дельты Волги // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2015. № 65. С. 75-78.
6. Содержание различных форм натрия в зоне влияния ПО "Беларуськалий" / С.Е. Головатый, З.С. Ковалевич, И.А. Ефимова и др. // Почвоведение и агрохимия. 2012. № 1 (48). С. 159-167.
7. Классификация и диагностика почв России: монография / сост.: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
8. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просяников Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.
9. Просяников Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрохимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

УДК 577.15:635.21

АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ РАЗНЫХ СОРТОВ

Catalase activity in potato tubers of different varieties

Терешонок А.С., студент 1 курса ИТИ

Tereshonok A.S.

Талызина Т.Л., д. биол. н., профессор, ttalyzina@yandex.ru

Talyzina T.L.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Bryansk State Agrarian University

Аннотация. Представлены результаты исследования каталитической активности клубней картофеля разных сортов, выращенных в условиях Брянской области

Abstract: The results of studies of the catalytic activity of potato tubers of different varieties grown in the conditions of the Bryansk region are presented.

Ключевые слова. Клубни картофеля, активность каталазы.

Keywords. *Potato tubers, catalase activity.*

Введение.

Ферменты – это белковые вещества, которые ускоряют протекание химических реакций в клетке. Они играют важную роль в организме и необходимы для переваривания пищи, активности головного мозга, восстановления клеток и т.д. Ферментам свойственны все функции белков. В их составе выделяют область – активный цент, который отвечает за определенные функции фермента. Активный центр – это аминокислотные остатки в молекуле фермента, обеспечивающие связывание фермента с молекулой субстрата и непосредственное участие в процессе катализа. Существует шесть классов ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы и лигазы (синтеазы). Каждый фермент имеет четырехзначный идентификационный номер, в котором указывается соответственно класс фермента, подкласс, группу, подгруппу, порядковый номер.

Каталаза (КФ 1.11.1.6) – фермент класса оксидоредуктаз, катализирующих окислительно-восстановительные процессы в живом организме. Фермент представляет собой гомотетрамерный белок с молекулярной массой 240 кДа, который содержит четыре гема (в составе каталазы присутствует 0,09 % железа, по одному атому железа приходится на один мономер фермента). Она катализирует расщепление O –

O-связи в перексиде водорода (H_2O_2) с образованием молекулярного кислорода и воды $2\text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ [1] и является одним из основных ферментов, предотвращающих накопление в клетке токсичного пероксида водорода [2]. В результате действия H_2O_2 мембранные липиды подвергаются перекисному окислению, которое повреждает структуру мембран и в дальнейшем приводят к гибели клетки [3, 4]. Каталаза – это фермент с очень высокой каталитической активностью, он термостабилен и работает в диапазоне pH(5,0-10,5) [5].

Картофель – является одним из самых употребляемых в пищу овощей. Благодаря высокому содержанию крахмала картофель поставляет в организм значительное количество углеводов, а потому может стать отличным источником энергии. Белки картофеля обеспечивают организм четырнадцатью из двадцати необходимых аминокислот. Кроме того, в любом виде и при любой термической обработке этот корнеплод очень богат калием. Содержащиеся в картофеле фосфор, кальций, железо, магний и цинк помогают росту и укреплению костей. Также в состав картофеля входят витамины группы В. В клубнях картофеля содержатся ферменты, в том числе каталаза и пероксидаза, участвующие в антиоксидантной системе клетки. Качество картофеля зависит от сорта, места, технологии выращивания, условий окружающей среды.

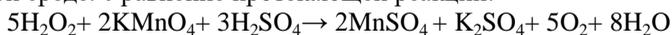
В данной работе нами была определена активность каталазы в следующих сортах картофеля: Ривьера, Крепыш, Краса Мещеры, Королева Анна, Варяг, Бельмондо, Винета, Манифест.

Целью исследований было изучение активности каталазы в клубнях картофеля разных сортов.

Методика исследований. Экспериментальные исследования проведены в условиях лаборатории кафедры агрохимии, почвоведения и экологии в марте 2024 года. Материалом исследований служили образцы 7 образцов картофеля в количестве 3-5 клубней каждого сорта, выращенных в условиях опытного поля Брянского ГАУ.

Активность каталазы исследовали перманганатометрическим методом (А.Н. Бах и А.И. Опарин) [6].

Принцип метода заключался в определении количества перекиси водорода, разложившейся под действием фермента. Остаток неразложившейся перекиси определяли титрованием перманганатом калия в кислой среде. Уравнение протекающей реакции:



Количество неразложившейся перекиси определяли по разности между контрольным и опытным образцом.

Ход анализа. 2-3г клубней растирают в ступке с песком с добавлением точно 50 мл дистиллированной воды, затем фильтруют. В две колбы для титрования вносят по 20 мл фильтрата. В одну из колб, которая служит контролем, добавляют 5 мл 10% H₂SO₄ для инактивации фермента. Затем в обе колбы добавляют по 20 мл 0,1н H₂O₂ и выдерживают 30 минут при 20⁰С. Через 30 минут в опытную пробу добавляют 5 мл 10% H₂SO₄. Содержимое колб перемешивают после добавления каждого реактива.

Затем избыток перекиси водорода оттитровывают в каждой колбе 0,1н KMnO₄ до устойчивого слабо-розового окрашивания.

Расчет проводят по формуле:

$$x = \frac{(aT - bT) * 50 * 50}{n * 20 * 30}$$

где, x- активность каталазы, мкмоль/г·мин; а – количество 0,1н KMnO₄, израсходованной на титрование контрольной пробы; b – количество 0,1н KMnO₄, израсходованной на титрование опытной пробы; T -поправка к титру 0,1н KMnO₄; 50 – коэффициент пересчета на микромоли H₂O₂; 50 – общий объем экстракта; 20 – объем фильтрата для титрования; n - навеска

Статистическую обработку результатов проводили с использованием компьютерной программы Excel.

Результаты исследований. Для исследований нами были отобраны клубни картофеля раннеспелых и среднеспелых сортов, которые перспективны для выращивания на дерново-подзолистых почвах в условиях Брянской области. (таблица 1).

Таблица 1. Характеристика исследуемых сортов картофеля

Сорт	Срок созревания	Масса клубня, г	Форма клубня	Окраска мякоти
Ривьера	раннеспелый	101-177	округлые	светло-желтая
Крепыш	раннеспелый	80-105	овальная	кремовая
Краса Мещеры	раннеспелый	100-110	овальная	желтая
Венета	раннеспелый	67-95	овально-круглые	светло-желтая
Бельмондо	среднеранний	120	овальная	светло-желтая
Манифест	среднеранний	104-132	овальная	нежно-желтая
Варяг	среднеспелый	97-129	овальная	кремовая
Королева Анна	среднеспелый	90	удлинённо-овальная	жёлтый

Характерной особенностью их является окраска мякоти – от светло-желтой до кремовой, что свидетельствует о более низком со-

держании крахмала, чем в сортах картофеля с белой мякотью и возможным присутствии каротина.

В настоящее время каталитическую активность каталазы выражают в единицах активности (Е), что является количеством фермента, способного разложить один микромоль перекиси водорода в течение одной минуты. Существует другая единица активности – катал (1 катал — количество фермента, который катализирует превращения 1 моля субстрата в 1 секунду) или в пересчете 1Е фермента = 16,67 нкатал. Активность фермента можно выразить и в объеме кислорода (мл), выделившегося за 1 мин, в расчете на 1г навески.

В таблице 2 и на рисунке 1 приведены результаты определения активности каталазы в исследуемых клубнях картофеля в единицах активности и данные пересчета в другие используемые единицы.

Таблица 2. Активность каталазы в клубнях картофеля различных сортов

Сорт картофеля	Единицы измерения активности		
	Е, мкмоль/г*мин	Нкат/мкмоль*с	мл O ₂ /г*мин
Ривьера	1,05 ± 0,2	17,49	6,56
Крепыш	0,31 ± 0,02	5,09	1,91
Краса Мещеры	0,45 ± 0,12	7,52	2,82
Венета	0,15 ± 0,2	2,51	0,94
Бельмондо	0,0 ± 0,0	0,00	0,00
Манифест	0,30 ± 0,01	4,96	1,86
Варяг	0,30 ± 0,01	5,03	1,89
Королева Анна	0,0 ± 0,0	0,00	0,00

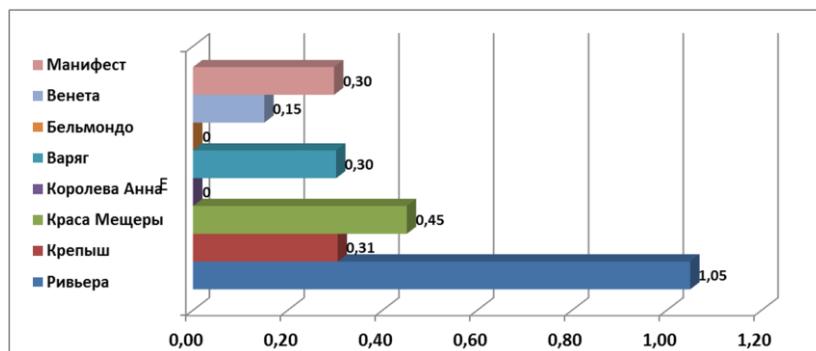


Рис. 1. Показатели ферментативной активности каталазы в клубнях картофеля, мкмоль/г*мин

Анализ табличных данных показывает, что в образце клубня картофеля сорта Ривьера наиболее высокая активность каталазы, которая составляет $1,05 \pm 0,2$ мкмоль/г*мин, что выше в 2,3–3,5 раза чем в сортах Краса Мещеры, Крепыш, Манифест и Варяг и в 7 раз больше чем у сорта Венета. При этом нами не обнаружена каталазная активность в клубнях картофеля сортов Бельмондо и Королева Анна, что, возможно, свидетельствует о пораженности этих сортов болезнями.

Таким образом, полученные результаты исследований позволяют заключить, что в шести из восьми образцов клубней картофеля уровень фермента каталазы находится в пределах физиологических показателей нормы, который составляет 0,2–2,82 Е. У сорта Королева Анна и Бельмондо фермент каталаза нами не обнаружен, поэтому они наиболее чувствительны к окислительным процессам и при их выращивании необходимо (желательно) определить уровень пероксидазы в клубнях и обеспечить комплекс средств защиты от болезней и вредителей.

Библиографический список

1. Zámocký M, Koller F. Understanding the structure and function of catalase: clues from molecular evolution and in vitro mutagenesis // *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. 1999. № 72 (1). S. 19–66.
2. Switala J, Loewen PC. Diversity of properties among catalases // *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 2002. № 401 (2). S. 145–154.
3. Mahaseth T, Kuzminov A. Potentiation of hydrogen peroxide toxicity: from catalase inhibition to stable DNA-iron complexes // *Mutation Research. Reviews in Mutation Research*. 2017. № 773. S. 274–281.
4. Половинкина Е.О., Сеницына Ю.В. Окислительный стресс и особенности воздействия слабых стрессоров физической природы на перекисный гомеостаз растительной клетки. Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, 2010. 62 с.
5. Аладьева Т.Л., Зиматкин С. М. Каталаза клетки: строение, биогенез, многообразие, функции // *Экспериментальная биология и биотехнология*. 2022. № 1. С. 12–22
6. Плешков В.П. Практикум по биохимии растений. М.: Агропромиздат, 1985. С. 206–207.
7. Инновации в селекционный процесс создания гибридов кукурузы / Н.С. Шпилев, В.Е. Ториков, О.В. Мельникова и др. // *Вестник Брянской ГСХА*. 2020. № 5 (81). С. 15–19.
8. Развитие подотраслей садоводства, овощеводства и картофелеводства в АПК Брянской области / Сычев С.М., Бельченко С.А., Малайко Г.П., Дронов А.В., Ковалев В.В. // *Вестник Брянской ГСХА*. 2023. № 1 (95). С. 10–20.

УДК 631.559:631.15:551.58 (470.333)

**ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ
КУКУРУЗЫ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
КЛИНЦОВСКОГО РАЙОНА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**
*Studying the potential yield corn in the climatic conditions of the
Klintsovsky district of the Bryansk region*

Корзунова В.В., студент, **Нестеренко О.А.**, преподаватель,
Мамеев В.В., кандидат с.-х. наук, доцент, vmameev@yandex.ru
Korzunova V.V., Nesterenko O.A., Mameev V.V.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. В статье приводятся расчёты действительной и потенциально возможной урожайности кукурузы на зерно в условиях юго-запада Центральной России на примере землепользования К(Ф)Х «Стародубец» Брянской области. Оценена функция почвенно-климатических условий в формировании урожая зерна и рассчитан коэффициент реализации агроклиматического потенциала региона.

Ключевые слова: кукуруза на зерно, планирование урожайности, биоклиматические ресурсы, фотосинтетически активная радиация.

Abstract. *The article provides calculations of the actual and potential yield of corn for grain in the conditions of south-west Central Russia on the example of land use K(F)X "Starodubets" Bryansk region. The function of soil and climatic conditions in the formation of grain yield is estimated and the coefficient of realization of the agro-climatic potential of the region is calculated.*

Keywords. *corn for grain, yield planning, bioclimatic resources, photosynthetically active radiation.*

Кукуруза, обладая высокой потенциальной продуктивностью, является важнейших культур зернового баланса мирового земледелия, а её продукция служит высокоэнергетическим кормом для всех видов сельскохозяйственных животных [1, 2, 3].

Брянская область, согласно данным экспертно-аналитического центра агробизнеса, в 2023 году вошла в рейтинг ТОП-10 регионов России по производству кукурузы на зерно: посевные площади под культуру в регионе составили более 120 000 га [4].

Наблюдаемый процесс потепления климата и создание более продуктивных гибридов, отражается на расширении площади под этой теплолюбивой культуры в северных широтах [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Оценка биоклиматического потенциала продуктивности кукурузы на основе научного программирования [11, 12, 13] предусматривает получение оптимального уровня урожая зерна, где лежит комплексный подход эффективного использования природных ресурсов в реализации потенциальной продуктивности культуры.

На примере крестьянско-фермерского хозяйства «Стародубец» Клиновского района Брянской области, основываясь на методах программирования продуктивности культур, нами была рассчитана потенциальная урожайность (ПУ) зерна кукурузы по приходу ФАР, действительно возможный урожай (ДВУ) по биоклиматическим показателям условиям влагообеспеченности и естественному плодородию. Объектами исследований послужили современные материалы агроклиматических показателей Брянской области за 1996–2023 гг., информация о производственной урожайности кукурузы на зерно.

В качестве агроклиматических показателей потребности кукурузы на зерно в тепле за период вегетации (май-сентябрь) использовали суммы активных температур выше 10°C ($\Sigma t > 10$). Так, за период с 1996 по 2023 год $\Sigma t > 10$ °C колебалась от 1840 °C до 2356 °C. Оценку условий увлажнения за вегетационные периоды проводили по сумме осадков за год: в Брянской области они колебались от 440 до 889 мм, что в среднем составляет 680 мм.

В агроклиматических условиях Клиновского района за период вегетации кукурузы обычно выпадает около 327 мм, а сумма активных температур 2190 - 2485 °C. Начальный запас продуктивной влаги в почве на глубине 0-100 см может варьироваться от 160 до 200 мм. Зная, что у раннеспелых гибридов кукурузы с ФАО 180-200 продолжительность вегетации составляет в среднем 150-165 дней, и при наличии достаточного количества тепла и света, рост урожая зерна этих гибридов не будет ограничен. Коэффициент хозяйственной эффективности составляет 0,45.

Возможный урожай зерна абсолютно сухой биомассы ранних сортов составит: $У_{\text{зерна}} = 174,9 \times 0,45 = 104,2$, ц/га

Стандартная влажность зерна кукурузы 14 %, значит урожай основной биомассы (зерно) составит:

$$КОУ_{\text{зерна}} = \frac{100 \times 104,2}{100 - 14} = 121,2, \text{ ц/га}$$

Нехватка влаги в период вегетации кукурузы в условиях Брянской области, вызванная изменением климата, может негативно сказаться на получении урожая из-за того, что осадки не всегда выпадают в самые важные фазы развития культуры.

Средние показатели действительно возможного урожая зерна кукурузы по влагообеспеченности составит:

$$ДВУ_{\text{влаг}} = \left(\frac{100 \times 419}{290} \right) \times 0,521 = 77,7 \text{ ц/га}$$

Используя эмпирическую формулу А.М. Рябчикова определим вначале гидротермический потенциал территории:

$$ГТП = \frac{15 \times 419}{36 \times 122} \times 4,19 = 5,97 \text{ баллов.}$$

Определим величину ДВУ урожая зерна кукурузы по биоклиматическому потенциалу:

$$ДВУ_{ГТП} = (22 \times 5,97 - 10) \times 2,94 = 121,3 \text{ ц/га.}$$

Для оценки потенциального урожая кукурузы на основе доступных климатических ресурсов – влаги и тепла, необходимо определить, что является ключевым или ограничивающим фактором для плодородия пахотных почв.

Действительно возможный урожай за счет почвенного плодородия ($ДВУ_{\text{плод}}$), рассчитывается из уровней урожая, формируемого за счет: азота, фосфора и калия. Почва, где расположен севооборот с культурой кукуруза, светло-серая лесная легкосуглинистая на покровном суглинке, средневзвешенное содержание гумуса – 1,92 %, подвижного фосфора 248 мг/кг и обменного калия 78 мг/кг, рН_{сол} – 6,40, плотность 1,20 г/см³, глубина пахотного слоя 17 см. Урожай зерна кукурузы, обеспечиваемый почвенными запасами элементов питания:

$$ДВУ_N = \frac{29 \times 0,30}{3,03} = 2,87 \text{ ц/га}$$

$$ДВУ_{P205} = \frac{505,9 \times 0,17}{1,02} = 84,3 \text{ ц/га}$$

$$ДВУ_{K20} = \frac{165 \times 0,3}{3,13} = 15,8 \text{ ц/га}$$

По данным отчетов о продуктивности сельскохозяйственных предприятий в Брянской области за последние пять лет (2018-2022), средний урожай кукурузы на зерно составил 8,32 т/га, в то время как в Клиновском районе этот показатель составил 8,08 т/га. Это указывает, что достигнутый производственный уровень урожайности возможен при оптимальном использовании ресурсов тепла и влаги.

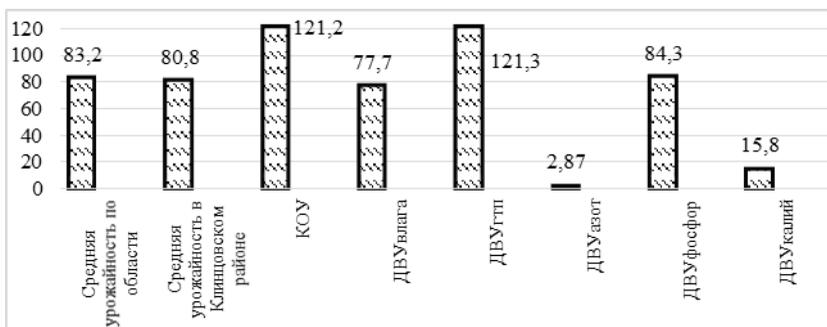


Рисунок 1 - Фактический и теоретически возможный урожай зерна кукурузы с учетом агроклиматического потенциала региона, ц/га

Исходя из приведенных расчетов видно (рис. 1), что с учетом биоклиматического потенциала раннеспелые гибриды кукурузы в условиях Клинцовского района способны формировать урожай зерна на уровне 12,1 т/га. За счет существующих ресурсов влагообеспеченности их максимальный урожай зерна может достигать в 7,77 т/га.

Опираясь на гидротермический потенциал территории, возможный уровень урожайности зерна при стандартной влажности оценивается в 12,3 т/га. Однако основными ограничениями для урожайности кукурузы являются уровень плодородия почвы, особенно доступность для растений азота и калия. Для данных почв ожидаемый урожай зерна кукурузы за счет почвенного минерального азота не превысит 1 тонну на гектар, за счет калия – не более 1,5 тонны на гектар, однако за счет доступности подвижных форм фосфора это значение может достигать более 8 тонн на гектар.

Проводя сравнение средней фактической областной урожайности с теоретически рассчитанной можно сказать, что у наших производителей есть резервы, которые они используют в современных высокоэффективных методах выращивания кукурузы на зерно.

В последние пять лет (с 2018 по 2022 год) урожайность кукурузы в сельскохозяйственных предприятиях Брянской области и Клинцовского района варьировалась от 57,4 до 99,8 ц/га, при этом влияние оказывали погодные условия вегетационных периодов. В среднем за пять лет урожайность кукурузы на зерно в сельскохозяйственных предприятиях Брянской области составила 8,5 т/га, а в Клинцовском районе - 9,1 т/га (табл. 1).

В условиях крестьянско-фермерских хозяйств Брянской области – 6,97 т/га, Клинцовского района – 7,12 т/га и непосредственно КФХ «Стародубец» 8,04 т/га.

Таблица 1- Динамика урожайности кукурузы на зерно предприятий различной формы собственности в Брянской области, га

Показатели	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Урожайность в СХП Брянской области	8,27	8,88	8,35	8,94	8,06
Урожайность в КФХ Брянской области	8,20	6,54	7,20	5,74	7,08
Урожайность в СХП Клинцовского района	9,98	9,44	7,50	9,38	9,22
Урожайность КФХ Клинцовского района	9,87	7,0	6,82	6,41	5,38
Урожайность КФХ «Стародубец»	9,64	7,35	9,95	6,75	6,54

Применив методологические основы получения потенциально возможных урожаев раннеспелых гибридов кукурузы установлено, что данная культура используется около 80 % агроклиматического потенциала территории региона. Для полной реализации агресурсного потенциала этой маргинальной зерновой культуры, необходимо внедрение в производство гибридов, адаптированных к условиям региона, применять сбалансированную систему минерального питания, уделяя внимание удовлетворению потребностей растений в азоте и калии.

Библиографический список

1. Володарский, Н.И. Биологические основы возделывания кукурузы. М.: Колос, 1975. 254 с.
2. Сотченко В. С. Роль Всероссийского НИИ кукурузы в решении задач производства зерна // Кукуруза и сорго. 2013. № 4. С. 3–6
3. Кукуруза и сорго в интенсивном земледелии юго-запада Центрального региона России: монография / В.Е. Ториков, С.А. Бельченко, А.В. Дронов и др. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ. 2018. 208 с.
4. Кукуруза. Посевные площади, валовые сборы и урожайность по регионам РФ в 2007-2023 гг. - Режим доступа: <https://ab-centre.ru/dbase/kukuruza-posevnye-ploschadi-valovye-sbory-i-rozhaynost-pro-regionam-rf-v-2007-2023-gg>
5. Павлова В.Н., Караченкова А.А., Варчева С.Е. Региональный мониторинг агроклиматических условий формирования урожая при изменении климата // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2020. № 596. С. 55-77.
6. Дронов А.В. Адаптивность и урожайность гибридов кукурузы различных по скороспелости в условиях Брянской области / Дронов А.В., Бельченко С.А., Ланцев В.В. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4 (68). С. 30-34.

7. Дронов А.В., Ланцев В.В. Оценка результатов экологического сортоиспытания гибридов кукурузы различных групп спелости в условиях Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2017. № 4 (62). С. 3-7.
8. Елисеев С.Л., Елисеев А.С. Вызревание зерна кукурузы в северных районах кукурузо-сеяния // Пермский аграрный вестник. 2015. № 1 (9). С. 11–18.
9. Панфилов А.Э. Кукуруза в регионах России: селекция и технология возделывания // АПК России. 2016. Т. 23, № 3. С. 657–658.
10. Реализация биологического потенциала различных гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции / З.И.Усанова, Ю.Т. Фаринюк, М.Н. Павлов, Ф.Л. Блинов // Вестник Тверского государственного университета. 2018. № 1. С. 183-193.
11. Каюмов М. К. Справочник по программированию урожаев. М.: Россельхозиздат. 1982. 186 с.
12. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / В.П. Косьянчук, В.Ф. Мальцев, Н.М. Белоус, В.Е. Ториков. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2004. 170 с
13. Основы программирования урожайности сельскохозяйственных культур / В.Д. Муха, И.С. Кочетов, Д.В. Муха, В.А. Пелипец. М.: Изд-во МСХА, 1994. 252 с.
14. Инновации в селекционный процесс создания гибридов кукурузы / Н.С. Шпилев, В.Е. Ториков, О.В. Мельникова и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 5 (81). С.15-19.
15. Васькин В.Ф., Кузьмицкая А.А., Коростелева О.Н. Организационно-экономические аспекты поступательного развития растениеводства в Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 4 (86). С. 29-37.
16. Природные ресурсы растениеводства западной части европейской России / Белоус Н.М., Малявко Г.П., Мамеев В.В., Просяников Е.В., Ториков В.Е. Коллективная монография: в двух частях / Том Часть 1 Современное состояние. Брянск, 2020.
17. Просяников Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрехимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

Научное издание

**«АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АПК»**

МАТЕРИАЛЫ XXI МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
Часть II

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 01.07.2024 г. Формат 60x84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 10,64. Тираж 550 экз. Изд. № 7698.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ