

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АГРОХИМИИ ИМЕНИ Д.Н. ПРЯНИШНИКОВА
ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СЕТЬ ОПЫТОВ С УДОБРЕНИЯМИ**



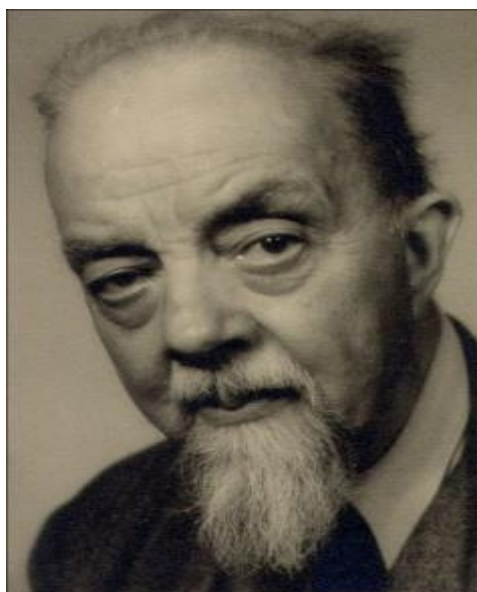
МАТЕРИАЛЫ

**58-ой Всероссийской конференции с международным участием
молодых ученых, специалистов-агрохимиков и агроэкологов**

**«Современные методы агрохимических и
агроэкологических исследований, их применение в
сельскохозяйственном производстве»,**

**посвященная 150-летию со дня рождения
Эйльхарда Альфреда Митчерлиха**

29 ноября 2024 г.



**Москва
2024**

УДК 631
ББК 40.4

Составители:

О.В. Рухович д.б.н.

М.В. Беличенко к.б.н.

М.А. Петрова

Под редакцией С.И. Шкуркина

«Современные методы агрохимических и агроэкологических исследований, их применение в сельскохозяйственном производстве». Материалы 58-ой Всероссийской конференции с международным участием молодых ученых, специалистов-агрохимиков и агроэкологов / Под редакцией С.И. Шкуркина. - М.: ВНИИ агрохимии, 2024. – 194 с.

Сборник подготовлен и издан при поддержке «ГК Союзагροхим»

ISBN 978-5-9238-0277-1

DOI 10.26178/9368.2024.16.86.002

В сборнике представлены результаты исследований молодых ученых в области агрохимии. Сборник предназначен для специалистов агропромышленного комплекса, научных работников, учёных, студентов, магистрантов и аспирантов – специалистов сельскохозяйственного производства.

Тезисы докладов напечатаны в авторской редакции.

ISBN 978-5-9238-0277-1

DOI 10.26178/9368.2024.16.86.002

УДК 631

ББК 40.4

**© ФГБНУ «ВНИИ агрохимии
имени Д.Н. Прянишникова», 2024**

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Н.И. Аканова, Н.М. Троц, А.А.Бокова</i> АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ	12
<i>Амангелдиева О.Я., Хаджыева М.О.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЖУГАРЫ (CENCHRUS CILIARIS) ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ И ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ.....	12
<i>Баланова О.Ю., Арышева С.П., Свириденко Д.Г.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСА ГУМИТОН ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОВСА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВ.....	14
<i>Бакаева Н.П., Егорцева А.В., Мельников П.В.</i> ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТНОГО И АММОНИЙНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ..	17
<i>Балтаева С.А., Байрамдурдыев О., Бегбаева Г., Мередова А.</i> ВЫРАЩИВАНИЕ СОЛЕУСТОЙЧИВЫХ ГАЛОФИТОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ ТУРКМЕНИСТАНА	20
<i>Бочкарев В.Д., Вишняков А.Г., Кузнецов А.В.</i> ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И МИКРОУДОБРЕНИЙ Zn НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ.....	24
<i>Бутко А.С., Юшкевич Л.В., Ющенко Д.Н.</i> ВЛИЯНИЕ ЗОНАЛЬНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ	27
<i>Воробьев Л.Д.</i> РОЛЬ ^{137}Cs В РАДИОИЗОТОПНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОСЕЛКА МУСЛЮМОВО ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА.....	30
<i>Воронин Д.М.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕГАМИКС-ПРОФИ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	33
<i>Горшкова О.В., Троц Н.М., Тувенков А.И.</i> МЕЛИОРАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ	37
<i>Гребенникова Т.В., Визирская М.М.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	41
<i>Дубинин Д.В.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗЕ С ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕЙ	49

<i>Елина Т.А., Олехов В.Р., Кайгородов А.Т.</i> СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПАХОТНОМ СЛОЕ РЕПЕРНЫХ УЧАСТКОВ ФГБУ ГЦАС «ПЕРМСКИЙ».....	53
<i>Ильюшенко И.В.</i> ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ ОТ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВНОЙ ПЛОЩАДИ, ОБРАБОТАННОЙ ГЕРБИЦИДАМИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ И ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГАХ.	57
<i>Каюмов А.М.</i> ВЛИЯНИЕ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ УРОЖАЕМ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ	60
<i>Керимзаде В.В., Козлова Н.В.</i> БАЛАНС ФОСФОРА И ЗАФОСФАЧИВАНИЕ ПОЧВ В МНОГОЛЕТНИХ АГРОЦЕНОЗАХ ЧАЯ ВЛАЖНО-СУБТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ	62
<i>Козлов И.Г.</i> ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕЛЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ВТОРОГО УРОЖАЯ В СЕЗОН.....	65
<i>Кутырева Д.Е., Козлова А.В., Серегина И.И</i> ВЛИЯНИЕ МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ АГРОМАГ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	68
<i>Крылов В.А.</i> РОСТРЕГУЛИРУЮЩИЕ ПРЕПАРАТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ.....	71
<i>Лебедева А.Е.</i> ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ВЫНОС ИМ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ.....	74
<i>Логвинов И.В.</i> ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕНА ЭСПАРЦЕТА ВТОРОГО ГОДА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА	78
<i>Макарова Н.В., Сидорова Т.А.</i> ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	81
<i>Михальцов В.С.</i> ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И ГРУППОВОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА.....	90
<i>Можаренко М.Н., Холмьева Л.Н.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕЙТРАЛИЗОВАННОГО ФОСФОГИПСА В ТЕХНОЛОГИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	90
<i>Молод С.С., Еришов В.Л.</i> РАЗРАБОТКА ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ И ПОСЕВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	94

Навров А.В., Рухович О.В. АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ	98
Ораев Г.А., Досназаров Б.С. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ	104
Палязова Я. З., Гурбанова О. Я. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГЕТЕРОЗИСА ПОДСОЛНЕЧНИКА САНЛУКА НА ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВАХ	108
Панов Е.Ю. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДА НА ОСНОВЕ ХЛОРАНТРАНИЛИПРОЛА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО РАПСА	110
Панова П.Ю. ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СУЛЬФАТА МАГНИЯ И ДИМЕТОАТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА	114
Поликарпов А.С. ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РАЗРУШЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ НЕОНИКОТИНОИДОВ И ПИРЕТРОИДОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ В СОЧЕТАНИИ С БОРОМ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ ПЕРВОЙ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ	118
Полякова С.С., Елисеев С.Л., Яркова Н.Н., Фомин Д.С. ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЁМАХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ	122
Пономарева А.С., Ламмас М.Е. РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ КАРТОФЕЛЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ	125
Попова Т.Н., Юркевич М.Г. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛИГНОСУЛЬФОНАТА НАТРИЯ НА РЯД ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА	130
Пугаев С.В., Прокина Л.Н. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СТЕПЕНЬ СОПРЯЖЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОТОРАСТВОРИМЫХ ФРАКЦИЙ CD, PB, CU И ZN В СЛОЯХ ЧЕРНОЗЕМА СТАЦИОНАРНОГО ОПЫТА	134
Пыгамов Ш.О., Нарбайева А. ИНТЕГРАЦИЯ TDR350 И ГИС ДЛЯ ТОЧНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ	137
Пыгамов Ш.О. РОЛЬ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В АГРОХИМИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЫ	141
Рябкин Е.А. ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВИКООВСЯНОЙ СМЕСИ	144
Семенова А.И. ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ФОСФАТНОГО УРОВНЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ОСНОВНОЙ И ПОБОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	147

Сидоров Я.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИРОДНЫХ СЫННЕРИТОВ КАК КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗЕ С КАРТОФЕЛЕМ	150
Симаков В.В. ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОЛОКНА.....	154
Сон С.Г. ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОЛОКНА.....	157
Старцева А.В., Акманаев Э.Д. КОРНЕВЫЕ ГНИЛИ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОПРИЕМОВ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ.	160
Стромский А.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАЛИЙСОДЕРЖАЩЕГО ГЛИНИСТО-СОЛЕВОГО ШЛАМА ПРИ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ.....	162
Сухова Н.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	166
Турусов В.И., Балюнова Е.А., Сальников Р.В. ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ПОД РАЗЛИЧНЫМИ БОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ В СЕВООБОРОТАХ.....	170
Хаджыева М.О., Гурбанова Дж.Б., Ягмырова А.Б. ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ХВОЙНОГО ДЕРЕВА ТУЙИ (THUJA) В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ ОЧИЩЕНИЯ ВОЗДУХА.....	172
Хныкин Т.В., Еряшев А.П. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, МЕГАМИКС И АЛЬБИТА НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА И СЕМЯН КУКУРУЗЫ	175
Цыганков Д.Н. ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ.....	177
Чевердин А.Ю., Пискарева Л.А. ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	181
Шевченко О.В. ЛАБОРАТОРНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ СЕМЕННОЙ ИНФЕКЦИИ ГОРОХА	184

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И
КАЧЕСТВО ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО НА ЧЕРНОЗЕМЕ
ОБЫКНОВЕННОМ**

Н. И. Аканова¹, Н.М. Троц², А.А.Бокова²

*¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
имени Д. Н. Прянишникова»*

*² ФГБОУ ВО Самарский государственный аграрный университет
troz_shi@mail.ru*

К настоящему времени сельское хозяйство претерпело ряд преобразований: появились высокопродуктивные сорта, новая энергонасыщенная техника, изменилась система машин и возможность применения различных технологий при возделывании сельскохозяйственных культур, интенсивно и широко стали использоваться химические средства защиты растений. Однако около 33% почв в мире находится в состоянии средней или сильной деградации. Ежегодно человечество теряет до 75 млрд. тонн почвы с пахотных угодий. Агрогенная деградация почв обуславливает снижение их способности к сохранению естественного уровня плодородия, что ставит под угрозу обеспечение продовольственной безопасности и приводит к экономическому дисбалансу.

Поэтому проведение исследований по выявлению эффективности органоминеральных удобрений при возделывании ячменя с применением современных технологий на чернозёме обыкновенном Центрально-Чернозёмной зоны (на примере Самарской области) в современных условиях сельскохозяйственного производства является актуальной задачей [1-3].

Цель работы – изучить влияние возрастающих доз органоминеральных и минеральных удобрений на урожайность и качество ячменя ярового сорта Ястреб при возделывании его на черноземе обыкновенном Самарской области.

Материалы и методы исследования. В 2023 - 2024 году в условиях центральной агроклиматической зоны Самарской области умеренного увлажнения был заложен полевой и производственный опыт по изучению действия различных видов удобрений и норм их применения на урожай и качество ярового ячменя сорта Ястреб согласно следующей схеме полевого опыта: 1. Контроль (без удобрений);

2. МУ N₅₀P₅₀

3. ОМУ N₅₀P₅₀

4. МУ N₁₀₀P₁₀₀

5. ОМУ N₁₀₀P₁₀₀

6. МУ N₁₅₀P₁₅₀

7. ОМУ N₁₅₀P₁₅₀

и по схеме производственного опыта:

1. Контроль (без удобрений)
2. Фон (аммиачная селитра N_{20})
3. ФОН+ МУ $N_{20}P_{20}$
4. ФОН+МУ $N_{40}P_{40}$
5. ФОН+МУ $N_{60}P_{60}$
6. ФОН+МУ $N_{80}P_{80}$
7. ФОН+ОМУ $N_{20}P_{20}$
8. ФОН+ОМУ $N_{40}P_{40}$
9. ФОН+ОМУ $N_{60}P_{60}$
10. ФОН+ОМУ $N_{80}P_{80}$

В опыте использовались минеральное (МУ) - сульфоаммофос NP(S) 16:20(12) и органоминеральное удобрения (ОМУ) - комплексное органоминеральное удобрение аналог сульфоаммофос NP(S) 20:20 (14).

Агротехника в опыте – общепринятая для ярового ячменя в центральной агроклиматической зоне Самарской области [4]. Предшественником являлась кукуруза на зерно. После уборки кукурузы проводилась зяблевая вспашка на глубину 24-26 см. Система весенней обработки почвы состояла из боронования, посева ячменя с одновременной культивацией, внесении удобрений и прикатыванием посевным комплексом. В полевом опыте удобрения вносились ручным разбрасывателем с последующей культивацией, посев проводился также как в производственном опыте посевным комплексом, прикатывание осуществлялось кольчатым катком. Уборка опытных делянок проводилась комбайном Асрос. Зерно с каждым делением непосредственно у комбайна затаривалось в отдельные маркированные мешки и взвешивалось на весах. Норма высева семян определялась в расчете 5,3 млн. шт. всхожих семян на 1 га (260 кг/га) [5]. В течение всего вегетационного периода проводились необходимые учеты и наблюдения [6].

Результаты. Важным критерием оценки эффективности применяемых удобрений является урожайность. Полученные результаты (табл. 1) показали, что применение минеральных удобрений в дозе $N_{50}P_{50}$ привело к возрастанию урожайности на 0,54 т/га, что на 16,1 % выше контроля. Дальнейшее увеличение норм внесения удобрений также способствует получению большей продукции: при дозе $N_{100}P_{100}$ урожайность становится равной 4,18 т/га, что на 25,2 % выше контроля, а при максимальной дозе данного удобрения — 4,37, что является наибольшим значением среди изученных вариантов опыта. Прибавка к контролю составила 1,03 т/га или 30,8 %.

Органоминеральные удобрения также способствовали возрастанию урожайности ярового ячменя. Вносимая доза д.в., равная 50 кг/га отразилась на продуктивности растений и дало прибавку относительно контроля 0,37 т/га или 11,1 %. Повышенная доза ($N_{100}P_{100}$) органоминерального удобрения увеличила урожайность на 0,66 т/га, что в прибавке относительно контроля составило 19,8 %. Максимальная доза ОМУ помогла сформировать

урожайность ячменя на уровне 4,28 т/га, это на 28,1% превосходит вариант без внесения удобрений.

Применение ОМУ на фоне удобрений N₂₀ также приводило к увеличению количества зерна с 1 га по сравнению с контролем на 0,2-1,35 т/га. Внесение органоминеральных удобрений совместно с фоновым в дозе 20 кг/га незначительно увеличило количество урожая по сравнению с фоном. Прибавка составила 0,1 т/га. Увеличение дозы до 40-80 кг д.в./га существенно повышает урожайность на 0,75-1,25 т/га относительно варианта, где была внесена только аммиачная селитра N₂₀. Наибольшее значение урожайности получено на делянках с применением ОМУ в дозе N₈₀P₈₀ — 4,03 т/га, что больше контроля на 50,4 %.

Таблица - Урожайность и качество зерна ячменя в полевом и производственном опыте при внесении различных доз органоминеральных и минеральных удобрений, 2023 - 2024 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Химический состав зерна, в абсолютно сухом веществе, %				
		белок	клетчатка	жир	зола	БЭВ
Полевой опыт						
Контроль	3,34	14,95	5,54	3,15	0,53	73,2
МУ N ₅₀ P ₅₀	3,88	13,85	5,07	3,84	0,58	73,4
ОМУ N ₅₀ P ₅₀	3,71	13,62	4,05	4,05	0,68	74,2
МУ N ₁₀₀ P ₁₀₀	4,18	12,83	4,33	3,55	0,99	75,7
ОМУ N ₁₀₀ P ₁₀₀	4,00	12,08	4,01	4,14	0,81	75,6
МУ N ₁₅₀ P ₁₅₀	4,37	11,34	5,54	3,41	0,59	76,3
ОМУ N ₁₅₀ P ₁₅₀	4,28	11,17	5,27	4,11	0,58	75,3
Производственный опыт						
Контроль	2,68	11,03	5,44	3,46	0,33	79,7
Фон N ₂₀	2,78	11,09	4,19	3,11	0,37	81,2
ФОН + МУ N ₂₀ P ₂₀	3,78	10,57	4,21	3,70	0,37	81,2
ФОН +МУ N ₄₀ P ₄₀	3,87	10,55	5,35	3,84	0,42	79,8
ФОН +МУ N ₆₀ P ₆₀	3,89	10,43	5,14	3,50	0,42	80,5
ФОН +МУ N ₈₀ P ₈₀	4,28	10,07	5,02	3,60	0,79	80,5
ФОН +ОМУ N ₂₀ P ₂₀	2,88	10,24	4,91	3,87	0,46	80,5
ФОН +ОМУ N ₄₀ P ₄₀	3,53	10,14	4,40	3,88	1,67	79,9
ФОН +ОМУ N ₆₀ P ₆₀	3,79	10,12	4,78	3,99	1,02	80,1
ФОН +ОМУ N ₈₀ P ₈₀	4,03	9,90	3,57	3,30	0,61	82,6

Показатели качества зерна в наших опытах определялись в соответствии с действующими правилами по ГОСТу Р 53900-2010 Ячмень кормовой. Технические условия [7]. Результаты проведенных испытаний по полевому опыту приведены в таблице 1.

Анализируя полученные данные по химическому составу зерна, можно отметить, что внесение в почву как минеральных, так и органоминеральных удобрений приводит к возрастанию массовой доли жира и золы в абсолютно сухом веществе 0,26-0,99 на % и 0,05-0,46 % соответственно. При этом максимальные значения этих показателей отмечались в вариантах с внесением $N_{100}P_{100}$ минеральных и органоминеральных удобрений. С повышением уровня плодородия почвы происходит снижение концентрации белка в зерне – с 14,95 % на контроле до 11,17 % в варианте ОМУ $N_{150}P_{150}$. Аналогичная зависимость выявлена и по содержанию в зерне клетчатки: наибольшее значение которой выявлено на контроле (5,54 %), а внесение удобрений снижает данный показатель на 0,27-1,53% за исключением варианта МУ $N_{150}P_{150}$, где сохранилось значение контроля. Содержание безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) в целом растет с добавлением как минеральных, так и органоминеральных компонентов с 73,2 % на контроле до 76,3 % на варианте МУ $N_{150}P_{150}$. Разница составила 3,1 %, полученные результаты можно объяснить тем, что внесение в почву удобрений обеспечивало дополнительное поступление в пахотный горизонт макро- и микроэлементов.

Внесение в почву только аммиачной селитры (фоновое удобрение) приводит к уменьшению содержания клетчатки на 1,25 %, жира на 0,35 %, но повышению количества золы и БЭВ соответственно на 0,04 и 1,5 %. При этом показатель концентрации белка несколько повышается на 0,06 % по сравнению с контрольным вариантом. Применение минеральных и органоминеральных удобрений совместно с фоновым способствует накоплению жира на 0,04-0,53 %, а также зольных и безазотистых экстрактивных веществ на 0,04-1,34 и 0,1-2,9 % соответственно. Наблюдается закономерность снижения белка и клетчатки с повышением агрофона: содержание количества клетчатки в зерне стало меньше на 0,09-1,87 % при использовании МУ и ОМУ совместно с аммиачной селитрой, а белок понизился до 9,9-10,57 % против 11,03 % на контроле. В среднем показатели содержания клетчатки, жира, золы при совместном использовании удобрений были на 0,66 % выше, чем при внесении только аммиачной селитры, а количество белка оказалось на 0,52-1,19 % ниже.

Корреляционный анализ данных показал, что между урожайностью и уровнем белка в зерне существует сильная обратная зависимость. Значение R в полевом и производственном опытах равнялось -0,92 и -0,69 соответственно. Уравнения регрессии при этом имели следующий вид: $y = -3,57x + 27,01$ для полевого опыта и $y = -0,49x + 12,16$ для производственного. Между урожайностью и содержанием жира, золы и БЭВ в производственном опыте выявлена слабая положительная зависимость: R равнялись соответственно +0,23, +0,26, +0,23. В полевом опыте слабая положительная зависимость выявлена только для показателя м.д. жира и золы: $R = 0,29$ и $0,30$ соответственно. При этом с увеличением урожайности в полевом опыте возрастает и количество БЭВ, коэффициент регрессии равен +0,86, а

зависимость описывается уравнением $y = 2,92x + 63,24$. Между урожайностью ярового ячменя и содержанием клетчатки в зерне как в полевом, так и в производственном опыте не выявлено линейной зависимости, $R = 0,02$ и $-0,14$ соответственно.

Выводы. Минеральные и органоминеральные удобрения обеспечили достоверную прибавку урожая зерна ячменя, при этом максимальное количество было получено в вариантах при внесении МУ и ОМУ в дозе $N_{150}P_{150}$. Прибавка урожая составляла 16,1–30,8 % и 11,1–28,1 % соответственно. Данные производственного опыта подтвердили эту закономерность, наиболее продуктивными по показателю сохранности растений оказались варианты МУ и ОМУ с дозой $N_{80}P_{80}$.

Анализ химического состава зерна на изученных вариантах опыта позволил выявить общие закономерности в значениях: с повышением доз внесенных удобрений происходит снижение концентрации белка до 11,17% при 12,00% на контроле, увеличению доли жира, золы до 0,99 и 0,46% соответственно, что подтверждается проведенным математическим анализом данных. Между урожайностью и уровнем белка в зерне существует сильная обратная зависимость. Значение R в полевом и производственном опытах равнялось $-0,92$ и $-0,69$ соответственно. Между значениями урожайности и содержанием жира и золы в зерне выявлена слабая положительная зависимость: R равнялись соответственно $+0,23$, $+0,26$ в производственном опыте и $+0,29$, $+0,30$ в полевом опыте.

Список использованных источников

1. Абашев В. Д., Попов Ф. А., Светлакова Е. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна ячменя // Пермский аграрный вестник. 2015. № 12. С. 10-15.
2. Ильясов М. М., Яппаров И. А., Алиев Ш. А., Газизов Р. Р., Биккинина Л. М.-Х., Суханова И. М. Урожайность и качество зерна ярового ячменя в зависимости от системы обработки почвы и применения удобрений // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2015. № 223. С. 80-82.
2. Троц В. Б., Ахматов Д. А., Троц Н. М. Влияние минеральных удобрений на аккумуляцию тяжелых металлов в почве и фитомассе зерновых культур // Зерновое хозяйство России. 2015. №1. С. 45-49.
3. Полиенко Е. А., Безуглова О. С., Горовцов А. В., Лыхман В. А., Павлов П. Д. Применение гуминового препарата ВЮ-Дон на посевах озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 2. С. 24–28.
4. Троц Н. М., Чернякова Г. И., Ишкова С. В., Батманов А. В. Экологическая устойчивость в посевах основных групп сельскохозяйственных культур в Самарской области // Аграрная Россия. 2017. № 5. С. 38-44.
5. Бокова А. А., Бакулин С. В. Оценка эффективности органоминеральных удобрений при внесении под посевы ярового ячменя в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья // Современные проблемы

агрпромышленного комплекса: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. С. 30-35.

6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

УДК 574.626.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЖУГАРЫ (*CENCHRUS CILIARIS*) ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ И ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ

О.Я. Амангелдиева, М.О. Хаджыева

Туркменский сельскохозяйственный институт, Туркменистан г. Дашогуз

E-mail: mayaorazgeldiyewna@gmail.com

В мире последние десятилетия проблема засоления почв стала одной из актуальных проблем в сельском хозяйстве, особенно в засушливых регионах, где повышение концентрации солей в почвах приводит к снижению урожайности традиционных культур. Одним из перспективных решений для восстановления засоленных земель является использование засухо и солеустойчивых растений, таких как джугара (*Cenchrus ciliaris*). Это растение широко распространено в нашем регионе и обладает высоким потенциалом для использования на засоленных почвах.

Джугара имеет целый ряд характеристик, которые делают её пригодной для сельского хозяйства в условиях повышенной солености. Деградация почв некоторых регионах нашей страны, сопровождается их засолением, что значительно снижает продуктивность сельского хозяйства. Джугара обладает рядом характеристик, которые делают её ключевым растением для восстановления таких почв. Однако, несмотря на эти положительные качества, успешное выращивание джугары на засоленных почвах требует применения специфических агротехнических методов и понимания биологических механизмов её устойчивости к соли.

Джугара (*Cenchrus ciliaris*) — это травянистое растение, относящееся к семейству злаковых (*Poaceae*), которое широко используется в сельском хозяйстве для восстановления деградированных и засоленных почв.

Джугара обладает высоким уровнем приспособленности к засухе, высокой температуре и засолению. Она может расти в почвах с различными уровнями солености, от умеренно солевых до сильно засоленных. В процессе роста джугара активно поглощает и накапливает соли в корневой системе, что снижает их концентрацию в верхних слоях почвы и помогает предотвратить дальнейшее ухудшение условий. Корневая система джугары играет важную роль в улучшении физико-химических свойств почвы. Одной из её особенностей является способность регулировать водный баланс через глубокие корни. Глубокие и разветвленные корни проникают в нижние слои почвы, что способствует улучшению её дренажных свойств и предотвращает

водно-эрозионные процессы. Это особенно важно в засушливых регионах, где правильная водопроницаемость почвы помогает сохранять влагу в слоях, доступных для растений. Корни джугары, проникая в грунт, также способствуют улучшению структуры почвы за счет образования углеродных соединений и гумуса, что улучшает водоудерживающую способность и способствует повышению её плодородия.

Джугара может использовать свои солеустойчивые механизмы, чтобы аккумулировать соли в корневой системе, тем самым уменьшая концентрацию токсичных солей в верхнем слое почвы, где они могут вредить другим растениям. Это позволяет не только поддерживать жизнеспособность самой джугары, но и улучшать условия для роста других культур, которые позже могут быть посеяны на восстановленных участках.

Использование джугары для восстановления засоленных и деградированных почв способствует восстановлению биоразнообразия. Джугара не только выживает на этих территориях, но и создаёт условия для появления других растений, которые могут быть более чувствительными к соли. Позитивное влияние джугары на почву также улучшает условия для существования микрофлоры и мелких животных, поддерживая биологическое разнообразие. После фитомелиорации с использованием джугары почва восстанавливает свою структуру, и её плодородие увеличивается.

Это позволяет впоследствии выращивать более чувствительные сельскохозяйственные культуры. Джугара может служить предшественником для других культур в севообороте, тем самым повышая устойчивость сельского хозяйства в условиях засушливого климата и засоления почвы. Её высокая толерантность к засухе и соли снижает потребность в дополнительном поливе и удобрениях, что может сократить затраты на агротехнические работы.

Джугара активно взаимодействует с почвенными микроорганизмами, такими как бактерии, фиксирующие азот, и грибами микоризы. Эти симбиотические отношения способствуют улучшению доступности азота и других питательных веществ для растения, а также помогают поддерживать стабильность почвенной структуры. Микориза особенно важна для восстановления почв с дефицитом питательных веществ, так как она увеличивает площадь поглощения воды и питательных элементов из почвы. Джугара активно взаимодействует с почвенными микроорганизмами, такими как бактерии, фиксирующие азот, и грибами микоризы. Эти симбиотические отношения способствуют улучшению доступности азота и других питательных веществ для растения, а также помогают поддерживать стабильность почвенной структуры. Микориза особенно важна для восстановления почв с дефицитом питательных веществ, так как она увеличивает площадь поглощения воды и питательных элементов из почвы.

Для эффективного восстановления засоленных земель с использованием джугары важно правильно организовать систему орошения.

Рекомендуется применять капельное орошение, которое помогает равномерно распределить воду по почве, минимизируя её перехлест и избыточное испарение, что особенно важно в условиях засушливых регионах.

Использование джугары в сельском хозяйстве и экологическом восстановлении способствует не только улучшению качества почвы, но и повышению её продуктивности, что делает её ценным инструментом в агролесомелиорации, восстановлении экосистем и продовольственной безопасности в регионах с деградированными землями.

Список использованных источников

1. Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–681.
2. Flowers, T. J., & Colmer, T. D. (2008). Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist*, 179(4), 945–963.
3. Khajeh-Hosseini, M., Powell, A. A., & Bingham, I. J. (2003). The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds. *Seed Science Research*, 13(4), 289–297.
4. Horie, T., & Schroeder, J. I. (2004). Sodium transporters in plants. *Plant & Cell Physiology*, 45(3), 462–474.
5. Zohary, D., & Hopf, M. (2000). *Domestication of Plants in the Old World*. Oxford University Press.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСА ГУМИТОН ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОВСА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВ

О.Ю. Баланова, С.П. Арышева, Д.Г. Свириденко

Федеральное государственное бюджетное учреждение

*«Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и
агроэкологии Национального исследовательского центра «Курчатовский
институт»*

E-mail: animaleco15@rambler.ru

В условиях растущих техногенных нагрузок на окружающую среду проблеме повышения устойчивости агробиоценозов уделяется все большее внимание. В настоящее время в агроэкологии и сельском хозяйстве важнейшими задачами являются сохранение и повышение плодородия почв и увеличение производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции. Радиационный фактор оказывает влияние на состояние и развитие аграрных экосистем, что обуславливает необходимость разработки приемов по снижению негативного воздействия данного фактора для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства.

Перспективным приемом повышения эффективности сельскохозяйственного производства на загрязненных территориях является

применение передовых технологий с использованием органоминеральных комплексов с высоким содержанием гуматов, направленных на увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур и минимизацию поступления радионуклидов (в том числе ^{137}Cs) в продукцию. Именно внедрение защитных мероприятий по ограничению миграции поллютантов в сельскохозяйственную продукцию из почвы экономически выгодно и экологически рационально.

Органоминеральный комплекс Гумитон на основе биологически активных компонентов торфа, содержащий макро- и микроэлементы, является инновационной разработкой НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ. Имеются: патент на изобретение № 2709737 от 19.12.2019 г. [4]; Свидетельство на товарный знак (знак обслуживания) № 718667 от 05.07.2019 г. Особенностью Гумитона является высокое содержание гуматов калия (11-14 %). Содержит макро- N – 12 %, P_2O_5 – 23 %, K_2O – 30 % и микроэлементы (B, Mo, Mn).

Механизм действия комплекса Гумитон заключается в активации физиолого-биохимических процессов в растениях содержащимся в препарате биологически активными веществами. Применение Гумитона усиливает иммунитет растений, увеличивает эффективность корневого питания растений, в результате повышается урожайность сельскохозяйственных культур и качество производимой продукции.

Гумитон используется для некорневой обработки вегетирующих растений, а также обработки посадочного материала. Он не имеет запаха, безвреден, хорошо растворим в воде, совместим с большинством используемых минеральных удобрений и средств защиты растений.

По причине четко выраженного антистрессового действия препарата обработку Гумитоном не следует совмещать с применением гербицидов. Оптимальный срок обработки посевов Гумитоном – 7 суток до или после применения гербицидов. Обработка Гумитоном (1 л/га) вегетирующих растений в одно-двукратной повторности проводится в фазы наиболее активного роста и потребления питательных веществ [5, 6]. При листовой обработке растений концентрат разводится водой в соотношении 1:300 л рабочего раствора на 1 га посевов.

Приведены данные двух вегетационных опытов на различных типах почв в условиях радиоактивного загрязнения. Перед закладкой опыта были проведены агрохимические анализы чернозема: pH_{KCl} – 6.34; $\text{H}_\text{г}$ – 3.96 смоль(экв)/кг почвы; содержание гумуса – 6.40 %; P_2O_5 и K_2O – 290 и 171 мг/кг почвы, Ca и Mg – 264.0 и 52.9 смоль(экв)/кг почвы; и дерново-подзолистой почвы: pH_{KCl} – 4.73; $\text{H}_\text{г}$ – 4.05 смоль(экв)/кг почвы; содержание гумуса – 1.42 %; P_2O_5 и K_2O – 290 и 171 мг/кг почвы, Ca и Mg – 41.2 и 8.8 смоль(экв)/кг почвы;.

Сосуд вмещал 5.5 кг почвы. Удобрение ФосАгро NPK (8:20:30) ($\text{N}_{60}\text{P}_{150}\text{K}_{230}$) и ^{137}Cs (в виде раствора $^{137}\text{CsCl}$ – 50 кБк/кг почвы) внесены в

почву перед посевом. Овес сеяли из расчета 25 семян на сосуд. К моменту уборки оставляли по 15 растений.

Обработка Гумитон[®]ом (1 л/га) проводилась в фазу выхода в трубку овса. Повторность опыта 6-кратная на черноземе и 3-кратная на дерново-подзолистой почве. Вегетационные опыты проводили по методике З.И. Журбицкого.

Схема опыта: 1. ^{137}Cs ; 2. ^{137}Cs + Гумитон; 3. ^{137}Cs + ФосАгро NPK; 4. ФосАгро NPK + ^{137}Cs + Гумитон. Растения половины сосудов каждого варианта убирали на зеленую массу в фазу цветения, второй половины сосудов – на зерно в фазу полной спелости овса. После уборки овса определяли биометрические показатели: высоту растений, общую биомассу, массу зерна и соломы.

Определяли содержание ^{137}Cs в почвенных образцах, в вегетативной массе и в зерне овса. Измерения проводили в аккредитованной испытательной лаборатории радиационного контроля НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ на полупроводниковом гамма-спектрометре (Canberra).

Экспериментальные данные анализировали методами непараметрической статистики по программе MS Excel. Статистическую значимость различий оценивали по HCP_{05} .

В вегетационном опыте на черноземе обыкновенном среднесуглинистом (Плавский район Тульской области) изучали действие ФосАгро NPK и Гумитона на продуктивность овса (*Avena sativa*) сорт Яков и накопление ^{137}Cs зеленой массой и зерном.

Результаты вегетационного опыта на радиоактивно загрязненном черноземе обыкновенном показали, что внесение в почву комплексного удобрения ФосАгро NPK (8:20:30) способствовало повышению сырой биомассы овса на 37, зерна – на 22 % по сравнению с контролем и резко снижало накопление ^{137}Cs сырой биомассой в 2.2 и зерном в 2.0 раза, соответственно.

Обработка органоминеральным комплексом на основе торфа Гумитон растений овса в фазу выхода в трубку на почве с ФосАгро NPK повысила сырую биомассу на 5 % по сравнению с вариантом без использования препарата и уменьшило накопление ^{137}Cs зеленой массой овса на удобренной почве в 1.4 раза и в 1.2 раза на почве, содержащей ФосАгро NPK, по сравнению с вариантами без использования препарата, соответственно.

Применение Гумитона на удобренной почве достоверно не повлияло на урожай зерна, но вызвало повышение массы соломы на 31.5 %, а на удобренной ФосАгро NPK почве повысило массу соломы на 8 % по сравнению с вариантами без использования препарата, соответственно. Использование Гумитона на удобренной почве достоверно снизило активность ^{137}Cs в зерне овса на 6, а на почве, удобренной ФосАгро NPK, на 7 % по сравнению с вариантами без обработки.

Результаты вегетационного опыта на дерново-подзолистой супесчаной почве показали, что внесение ФосАгро NPK способствовало повышению массы зерна на 175 % по сравнению с контролем и резко снижало накопление ^{137}Cs сырой биомассой и зерном в 3.7 и в 4.1 раза, соответственно.

Обработка вегетирующих растений Гумитон на почве без удобрений достоверно повысила сырую биомассу овса на 6% и снизила коэффициент накопления ^{137}Cs в почве с ФосАгро NPK на 8.3% по сравнению с вариантами без препарата. При уборке овса в фазу полной спелости применение Гумитона на удобренной почве повысило массу соломы на 28% общую и продуктивную кустистость растений в 1.1 и 1.2 раза, и снизило накопление ^{137}Cs зерном на 7.4% по сравнению с вариантами без обработки препаратом.

Таким образом, органоминеральный комплекс Гумитон является эффективным агроулучшителем для повышения продуктивности овса и снижения поступления ^{137}Cs в продукцию на 2-х типах почв в условиях радиоактивного загрязнения.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТНОГО И АММОНИЙНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ

Н.П. Бакаева, А.В. Егорцева, П.В. Мельников

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Самарский государственный аграрный
университет»*

E-mail: avdoangelina@mail.ru

Яровой ячмень – одна из самых важнейших сельскохозяйственных культур. Данная культура обладает широким спектром достоинств. Зерно ячменя – ценный концентрированный корм для животных, сырье для пивоварения и производства перловой и ячневой круп. Ячмень используют также для изготовления муки, суррогата кофе, солодового экстракта, который широко применяют в спиртовой, кондитерской и других отраслях пищевой промышленности. Поэтому большое значение приобретает поиск резервов повышения урожайности ярового ячменя и качества его зерна [1].

Одним из основных условий улучшения качества зерна является высокая обеспеченность почвы подвижными питательными веществами, особенно нитратами [2]. Это зависит от предшественников и уровня применения органических и минеральных удобрений [3].

Цель исследований – изучить продуктивность ярового ячменя сорта Пересвет, в зависимости от способов обработки почвы и удобрений, а также определить содержание минеральных форм азота (нитратной и аммонийной) в почве перед уборкой.

Сорт ярового ячменя Пересвет зернофуражного направления использования, включённый в Госреестр по Средневолжскому региону.

Исследования проводили на опытном поле научно-исследовательской лаборатории «Агроэкология» Самарского ГАУ, предшественник яровая

пшеница, норма высева 240 кг/га, на делянках площадью 840 кв.м. путем отбора проб почв на глубине 0–30 см в трех вариантах в зависимости от способа возделывания (вспашка на 20–22 см, рыхление на 10–12 см, без осенней механической обработки), и в зависимости удобренного и неудобренного фона минеральным удобрением, повторность трехкратная.

Минеральное удобрение вносили по следующей схеме:

1 вариант – без удобрений (контроль);

2 вариант – карбамид 5 кг/га в фазу кущения, а также карбамид 5 кг/га в фазу флагового листа.

Почва опытного поля – чернозем типичный среднегумусный среднесиловый тяжелосуглинистый [4]. Анализ погодных условий согласно данным метеорологической станции «Усть-Кинельская» в год проведения исследований показал контрастность температуры воздуха и выпавших осадков.

Уборку урожая проводили в фазу полной спелости зерна путем отбора снопов с делянок (площадка 0,25 м²). Сноповой материал служил для определения величины и качества урожая.

Определение натурной массы зерна, оценка массы 1000 зерен были проведены по стандартизированным методикам, по ГОСТ 10842-89 и ГОСТ 10840-2017.

Определение белка и его фракций проводили по методике, предложенной Х.Н. Починок (1976) [5].

Оценка отобранных проб почв минеральных форм азота проводилась в испытательной научно-исследовательской лаборатории Самарского ГАУ по гостовским методикам, на содержание нитратов – по ГОСТ 26488-85 обменного аммония – по ГОСТ 26489-85.

В таблице 1 приведены показатели продуктивности ярового ячменя сорта Пересвет, такие как – урожайность, натурная масса зерна, масса 1000 зерен, а также результаты исследований почвенного состава по содержанию нитратов, обменного аммония перед уборкой ячменя в зависимости от способа обработки почвы.

Представленные в таблице данные показывают, что наибольшие величины показателей урожайности зерна, натурной массы, массы 1000 зерен и содержания белка были определены в варианте по вспашке с применением удобрений, усредненные показатели – 1,65 т/га, 691 г/л, 49,7 г, 14,2%, все другие варианты имели меньшие значения. Вариант по вспашке без удобрений отличался по вспашке с применением удобрений меньшими величинами на 11,4, 1,3, 8,6 и 4,83%, соответственно. В варианте без осенней механической обработки с карбамидом были меньшие значения, отличия от вспашки с карбамидом составляли на 13,7, 0,58, 8,48 и 3,45%, соответственно.

Содержание нитратного азота по вариантам опыта было наибольшим в среднем по обработке почвы – вспашка 2,23 мг/кг, и уменьшалось по рыхлению на 5,8%, без осенней механической обработки на 19,3%, причем в вариантах без удобрений усредненная величина данного показателя была

большей и отличалась на 37,8% от варианта по удобренному фону.

Аммонийный азот имел наибольшее содержание в почве в варианте без осенней механической обработки на удобренном фоне 6,71 мг/кг, отличаясь меньшими значениями в варианте без удобрений на 47,2%. Но усредненные значения имели большие величины по удобренному фону 6,37 мг/кг, не удобренный фон имел меньшее значение на 49,5%.

Таблица - Продуктивность ярового ячменя сорта Пересвет и содержание минеральных форм азота в почве перед его уборкой, усредненные данные из трехкратной повторности

Способ обработки почвы	Удобренный фон	Урожайность зерна, т/га	Натурная масса, г/л	Масса 1000 зерен, г	Белок, %	N(NO ₃ ⁻) мг/кг	N(NH ₄ ⁺) мг/кг
Вспашка на 20-22 см	без удобрений	1,55	686	47,4	13,8	2,83	3,31
	карбамид, 5 кг/га	1,75	695	51,9	14,5	1,63	6,37
Среднее по вспашке		1,65	691	49,7	14,2	2,23	4,84
Рыхление на 10-12 см	без удобрений	1,38	682	46,9	13,4	2,44	2,97
	карбамид, 5 кг/га	1,56	691	48,3	14,4	1,57	6,03
Среднее по рыхлению		1,47	687	47,6	13,9	2,01	4,50
Без осенней механической обработки	без удобрений	1,19	682	46,9	13,1	2,18	3,17
	карбамид, 5 кг/га	1,51	691	47,5	14,0	1,42	6,71
Среднее без осенней механической обработки		1,35	687	47,2	13,6	1,8	4,94
В среднем без удобрений		1,37	683	47,1	13,4	2,48	3,15
В среднем по удобренному фону		1,61	692	49,2	14,3	1,54	6,37
НСР ₀₅ общ. = 1,37 ц/га влияние фактора А достоверно; НСР ₀₅ А = 0,97 ц/га влияние фактора В достоверно; НСР ₀₅ В = 0,79 ц/га взаимодействие факторов А и В достоверно; НСР ₀₅ АВ = 0,79 ц/га							

Поставленная цель проведенных исследований завершена, но содержание в почве нитратного и аммонийного азота не могут быть однозначно интерпретированы и требуют дальнейших разработок.

Перспективы дальнейшей разработки темы – изучить содержание нитратных и аммонийных форм азота в почве под посевами ячменя в динамике от посева и в зависимости от фенологических фаз развития растений.

Список использованных источников

1. Абрамова, М. В. Испытание ярового ячменя в условиях Центрального Казахстана / М. В. Абрамова, Т. А. Дубовец, Л. А. Кротова //

Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 1(135). С. 15–19.

2. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Коржавина Н. Ю. Состояние углеводно-амилазного комплекса зерна озимой пшеницы разных сортов в зависимости от обработки микроудобрениями ЖУСС в сочетании с азотными удобрениями // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1. С. 30–34.

3. Бакаева Н. П., Зудилин С. Н., Коржавина Н. Ю. Урожайность, количественное содержание белка и крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 / Н. П. Бакаева, С. Н. Зудилин, Н. Ю. Коржавина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 19–23.

4. Бакаева Н. П., Коржавина Н. Ю. Биохимические показатели качества зерна озимой пшеницы на фоне применения минеральных и органических удобрений // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2019. № 1(54). С. 13-19.

5. Бакаева, Н. П., Егорцева А.В. Содержание белка и его Фракционный состав в зерне яровой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4. С. 17-22.

УДК 63.5995

ВЫРАЩИВАНИЕ СОЛЕУСТОЙЧИВЫХ ГАЛОФИТОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ ТУРКМЕНИСТАНА

С.А. Балтаева, О. Байрамдурдыев, Г. Бегбаева, А. Мередова

Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан

E-mail: narmemedowa09@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются деградация земель вследствие засоления почв представляет собой одну из самых острых экологических и хозяйственных проблем современного мира. В странах Центральной Азии, включая Туркменистан, проблема усугубляется климатическими особенностями региона, такими как высокая температура, низкое количество осадков и интенсивное испарение, а также неэффективными системами ирригации, приводящими к вторичному засолению.

Ключевые слова. шелковица, сорго, засоленные земли.

Введение. Деградация земель вследствие засоления почв представляет собой одну из самых острых экологических и хозяйственных проблем современного мира. По данным ООН, около **20% орошаемых земель** мира и до **50% в засушливых регионах** подвержены засолению, что снижает их продуктивность. В странах Центральной Азии, включая Туркменистан, проблема усугубляется климатическими особенностями региона, такими как высокая температура, низкое количество осадков и интенсивное испарение,

а также неэффективными системами ирригации, приводящими к вторичному засолению.

Сельское хозяйство является основой экономики Туркменистана, однако около **15–20% орошаемых земель страны** страдают от средней и высокой степени засоленности. Эти земли требуют внедрения эффективных методов мелиорации и восстановления плодородия. Традиционные методы, такие как промывка почв, требуют значительных затрат воды и строительства дренажных систем, что ограничивает их применение в условиях водного дефицита.

В этой связи использование солеустойчивых растений (галофитов) становится перспективным направлением. Галофиты не только способны выживать в условиях повышенного солевого стресса, но и играют важную роль в снижении уровня грунтовых вод и накоплении солей в биомассе, что делает их эффективным инструментом фиторемедиации. Цель настоящего исследования заключается в изучении возможностей выращивания галофитов для освоения засоленных земель Туркменистана и повышения их продуктивности.

Актуальность исследования. *Глобальная значимость проблемы засоления:* По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), к 2050 году более 50% пахотных земель мира могут стать непригодными для земледелия из-за деградации почв. В условиях глобального роста населения, который потребует увеличения производства продовольствия на **60%**, данная проблема представляет угрозу для продовольственной безопасности.

Реалии Центральной Азии: Регионы Центральной Азии, включая Туркменистан, занимают лидирующие позиции по масштабам деградации земель. Вторичное засоление почв, вызванное нерациональным орошением, ежегодно выводит из сельскохозяйственного оборота десятки тысяч гектаров.

Эколого-экономическая перспектива галофитов: Галофиты представляют собой устойчивые к засолению растения, способные расти в условиях экстремального солевого стресса. Использование таких растений, как шелковица, черное дерево и сорго, не только способствует восстановлению земель, но и открывает перспективы для развития связанных отраслей, включая шелководство, производство биотоплива и кормовых культур.

Цель исследования. Разработка эффективной системы мелиорации засоленных земель Туркменистана путем выращивания солеустойчивых растений (галофитов), способствующих восстановлению плодородия почв и повышению их экологической устойчивости.

Задачи исследования. Провести анализ уровня и характера засоленности почв в Дашогузском велаяте.

Оценить солеустойчивость галофитов (шелковица, вяз (черное дерево), тополь, узколистый лох, сорго) в условиях засушливого климата.

Изучить влияние галофитов на динамику грунтовых вод, содержание солей в почве и их плодородие.

Определить экономическую эффективность использования галофитов на засоленных землях.

Разработать рекомендации по их внедрению в сельское хозяйство Туркменистана.

Научная новизна. Впервые для условий Дашогузского велаята проведены комплексные полевые эксперименты по выращиванию галофитов на землях с разным уровнем засоленности.

Изучено влияние галофитов на снижение уровня грунтовых вод и очистку почв от токсичных солей.

Определены наиболее перспективные виды растений для мелиорации (шелковица, вяз, сорго, тополь, узколистый лох).

Разработана научно обоснованная агротехника выращивания галофитов, учитывающая особенности засушливого климата.

Проведен экономический анализ эффективности фиторемедиации засоленных земель.

Методы исследования

Полевые эксперименты. На базе экспериментальных участков Дашогузского велаята были проведены полевые работы по высадке солеустойчивых растений (галофитов) на землях с различной степенью засоленности (слабое, среднее и сильное).

Эксперименты включали:

- Подготовку почвы к посадке (удаление сорняков, выравнивание участка, выбор систем посадки).
- Высадку саженцев таких видов галофитов, как шелковица, черное дерево, осока, можжевельник и сорго.
- Регулярный мониторинг роста растений, их биомассы, уровня приживаемости и адаптации к условиям засоленных земель.

Агротехнические мероприятия. Для повышения эффективности роста галофитов проводились:

- Полив деревьев (с учетом качества и минерализации воды).
- Междурядные обработки для удаления сорняков.
- Мульчирование почвы для сохранения влаги и предотвращения испарения.

Физико-химический анализ почвы и воды. В течение эксперимента регулярно проводился отбор проб почвы для измерения содержания солей (хлориды, сульфаты, карбонаты) и уровня кислотности.

Изучение динамики уровня грунтовых вод и их минерализации.

Оценка плодородия почвы до и после высадки галофитов.

Математические и статистические методы. Сравнительный анализ данных, полученных на участках с различным уровнем засоленности.

Выявление закономерностей между ростом галофитов, уровнем солей в почве и изменением уровня грунтовых вод.

Расчёт экономической эффективности выращивания галофитов по сравнению с традиционными мелиоративными методами (промывка, дренаж).

Результаты исследования.

Снижение засоленности почв. Выращивание шелковицы на слабо- и средnezасоленных землях снизило содержание хлоридов и сульфатов в верхнем слое почвы на **25–30%** за год.

Вяз и сорго показали высокую эффективность на сильно засоленных участках, снижая уровень токсичных солей на **15–20%**.

Влияние на грунтовые воды. Использование галофитов в качестве биологического дренажа привело к снижению уровня грунтовых вод на **20–25 см** в течение вегетационного сезона.

Экономическая эффективность. Стоимость выращивания галофитов оказалась на **30–40%** ниже, чем традиционные методы мелиорации, при схожих результатах.

Шелковица дополнительно принесла доход за счет производства шелка и кормовой биомассы.

Рост и адаптация растений. Приживаемость шелковицы составила **72%** на слабозасоленных участках и **60%** на средnezасоленных.

Сорго продемонстрировало высокий уровень устойчивости к экстремальным условиям и обеспечило значительную биомассу (до **5 тонн/га**).

Выводы. Галофиты доказали свою эффективность как инструмент для мелиорации засоленных земель, особенно в условиях водного дефицита.

Наиболее перспективными растениями для условий Туркменистана являются шелковица, вяз и сорго.

Использование галофитов позволяет одновременно восстанавливать почвы и развивать новые отрасли сельского хозяйства, такие как шелководство и производство кормов.

Экономическая и экологическая эффективность фиторемедиации делает её важным элементом устойчивого земледелия.

Список использованных источников

1. Шамсутдинов З. Ш., Савченко И. В., Шамсутдинов Н. З. Галофиты России, их экологическая оценка и использование. Москва: Эдель-М, 2000. 399 с.
2. Акжигитова Н. И. Экологическая классификация галофитов // Ботанический журнал АН УзССР. 1981. №10. С. 58-60.
3. Акжигитова Н. И. Галофильная растительность Средней Азии и её индикаторные свойства. Ташкент: Фан, 1982. 177 с.

ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И МИКРОУДОБРЕНИЙ Zn НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В.Д. Бочкарев, А.Г. Вишняков, А.В. Кузнецов

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»

E-mail: vladimirdmitrievichb17@gmail.com

Аннотация. В работе обсуждается возможность совместного применения регуляторов роста и микроудобрений Zn в условиях юга Нечерноземной зоны. В результате исследований установлено, что совместное применение росторегулирующих препаратов и микроэлемента Zn достоверно увеличивает урожайность яровой пшеницы. Наибольшая урожайность (3,23 т/га) получена на варианте, где применяли Циркон, Р и Zn в хелатной форме.

Ключевые слова: яровая пшеница, хелат Zn, урожайность, регулятор роста, продуктивность.

Введение. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур – главная цель мирового сельского хозяйства. В настоящее время существует множество приемов, позволяющих добиться этой цели. Одним из них является применение регуляторов роста и микроэлементов [1].

Среди широкого спектра микроэлементов, наиболее важным для пшеницы, как и для других культур является цинк. Этот элемент выполняет целый ряд функций: входит в состав сложных ферментов выступая кофактором [3]. Цинк участвует в делении клеток, тем самым способствует синтезу ДНК. Помимо этого, участвует в белковом, углеводном и фосфорных обменах. Рядом исследователей доказано, что нехватка Zn негативно сказывается на фотосинтетический аппарат пшеницы. Так, у проростков пшеницы уменьшается площадь листа на 14%, на 10% содержание хлорофиллов а и b [2,4,5].

По мнению А. Х. Шеуджен (2010), на черноземах растения испытывают цинковое голодание в связи с низкой подвижности элемента в почве. Внесение микроудобрений цинка становится неотъемлемым фактором при возделывании целого спектра культур [7], что позволяет нивелировать действие засухи путем стимуляции азотного питания [6].

Целью нашего исследования было изучить влияние совместного применения регуляторов роста и микроудобрений Zn в различных формах.

Материалы и методы. Полевой двухфакторный опыт по влиянию совместного применения микроэлемента Zn и регуляторов роста на продуктивность яровой пшеницы проведен в 2024 году и включал следующие варианты:

1. Контроль (без микроудобрений и регуляторов роста); 2. $ZnSO_4$ (сульфат цинка 35%) – 1,5 кг/га; 3. ZnЭДТА (хелат цинка 15%) – 1,5 кг/га; 4. Эпин–Экстра, Р (24-эпибрассинолид 0,025 г/л) – 50 мл/га; 5. Циркон, Р (0,1 г/л гидроксикоричных кислот растительного происхождения) – 40 мл/га; 6. $ZnSO_4$ + Эпин–Экстра, Р – 1,5 кг га + 50 мл/га; 7. $ZnSO_4$ + Циркон, Р – 1,5 кг/га + 40 мл/га;

8. ZnЭДТА + Эпин–Экстра, Р – 3,0 кг/га + 50 мл/га; 9. ZnЭДТА (3,0 кг/га) + Циркон, Р – 3,0 кг/га + 40 мл/га.

Хелатная форма на основе этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) содержала 15 % цинка. Норма расхода рабочего раствора 300 л/га. Листовую подкормку микроэлементами и регуляторами роста проводили в фазу кущения (ВВСН 31–51).

Почва опытного участка, характеризовалась средним содержанием подвижного фосфора (94 мг/кг) и повышенным содержанием обменного калия (140 мг/кг) (по Кирсанову), средней гидролитической кислотностью (pH_{KCl} 5,6), повышенной суммой поглощённых оснований (V – 81%).

Яровая пшеницы сорта Канюк была посеяна по озимой пшенице. Обработка состояла из двукратного дискования тяжелой дисковой бороной после уборки предшественника и перед посевом. Под осеннюю обработку почвы вносили $N_{10}P_{26}K_{26}$, весной N_{102} . Норма высева – 5 млн. всхожих семян. Опыт заложен на фоне интенсивной химической защиты растений. Уборку проводили в фазу полной спелости пшеницы, влажность 15%.

Результаты исследований. В ходе исследований установлено, что применение регуляторов роста как отдельно, так и в комплексе с микроудобрением Zn достоверно влияло на элементы структуры урожая (таблица).

Таблица – Влияние применения регуляторов роста и Zn на элементы структуры урожая яровой пшеницы.

Вариант	Всего продуктивных побегов	Число зерен в колосе	Масса 1000 семян	Урожайность биологическая г/м ²	Урожайность хозяйственная, т/га
Контроль	320 ^{b*}	26,0 ^a	34,07 ^{abc}	283 ^b	2,56 ^c
ZnSO ₄	387 ^a	22,4 ^{cd}	35,27 ^{ab}	306 ^{ab}	2,93 ^{abc}
ZnЭДТА	367 ^a	23,9 ^b	34,65 ^{abc}	304 ^{ab}	2,97 ^{ab}
Эпин-Экстра	383 ^a	22,2 ^d	34,55 ^{abc}	294 ^b	2,73 ^{bc}
Циркон	393 ^a	22,4 ^{cd}	34,44 ^{abc}	303 ^{ab}	2,95 ^{ad}
ZnЭДТА + Эпин–Экстра	377 ^a	23,3 ^b	33,41 ^c	293 ^{ab}	2,81 ^{ad}
ZnЭДТА + Циркон	393 ^a	23,4 ^{bc}	35,59 ^{bc}	328 ^{ab}	3,23 ^{ad}
ZnSO ₄ + Эпин–Экстра	380 ^a	24,2 ^{bcd}	33,07 ^{bc}	303 ^{ab}	2,91 ^{ad}
ZnSO ₄ + Циркон	387 ^a	23,6 ^{bcd}	33,47 ^a	305 ^a	3,05 ^a

* - Значения с разными индексами значимо различаются по критерию Фишера, p -value < 0.05

Наибольшее число продуктивных побегов отмечено на вариантах, где применяли Циркон, Р как отдельно, так и в комплексе с цинком в хелатной форме (1,5 кг/га) – 393 шт./м², что на 73 шт./м² (23%) больше, чем на контрольном варианте. Несколько ниже эффективность была на ZnSO₄ и ZnSO₄ + Циркон, Р – 387 шт./м² (21% по сравнению с контролем).

Число зерен в колосе под действием изучаемых факторов снижалось, что статистически подтверждено на всех изучаемых вариантах. Меньше всего этот

показатель менялся на $ZnSO_4$ (3 кг/га) + Эпин–Экстра, Р – 24,2 шт. (-7% к контролю).

Наибольшая масса 1000 семян была на варианте, где цинк вносился в минеральной форме и совместном применении хелата цинка (1,5 кг) и Циркон, Р.

Оценка биологической урожайности как важнейшего показателя влияния агротехнологий показала, что наибольшим увеличением было на $ZnЭДТА$ 1,5 кг/га + Циркон, Р – 16%. Несколько уступали по эффективности $Zn\ So_4$, $ZnЭДТА$, $ZnSO_4$ 3 кг/га + Эпин экстра и $ZnSO_4$ 3 кг/га + Циркон, прибавка составляла от 7 до 8%.

Аналогичные результаты получены при изучении хозяйственной урожайности. Наибольшей она была на варианте с $ZnЭДТА$ 1,5 кг/га + Циркон, Р, прибавка составляла 0,67 т/га (26% по сравнению с контролем).

Выводы. Проведенное исследование показало, что совместное применение Циркон, Р и хелата цинка достоверно влияло на важнейший элемент структуры урожая – число продуктивных побегов, увеличивая его на 23%, что в конечном итоге приводило к росту урожайности до 3,32 т/га (на 26% больше к контролю).

Список использованных источников

1. Актарова О. И. Регуляторы роста, их влияние на биометрические показатели гибридов моркови столовой в условиях Астраханской области / О. И. Актарова, Р. А. Арсланова, А. Н. Сарычев // Научно-агрономический журнал. – 2024. – №3 (126). – С. 43–48. – ISSN 2500-0047.

2. Березов Т. Т. Биологическая химия / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – Москва: Медицина, 1998. – 704 с.

3. Верниченко И. В. Устойчивость яровой пшеницы к засухе в зависимости от обеспеченности растений азотом, молибденом и цинком / И. В. Верниченко, И. Захурул // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 5. – С. 39-45.

4. Казнина Н. М. Влияние дефицита цинка на фотосинтетический аппарат проростков озимой пшеницы / Н. М. Казнина и соав. // Труды Карельского научного центра РАН. – 2020. – №11. – С. 132–138.

5. Лукьянова Е. С. Биохимические изменения в пшенице под действием различных доз меди и цинка / Е. С. Лукьянова, В. А. Федотов // Микроэлементы в медицине. – 2024. – Т. 25, № 3. – С. 46-48.

6. Содержание и подвижность цинка в черноземе обыкновенном агроценозов озимой пшеницы при использовании различных агротехнологий / Я. И. Ильченко, В. А. Ерин, О. А. Бирюкова, В. А. Илюшечкин // Живые и биокосные системы. – 2022. – № 40.

7. Шеуджен А. Х. Агробιοгеохимия / А. Х. Шеуджен. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – С. 446–460.

УДК:631.5:631.559:633.16.321(571.13)

ВЛИЯНИЕ ЗОНАЛЬНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Бутко, Л.В. Юшкевич, Д.Н. Ющенко

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Омский аграрный научный центр»

E-mail: butko@anc55.ru

Аннотация. В засушливой лесостепи Омской области формирование степени и видового состава сорняков в посевах ячменя определяется системой обработки и уровнем применения средств химизации. Урожайность ячменя в среднем на 4-х уровнях агротехнологий составила: комбинированная обработка – 2,52 т/га, плоскорезная – 2,34 и «нулевая» – 2,21 т/га. На комплексной химизации урожайность зерна ячменя достигала 3,28 т/га.

Ключевые слова: засоренность, агрофитоценоз, ячмень, агротехнология, урожайность.

Введение. В настоящее время в РФ посевы ячменя – ценной зернофуражной культуры занимают площадь до 8,0 млн. га, из них – 35-40% пивоваренные сорта. В лесостепных агроландшафтах Омской области, ячмень в основном селекции «Омского АНЦ», возделывается на площади – 127 тыс. га с урожайностью до 1,8-2,0 т/га, что недостаточно и не соответствует высокому (68-75) бонитету пахотных земель.

Главная причина – экстенсивные агротехнологии возделывания культуры, низкое применение удобрений (18-20 кг/га), высокая засоренность и инфицированность агрофитоценоза, недостаток вегетационных осадков [1, 2, 3].

В последние годы в Омской области посевы зерновых культур, засоренные в сильной и средней степени, составляет более 1,6 млн. га с преобладанием 6-8 видов, из которых 3-4 доминирующие, что приводит к ежегодной потере до 500 тыс. тонн зерна [4].

Исследованиями, выполненными в отделе земледелия института с помощью меченых атомов, выявлено, что сорняки усваивают подвижный фосфор в 2,5 раза интенсивнее, чем зерновые, изменяется состояние микробного ценоза в верхнем слое черноземных почв под посевами ячменя [5, 6].

Материалы и методы. Выявить особенности формирования засоренности посевов и урожайности ячменя в южной лесостепи Омской области. Многолетние наблюдения (17 лет) проведены в стационарном зернопаровом севообороте с замыкающим полем ячменя. Двухфакторный стационарный опыт включал четыре варианта обработки почвы различной интенсивности, и четыре уровня применения средств химизации. Агротехника в опыте зональная. Посев сортов ячменя, Саша, Сибирский

авангард проводился 20-25 мая с нормой высева 4,5-4,7 млн. всхожих семян сеялкой СЗ-3,6, ПК «Selford» обеспечивающий более равномерное распределение семян. Повторность 4-х кратная, почва – лугово-черноземная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса – 6,8-7,4% [7].

Результаты исследований. За время наблюдений выявлена четкая закономерность повышения засоренности посевов ячменя от отвальной к «нулевой» обработке почвы с 440 до 555 г/м², а по удельной биомассе сорняков в агрофитоценозе до 31%

При снижении засоренности посевов ячменя на комплексной химизации (до 12,4%), засоренность на «нулевой» обработке остается в средней градации – 16,4% и превышает отвальную и комбинированную в 1,6-1,8 раза с преобладанием злакового типа засорения. Систематическое применение удобрений (N₃₀ P₃₀) приводит к нарастанию численности и биомассы сорняков до сильной градации – 33,8%. Выявлено, что конкуренция за влагу и элементы питания между сорными растениями и зерновыми культурами повышается больше за калий и азот и снижается за фосфор, причем на изреженных посевах засоренность культуры обычно повышается. Систематическая обработка посевов гербицидами повышает биомассу ячменя в 1,9 раза (1537 г/м²) и уменьшает удельную биомассу сорняков в 2,4 раза с подавлением большей части двудольных, в том числе наиболее злостных корнеотпрысковых.

Урожайность зерна ячменя за длительный период наблюдений определялась вариантом агротехнологий, системой обработки почвы в севообороте, уровнем химизации и в значительной степени – засоренностью агрофитоценоза (таблица).

Таблица - Влияние агротехнологий на урожайность зерна ячменя (лесостепная зона), т/га (2005-2022 гг.)

Система обработка почвы в севообороте	Уровень агротехнологий				Среднее по обработке почв НСР ₀₅ -0,08 т/га
	Экстенсивная (контроль)	нормальная (гербициды)	полуинтенсивный (удобрения + гербициды)	интенсивный (комплексная химизация)	
Отвальная	1,20	2,46	3,11	3,42	2,55
Комбинированная	1,14	2,42	3,13	3,40	2,52
Плоскорезная	1,02	2,08	3,03	3,22	2,34
«Нулевая»	0,86	2,04	2,86	3,08	2,21
Среднее НСР ₀₅ -0,11 т/га	1,06	2,25	3,03	3,28	

Выявлено, что на всех вариантах применения средств интенсификации агротехнологий ячменя отмечается устойчивая тенденция снижения

урожайности культуры от отвальной и комбинированной обработки почвы к минимальной.

Так в среднем на четырех вариантах агротехнологий ресурсосберегающая комбинированная обработка (чередование отвальной на глубину 20-22 см с плоскорезной на 10-14 см) формировала урожайность ячменя 2,52 т/га, плоскорезная – 2,34 и «нулевая» - 2,21 т/га, что было на 0,31 т/га (12,3%) меньше. Интенсивная агротехнология с комплексным применением средств химизации улучшала фитосанитарное состояние посевов и способствовала росту продуктивности ячменя по сравнению с экстенсивной до 3,28 т/га или в 3,1 раза.

Выводы. Таким образом, в среднем на четырех уровнях агротехнологий комбинированная обработка обеспечила урожайность зерна 2,52 т/га, плоскорезная – 2,34 и «нулевая»- 2,21 т/га. Применение комплексной химизации способствовало оптимизации фитосанитарного состояния посевов культуры, и повышало продуктивность ячменя до 3,28 т/га.

Список использованных источников

1. Березин Л.В., Ершов В.Л. [и др.]. Научные основы земледелия равнинных ландшафтов Западной Сибири: монография. – РАСХН. Сиб. Отделение СибНИИСХоза, ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 312 с.
2. Чекусов М.С. и др. Совершенствование комплекса машин и орудий в засушливом земледелии Западной Сибири. Земледелие. 2016. №3. 13-16 с.
3. Торопова Е.Ю. [и др.]. Влияние агротехнологий на здоровье почвы и растений в лесостепи Омской области. // Достижения науки и техники АПК. – 2014. - №2. – 44-45 с.
4. Юшкевич Л.В. и др. Совершенствование технологии возделывания ячменя в лесостепи Западной Сибири. // Земледелие. – 2013. – №2. – 26-28с.
5. Корчагина И.А., Юшкевич Л.В. Сорты пшеницы в интенсивном земледелии Омского Прииртышья: монография. – Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2023. – 172 с.
6. Юшкевич Л.В. и др. Агроэкологические особенности возделывания ячменя в лесостепи Западной Сибири. // Плодородие. – 2019. - №4 (109). – 42-46 с.
7. Кем А.А., Юшкевич Л.В. Урожайность зерновых культур в зависимости от моделирования способа посева // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – №11 (203). 92-97 с.

РОЛЬ ^{137}Cs В РАДИОИЗОТОПНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОСЕЛКА МУСЛЮМОВО ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА

Л.Д. Воробьев

ФГБОУ ВО РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва

E-mail: khvorobev@mail.ru

Аннотация. В результате производственной деятельности ПО Маяк в середине XX века значительные территории Среднего и Южного Урала подверглись радиоактивному загрязнению изотопами ^{90}Sr и ^{137}Cs , что привело к исчезновению ряда населенных пунктов и вывода больших площадей из хозяйственного оборота. Известно, что содержание радиостронция в природных объектах значительно превышает содержание радиоцезия. В ходе данной работы был изучен вклад ^{137}Cs в загрязнение территории поселка Муслюмово и хозяйственная пригодность этой территории. В пойме реки Теча выявлено высокое содержание радиоцезия — 35815 кБк/км²

Ключевые слова: радиоцезий, радиостронций, ВУРС, комбинат «Маяк», загрязнение

Введение. Радиоактивный распад, или явление радиоактивности, окружает нас повсеместно на протяжении всей нашей жизни. Экспериментально получено, что все элементы, идущие в таблице Менделеева после висмута радиоактивны, а до него, имеют радиоактивные изотопы. Они входят состав горных пород, почв, могут находиться в воде и даже в атмосфере, делая явление радиоактивного распада повсеместным.

Явление радиоактивности заключается в спонтанном изменении строения или состава нестабильных атомных ядер, сопровождающихся испусканием гамма-квантов, элементарных частиц. Радиоактивные излучения относятся к ионизирующим. Их воздействие на биологические объекты заключается в передаче их энергии тканям и органам.

Облучение разделяется на внутреннее и внешнее. Наибольшую опасность при внешнем облучении представляет γ -излучение, так как оно обладает наиболее высокой проникающей способностью. γ -излучение может вызвать хроническую и острую лучевую болезнь, различные виды онкологий как стохастический эффект, так же оно выступает как тератогенный и мутагенный фактор [3].

Выбор объекта исследования был обусловлен как личным, так и общенаучным интересом к данной проблеме. Данная тема актуальна в связи с тем, что загрязнению подверглись зоны хозяйственного и сельскохозяйственного использования, к которым относится и территория поселка Муслюмово, через которую проходит пойма реки Теча, что напрямую связано с направлением деятельности нашей кафедры.

Наиболее активному загрязнению данная территория подверглась в

1949 - 1951, 1957 годах, в этот период в акваторию данной реки попало наибольшее количество радионуклидов [2].

Данные показывают, что 94,6 % активности этих выбросов представляют короткоживущие радионуклиды - ^{144}Ce , ^{95}Zr и ^{106}Ru , периоды полураспада которых составляют 1 год и менее, и к настоящему времени они полностью распались. *По уточнённым оценкам вклад ^{137}Cs мог составлять 0,35%. Оставшиеся долгоживущие ^{137}Cs и ^{90}Sr обнаруживаются в современных природных объектах ВУРСа, причём радиостронций по количеству во много раз превышает радиоцезий. Таким образом, современное загрязнение этих территорий можно охарактеризовать как радиостронциевое. [1] Тем не менее, до настоящего времени не выяснена степень участия радиоцезия в составе радионуклидных загрязнений. Именно этому вопросу посвящено это исследование.

Результаты исследования. Образцы пойменной почвы отбирали в пойме и на берегу реки Теча с глубины 0-20 см. Содержание радиоцезия определяли на многоканальном спектрометре WIZARD 2480 PerkinElmer-Wallac (США, Финляндия)

Данные показывают (таблица), что прирусловые (у уреза воды) почвы поймы реки Теча очень сильно загрязнены радиоцезием - до 2172 кБк/м² (58,7 Ки/км²).

Таблица - Содержание радиоцезия в анализируемых образцах

Место взятия образцов	Мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч	Активность, Бк/кг	Плотность загрязнения ^{137}Cs для слоя 0-20 см	
			кБк/м ²	Ки/км ²
Центр поймы	4,16±0,09	119052±4021	35813±84	968±16
Правый берег	0,30±0,05	189,97±12,9	58,1±0,31	1,57±0,07
Левобережье поселка	0,12±0,04	47,49±2,59	17,29±0,17	0,47±0,02
Русло	0,80±0,07	7221±205	2172±63	58,7±1,7
Край поймы	0,71±0,05	5741±327	1728±100	46,7±2,7
Берег реки	0,23±0,03	153±22	48±7	1,3±0,2

По зональному делению земель почвы считаются сильно загрязнёнными при содержании ^{137}Cs свыше 40 Ки/км² — это зона отчуждения. На краю поймы также обнаружено очень сильное загрязнение - 1728 кБк/м² (46,7 Ки/км²), тогда как на берегу реки содержание радиоцезия соответствовало низкому уровню - 48 кБк/м² (1,3 Ки/км²). Мощность эквивалентной дозы на этих участках составляла 0,80 и 0,71 мкЗв/ч для пойменных почв и почти соответствовало уровню природного радиационного фона (0,15-0,20 мкЗв/ч) на берегу реки. Так же в этой таблице

приведены данные по содержанию радиоцезия в центре поймы, которое наибольшее среди всех отобранных образцов и составляет 35813 кБк/м² или же 918 Ки/км², что очень много, так как зона отчуждения начинается еще с 40 Ки/км² [3].

Почвы отобранные на правом берегу реки Теча в среднем имели активность 58,1 Бк/м² или 1,25 Ки/м², что делает их слабозагрязненными радиоцезиям, и по радиоэкологическому нормированию относит их к зоне с низким уровнем загрязнения, которая предусматривает льготное проживание. Почвы, отобранные на территории Поселка Муслумово, в границах улиц Карла Маркса и Кирова, в среднем, имели удельную активность 17,29 Бк/м² или 0,47 Ки/км², таким образом содержание гаммоизлучателей можно признать фоновым, и сделать вывод о том, что эта почва не загрязнена радиоцезием.

Радиостронций гораздо подвижнее по сравнению с радиоцезием в почвах, в связи с тем, что ¹³⁷Cs необменно фиксируется вторичными глинистыми минералами почв типа монтмориллонита и при постоянном поступлении в реку накапливался в пойменной почве [3].

Следует отметить, что за 74 года со времени начала сброса ¹³⁷Cs в реку Теча прошло более двух периодов полураспада этого радионуклида, и начальные количества его примерно в 4 раза превышали современные.

Заключение. В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы: районе ВУРСа в пойменной почве реки Теча обнаружено существенное радиоцезиевое загрязнение, уровень которого значительно превышает допустимые уровни и позволяет отнести ее к зоне отчуждения. Ведение хозяйственной деятельности на территории поймы невозможно в связи с высокими уровнями радионуклидного загрязнения. При проведении специальных мероприятий возможно использование данной территории в качестве сенокоса.

При этом, остальная исследуемая территория поселка слабо загрязнена радионуклидами, относится к категории доступных для проживания с льготным социально-экономическим статусом, и пригодна к ведению хозяйства с соблюдением мер предосторожности (например, с использованием калийных удобрений).

Список использованных источников

1. Кузнецов В.М., Хохлова М.С., Колотухин С.П.: Результаты первого этапа комплексного радиоэкологического обследования поймы реки Теча (Челябинская область) // Пространство и Время. 2013. №3 (13).
2. Линник В. Г. Техногенные радионуклиды в поймах Р. Теча и среднего течения Р. Енисей // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2011. №4.
3. Позолотина В.М, Молчанова И.В., Караваева Е.Н. Михайловская Л.Н. Антонова Е.В. Современное состояние наземных экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа: уровни загрязнения, биологические

эффекты. Издательство Гощицкий, Екатеринбург, 2008.

4. Радиационный мониторинг Челябинской области Бюллетень по атомной энергии №8 — 2000

5. Тимофеев И.В., Кузьменкова Н.В. Пространственное распределение ^{137}Cs в почвах г. Озерск (Челябинская область) // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2013. №6.

УДК 631.81: 631.81.095.337

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕГАМИКС-ПРОФИ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Д.М. Воронин

ООО НПФ "Мегамикс", Нижегородская обл, г. Бор

Озимая пшеница является стратегической культурой для Российской Федерации. Она эффективно использует влагу, накопленную в осенне-зимний период, что позволяет ежегодно получать стабильный урожай. Весенние подкормки - важнейшее условие повышения урожайности и качества зерна. Микроэлементы – Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B, Ni, Co, находясь в почвах в микроколичествах, играют важную физиологическую роль в жизнедеятельности растений. Поэтому обязательным условием достижения оптимума в питании растений является внесение микроэлементов.

Мегамикс — комплексное жидкое минеральное удобрение, в основе которого сбалансированный состав микро- и макроэлементов (таблица 1). Большинство микроэлементов находится в хелатной легко усваиваемой форме.

Таблица 1 - Состав микроудобрения Мегамикс-Профи (г/л)

Cu	Zn	Fe	Mn	B	Mo	Co	Cr	Ni
7.0	14.0	3.0	3.5	1.7	4.6	1.0	0.3	0.1
N		K ₂ O		SO ₃		MgO		
6,0		0,1		70,0		15,0		

Цель исследований в 2022 году состояла в оценке эффективности однократного применения Мегамикс-Профи весной, в сравнении с дробным внесением в посевах озимой пшеницы в условиях Ростовской области.

Схема опыта состояла из 4 вариантов: 1. Контроль (Фон), 2. Фон + Мегамикс-Профи 2 л/га в фазе кушение, 3. Фон + Мегамикс-Профи 1 л/га в фазе кушение + Мегамикс-Профи 1 л/га в фазе флаговый лист, 4. Фон + Мегамикс-Профи 2 л/га в фазе флаговый лист.

В качестве фонового удобрения вносили сульфоаммофос (до посева) – 200 кг/га. Объектом исследований был сорт озимой пшеницы Еланчик. Предшественник – подсолнечник. Повторность опыта – 3-х кратная.

Условия к началу вегетации озимой пшеницы складывались крайне неблагоприятно. В осенний период выпало 83 мм осадков (38% от нормы). Растения прекратили вегетацию во второй декаде ноября в стадии первого

листа (ДК 11). Согласно существующей градации, степень обеспеченности влагой почвы в метровом слое перед посевом была плохой, в феврале увеличилась до хорошей.

Почвенную и листовую диагностики растений проводили при возобновлении вегетации. Анализ почвенных образцов с опытных делянок показал (таблица 2, 3), что содержание весной нитратного азота в корнеобитаемом слое низкое (<90 кг/га), что обусловлено недостаточной для активного протекания процессов нитрификации температуры почвы. Проблему недостатка азота в почве в этот период можно решить проведением дробных азотных подкормок.

Таблица 2 - Результаты почвенной диагностики

слой почвы, см	Мегамикс 2 л куш			Мегамикс 1 л + 1 л			Мегамикс 2 л флаг			Контроль		
повторность	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
нитратный азот, мг/кг												
0-20	16,4	18,8	27,3	20,0	16,2	17,3	12,4	14,6	11,6	8,9	12,4	22,9
20-40	12,8	10,2	12,1	14,4	6,6	10,9	8,6	11,7	12,6	7,1	10,4	8,6
0-40	29,2	29,0	39,4	34,4	22,8	28,2	21,0	26,3	24,2	16,0	22,8	31,5
среднее	32,5			28,5			23,8			23,4		
0-40	48,3	47,8	64,9	56,8	37,5	46,6	34,7	43,5	40,1	26,5	37,7	51,8
среднее	53,7			47,0			39,4			38,7		
подвижные соединения фосфора, мг/кг												
слой почвы, см	Мегамикс 2 л куш			Мегамикс 1 л + 1 л			Мегамикс 2 л флаг			Контроль		
0-20	41,9	37,1	37,9	31,4	36,3	44,5	56,1	41,6	43,3	32,1	35,0	23,2
20-40	30,4	9,1	19,7	18,6	17,8	21,8	18,3	21,8	15,2	27,0	27,0	11,3
0-20	39,0			37,4			47,0			30,1		
20-40	19,7			19,4			18,4			21,8		
подвижные соединения калия, мг/кг												
слой почвы, см	Мегамикс 2 л куш			Мегамикс 1 л + 1 л			Мегамикс 2 л флаг			Контроль		
0-20	350,0	370,0	385,0	360,0	420,0	385,0	365,0	370,0	365,0	365,0	365,0	315,0
20-40	210,0	182,0	175,0	230,0	220,0	240,0	200,0	210,0	185,0	220,0	185,0	170,0
0-20	368,3			388,3			366,7			348,3		
20-40	189,0			230,0			198,3			191,7		
сера и микроэлементы, мг/кг												
Элемент	Мегамикс 2 л куш			Мегамикс 1 л + 1 л			Мегамикс 2 л флаг			Контроль		
сера	8,0	67,6	6,4	11,3	16,9	17,7	26,6	20,4	21,4	16,2	30,4	102,8
<6 6-12 >12	27,3			15,3			22,8			23,3		
бор	2,50	2,02	2,20	2,50	2,47	2,62	2,25	2,02	2,87	1,85	1,60	1,90
<0,34 0,35-0,7 >0,7	2,24			2,53			2,38			1,78		
железо	1,25	1,31	1,14	1,35	1,34	1,16	1,24	1,22	1,14	1,28	1,29	1,34

не установлены			1,23			1,28			1,20			1,30		
марганец			13,2	11,8	11,1	12,0	14,4	11,6	12,9	13,4	12,3	14,2	11,9	10,8
<10	10-20	>20	12,0			12,7			12,9			12,3		
цинк			0,38	0,37	0,37	0,39	0,45	0,38	0,39	0,42	0,40	0,41	0,43	0,36
<2	2,1-5,0	>5,0	0,37			0,41			0,40			0,40		
медь			0,15	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,14
<0,2	0,21-0,5	>0,5	0,14			0,14			0,13			0,13		
кобальт			<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<0,15	0,16-0,5	>0,5												

Почва опытного участка характеризуется благоприятным содержанием макро и микроэлементов для выращивания озимой пшеницы. Возобновление вегетации озимой пшеницы проходило в условиях достаточного увлажнения и постепенного нарастания температур.

Результаты анализа структуры урожайности озимой пшеницы показали (таблица 4), что все показатели, включая массу надземной части и корней, высоту растений, количество растений на 1 м² и продуктивных стеблей на 1 м² наименьшие в контрольном варианте.

Таблица 3- Результаты листовой диагностики

Вариант	Общее содержание, % на абс. сухое в-во		
	N	P	K
Мегамикс 2 л куш	4,86	0,46	3,89
	4,60	0,38	3,69
	4,52	0,38	3,68
среднее	4,66	0,41	3,75
Мегамикс 1 л + 1 л	4,91	0,40	3,39
	4,45	0,40	3,35
	4,37	0,38	3,35
среднее	4,58	0,39	3,36
Мегамикс 2 л флаг	4,43	0,40	3,39
	4,55	0,40	3,43
	4,37	0,41	3,56
среднее	4,45	0,40	3,46
Контроль	4,60	0,38	3,35
	4,44	0,42	3,43
	4,53	0,39	3,39
среднее	4,52	0,40	3,39
оптимальное содержание в фазу кушение	4,5-5,5	0,40-0,55	3,5-4,2

Максимальная прибавка урожайности выявлена в варианте «Мегамикс 1л + 1л» - 12,2 ц/га (17%), минимальная – «Мегамикс 2л куш» - 4,8 ц/га (7%).

Фактическая урожайность была выше в варианте «Мегамикс 2л флаг», прибавка составила 3,9 ц/га (+8%). В варианте «Мегамикс 1л + 1л» получена прибавка 2,1 ц/га (+4%), «Мегамикс 2л куш» – 0,7 ц/га (+1%). Существенная разница между биологической и фактической урожайностью обусловлена отчасти неоднородностью посева, отчасти потерями при уборке.

Таблица 4 - Урожайность и структура урожая озимой пшеницы, 2022 год

Вариант	Количество, шт.		Масса, г		Урожайность, ц/га		разница между фактич. и биол. урожайностью, %
	колосков в колосе	зерен в колосе	1000 зерен	зерна в колосе	биологическая	фактическая	
Мегамикс 2 л куш	18	39,5	45,4	1,8	75,2	54,0	28
	17	38,9	43,7	1,7	85,6	50,4	41
	16	41,6	42,6	1,8	64,4	50,4	22
среднее	17	40,0	43,9	1,8	75,0	51,6	31,2
+/- к контролю, %		-1,6	1,6	1,5	7,0	1,0	
Мегамикс 1 л+1 л	18	45,5	47,5	2,2	96,0	53,2	45
	17	39,9	45,5	1,8	82,0	53,3	35
	16	37,4	41,1	1,5	70,0	52,6	25
среднее	17	40,9	44,7	1,8	82,4	53,0	35,7
+/- к контролю, %		0,8	3,5	6,4	17,0	4,0	
Мегамикс 2 л флаг	18	42,1	45,2	1,9	78,4	54,7	30
	17	40,3	48,6	2,0	76,0	54,5	28
	16	39,7	52,0	2,1	90,0	55,1	39
среднее	17	40,7	48,6	2,0	81,5	54,8	32,8
+/- к контролю, %		0,2	12,6	14,3	16,0	8,0	
Контроль	17	45,8	34,7	1,6	64,8	50,7	22
	17	34,8	50,0	1,7	72,4	50,2	31
	17	41,2	44,9	1,9	69,6	51,8	26
среднее	17	40,6	43,2	1,7	70,2	50,9	27,5

Обработки вегетирующих растений озимой пшеницы препаратом «Мегамикс-Профи» не оказали влияние на химический состав и формирование качества зерна. Содержание сухого вещества, азота, фосфора и калия практически одинаковое во всех вариантах опыта. (таблица 5)

Таблица 5 - Показатели качества зерна

Вариант	Содержание, %				Стекло-видность,	Массовая доля белка	Клейковина	Влажность
	Азот	Фосфор	Калий	сухого вещества				
Мегамикс 2 л куш	1,92	0,40	0,46	89,56	52,2	10,90	22,48	80
	1,99	0,38	0,42	89,38	54,2	11,34	24,06	88
	2,02	0,40	0,43	89,52	52,2	11,51	26,14	97

среднее	2,01	0,39	0,44	89,49	52,9	11,25	24,23	88
+/- к контролю					-0,9	-0,15	-0,88	-4,0
Мегамикс 1 л+1 л	1,90	0,41	0,44	89,48	53,3	10,83	24,56	92
	2,06	0,40	0,43	89,19	54,8	11,74	25,40	96
	2,02	0,41	0,42	89,29	52,7	11,51	25,48	91
среднее	1,99	0,41	0,43	89,32	53,6	11,36	25,15	93
+/- к контролю					-0,2	-0,04	0,04	1,0
Мегамикс 2 л флаг	2,04	0,44	0,45	89,64	53,3	11,63	22,40	83
	1,96	0,38	0,42	89,58	52,0	11,17	23,98	81
	1,99	0,40	0,40	89,12	54,0	11,34	25,66	97
среднее	2,00	0,41	0,42	89,45	53,1	11,38	24,01	87
+/- к контролю					-0,7	-0,02	-1,1	-5,0
Контроль	1,92	0,39	0,43	89,39	54,3	10,94	24,44	89
	2,04	0,38	0,40	88,92	53,0	11,63	25,16	92
	2,04	0,42	0,48	89,26	54,0	11,63	25,74	94
среднее	2,00	0,40	0,44	89,19	53,8	11,40	25,11	92

Во всех вариантах получено зерно 4 класса качества. Лимитирующим показателем стала массовая доля белка, в пересчете на сухое вещество – во всех вариантах ниже 12%.

Оценка эффективности однократного применения увеличенной дозы удобрения Мегамикс-Профи 2,0 л/га весной, по сравнению с дробным внесением в посевах озимой пшеницы показали: в вариантах, где были проведены листовые подкормки препаратом Мегамикс-Профи, получена достоверная прибавка урожая: «Мегамикс 1л + 1л» -12,2 ц/га (17%); «Мегамикс 2л флаг» -11,3 ц/га (16%), «Мегамикс 2л куш» – 4,8 ц/га (7%). В сложившихся в 2022 году ценах на зерно окупаемость затрат на внесение «Мегамикс Профи» обеспечивает прибавка выше 2 ц/га.

УДК 631.61:631.9

МЕЛИОРАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

О.В. Горшкова¹, Н.М. Троц², А.И. Тувенков³

^{1, 2} Самарский государственный аграрный университет, Самара

¹ we-so63@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7743-8831>

² troz_shi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3774-1235>

³ 853211fib@gmail.com

Аннотация. Проведено полевое обследование и разработаны мероприятия по восстановлению пахотных земель, загрязненных нефтепродуктами.

Ключевые слова: агротехнические мероприятия, биологические мероприятия, бинарные посевы.

Под объекты нефтяной промышленности отводятся земли сельскохозяйственного назначения, которые выступают как основное средство производства в сельском хозяйстве, имеют особый правовой режим и подлежат особой охране [1, 2].

Цель работы – разработка мелиоративных мероприятий для восстановления пахотных земель после разлива нефтепродуктов в условиях степной зоны Саратовской области.

Полевые исследования проводились на территории Пугачевского района Саратовской области в мае – сентябре 2022 - 2024 гг.

Территория проведения исследования представлена пахотными почвами, подвергшимися действию нефтепродуктов.

На участках обследования были отобраны образцы почв в зависимости от степени загрязнения и рельефа.

В почвенных образцах определялись следующие показатели: реакция почвенной среды ($pH_{\text{сол}}$), содержание органического вещества (гумус по Тюрину, %), обеспеченность элементами питания (подвижный калий, подвижный фосфор, мг/кг почвы), содержание нефтепродуктов.

Результаты исследований. Территория обследования (рисунок) расположена в северной части Заволжья и по геоморфологическому районированию приурочена к долинам рек Волжского бассейна и Высокой Сыртовой равнине, относящихся к первому агроклиматическому району с пониженным увлажнением (ГТК 0,6-0,8).

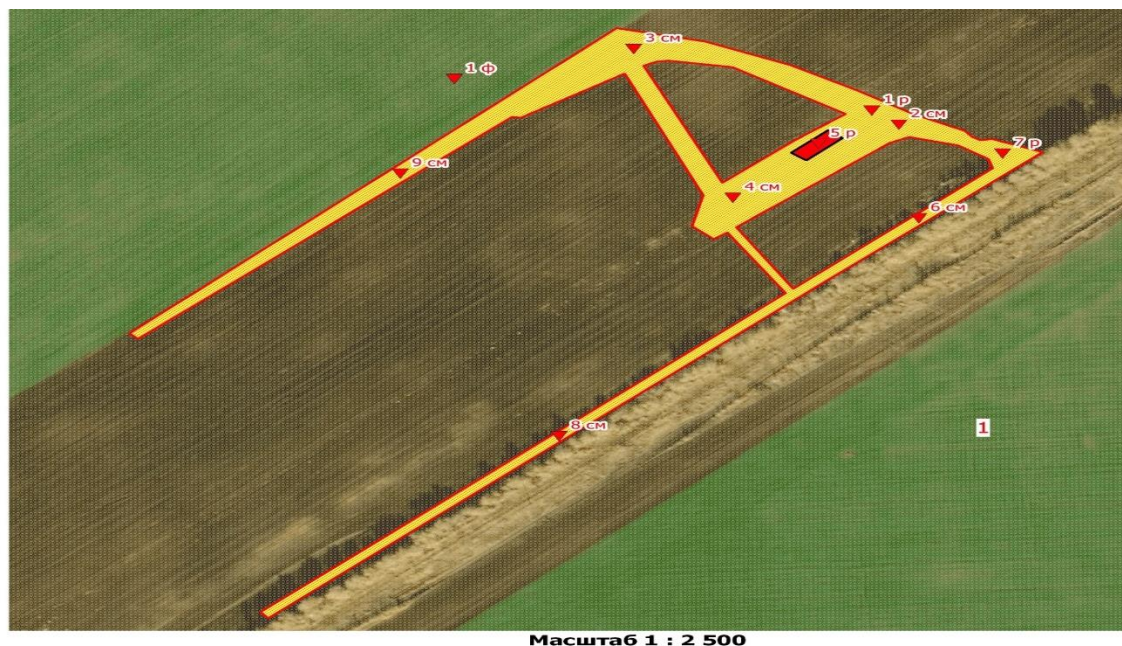


Рисунок - Схема отбора почвенных проб (2022 г.)

В ходе почвообразовательного процесса на территории Пугачевского района под влиянием растительности, континентального климата, своеобразных почвообразующих пород и ландшафтных особенностей сформировались черноземы южные малогумусные маломощные слабосмытые тяжелосуглинистые [3, 4].

По результатам почвенно-мелиоративного обследования 2022 г установлено (таблица): содержание нефтепродуктов в точке отбора 5р на глубине 40-60 см - 8744 мг/кг, в точке отбора 1р на глубине 20-40см - 1279 мг/кг, что соответствует очень высокому и низкому уровню загрязнения, и превышает норматив (1000 мг/кг) в 8,7 и 1,3 раз, в остальных образцах уровень загрязнения допустимый.

Таблица - Результаты агрохимических анализов почв

Номер точки отбора	Глубина взятия образца, см	рН солевой вытяжки	Гумус, %	Подвижный фосфор, мг/кг	Подвижный калий, мг/кг	Нефтепродукты, мг/кг (норматив 1000мг/кг)
<u>1р*</u> 1см	0-20	<u>7,0</u>	<u>3,3 (-0,3)</u>	<u>162</u>	<u>130</u>	<u>62</u>
		7,1	3,9	119	116	75
	20-40	-	1,2	-	-	1279
	40-60	-	1,1	-	-	219
<u>5р</u> 2см	0-20	<u>6,9</u>	<u>3,6 (0,0)</u>	<u>106</u>	<u>190</u>	<u>115</u>
		7,3	4,2	116	147	100
	20-40	-	3,3	-	-	228
	40-60	-	4,9	-	-	8744
<u>7р</u> 3см	0-20	<u>7,1</u>	<u>2,1 (-1,5)</u>	<u>119</u>	<u>170</u>	<u>310</u>
		7,2	4,1	122	140	98
	20-40	-	1,9	-	-	244
	40-60	-	1,4	-	-	165
<u>1ф</u> 4ф	0-20	<u>7,1</u>	<u>3,6</u>	<u>125</u>	<u>130</u>	<u>100</u>
		7,5	4,5	120	183	85

Примечание: *в числителе приведены результаты исследования 2022 г, в знаменателе 2024 г.

Массовая доля органического вещества в верхнем горизонте в виде гумуса колеблется от 2,1% (7р) до 3,6% (5р), падение органического вещества варьирует в пределах от 0,3 до 1,5%, относительно значений на фоновой почве 3,6%; реакция среды почвенного раствора на загрязненном участке колеблется от нейтральной до слабощелочной (рН 6,9-7,1), реакция среды почвенного раствора на фоновой почве слабощелочная; обеспеченность почв элементами питания соответствует фоновым почвам.

С целью восстановления земель сельскохозяйственного назначения были разработаны мелиоративные мероприятия направленные на снижение содержания нефтепродуктов, улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических свойств, закрепление поверхностного слоя почвы корневой системой растений, создание сомкнутого травостоя и предотвращение развития водной и ветровой эрозии почв на нарушенных землях:

агротехнические - вспашка на глубину до 45 см, глубокое рыхление и биологические - внесение органических (в норме 200т/га) и минеральных удобрений (4ц/га), бинарные посевы трав (вика-овсяная травосмесь) и уход за посевами. В весенне-осенний период 2023 г. были высеяны бинарные яровые посевы сочетающие бобовую (вика яровая) и зерновую (овес) культуры с нормой 140 кг смеси на 1 га.

В 2024 году было выполнено полевое обследование для определения состояние земельного участка после выполнения мероприятий по восстановлению земель и установления пригодности для использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием.

По результатам почвенно-мелиоративного обследования пахотных земель установлено: реакция среды почвенного раствора по сравнению с фоновыми не изменилась и относится к слабощелочной, что благоприятно для роста и развития зерновых культур с оптимальным интервалом pH 6,0-7,5; по содержанию органического вещества (гумус) относит почвы к малогумусным, что соответствует фоновым почвам; содержание нефтепродуктов в пределах установленного на территории РФ норматива; обеспеченность элементами питания повышенная по отношению к зерновым культурам; по всем показателям восстановленные пахотные земли могут использоваться в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием.

Заключение. В условиях степной зоны Среднего Поволжья при очень высоком и низком уровнях загрязнения почв нефтепродуктами проведение мелиоративных мероприятий: внесение повышенных доз органических (200 т/га) и минеральных удобрений (4ц/га), а также посев фитомелиорантов (вика-овсяная травосмесь) обеспечивает состояние почвенного покрова пригодного для использования в сельскохозяйственном производстве.

Список источников:

1. Троц Н. М., Горшкова О. В. Оценка состояния земель сельскохозяйственного назначения Самарской области, находящихся в зоне нефтедобычи // Аграрная Россия. 2018. № 4. С. 10-13.

2. Троц Н. М., Горшкова О. В. Особенности сельскохозяйственной рекультивации при химической деградации черноземов в степной зоне Заволжской провинции // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. №4. С. 10–16.

3. Гришин, П. Н. и др. Почвы Саратовской области, их происхождение, состав и агрохимические свойства / П. Н. Гришин, В. В. Кравченко, В. А. Болдырев. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2011. 176 с.

4. Сеницына, Н. Е. и др. Почвенный покров Саратовской области и его агроэкологическая характеристика / Н. Е. Сеницына, П. Н. Гришин, А. М. Варюхин, В. В. Кравченко, Т. И. Азова. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2010. 124 с.

УДК: 631.82: 631.828.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Т.В. Гребенникова, М.М. Визирская

ЕвроХим, г. Москва

Цель исследования в 2022– 2023 году в учхозе «Кубань» Кубанского ГАУ имени И. Т. Трубилина состояла в оценке влияния серосодержащих удобрений в смеси с КАС-32 на формирование урожайности озимой мягкой пшеницы и качества её зерна в условиях черноземов выщелоченных Краснодарского края.

Содержание гумуса в черноземе выщелоченном 3,2%, калия 2,73%, общего фосфора 0,22%, подвижного фосфора 172 – 357 мг/кг, калия –до 370 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований 33,1-34,7 мг-экв. / 100 г почвы, среди которых 74,9-75,8% приходится на долю кальция. Реакция среды нейтральная.

Объект исследования – пшеница озимая мягкая, сорт Безостая 100. Предшественник – соя. Повторность опыта 4-х кратная. Применяемые удобрения: аммонийная селитра (34,6% N), КАС-32, серосодержащие препараты в смеси с КАС-32.

До внесения N_{150} в слое 0–15 и 16-30 см содержание серы составляло 1,73 и 1,60 мг/кг, что соответствует низкой обеспеченности подвижными сульфатами. Повышение содержания SO_4 наблюдается в фазе кущения растений после проведения подкормки аммонийной селитрой в дозе N_{150} .

Во всех вариантах содержание подвижной серы варьировало от 1,9 до 2,1 мг/кг. Наибольшее содержание элемента определялось в фазу выхода в трубку в вариантах «Фон +калия сульфат», «Фон+КАС-32+NS1» и «Фон+КАС-32+NS2». В слоях 0-15 и 16-30 см чернозема выщелоченного оно было равно 3,2 мг/кг; 4,4; 5,9 мг/кг и 3,5мг/кг; 4,7 и 10,5мг/кг соответственно. В период образования флагового листа пшеницы наблюдается значительное снижение содержания подвижной серы в почве. В вариантах «Фон+КАС-32+NS1»; «Фон+КАС-32+NS2»; «Фон+КАС-32+MS1» и «Фон+КАС-32+MS2» по сравнению с предыдущей фазой развития пшеницы содержание подвижной серы варьировало в слоях 0-15 и 16-30 см от 1,9 до 2,4 мг/кг. При этом уровень обеспеченности культуры серой почвы оставался на прежнем низком уровне.

Использование минеральных удобрений сказывалось на повышении кислотности на 1,47; 1,52 и 1,62 ед. рН, тогда как на естественном уровне плодородия повышение составило 1,36 ед. рН.

На естественном уровне плодородия до внесения аммонийной селитры обменная кислотность была 4,9 ед.рН. В фазу выхода в трубку после внесения N_{150} и в период образования флагового листа обменная кислотность снизилась

в слое почвы 0-15 и 16-30 см и варьировала в диапазоне 5,05 -5,20 и 5,1- 5,2 ед. рН.

В онтогенезе пшеницы содержание азота в вегетативной массе определяется в начале вегетации культуры. К фазам кущения, выхода в трубку и далее уменьшается за счет эффекта «разбавления» при увеличивающейся сухой массы растения, а также оттока в формирующиеся генеративные органы (рисунок.1).

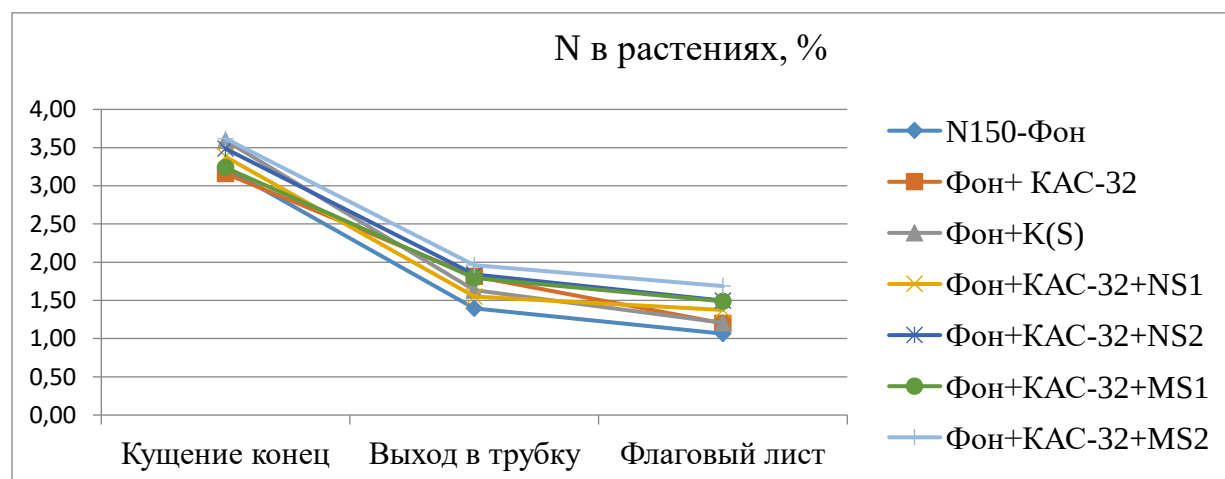


Рисунок 1 – Содержание общего азота в растениях озимой пшеницы при использовании серосодержащих препаратов в смеси с KAC-32

В вариантах «Фон+KAC-32+NS1», «Фон+KAC-32+NS2», «Фон+KAC-32+MS1» и «Фон+KAC-32+MS2» определено наибольшее содержание азота в фазы выхода в трубку и в период образования флагового листа, и оно составило 1,55%, 1,84; 1,80; 1,96% и 1,38%; 1,50; 1,49; 1,69% соответственно. Содержание азота в зерне в вариантах, где проводилась некорневая подкормка серосодержащими удобрениями было больше, и оно варьировало от 2,07 до 2,19 %. Показатель в фоновом варианте – 1,40– 1,07%.

Содержание серы в растениях пшеницы в фазу кущения на фоне применения азотных удобрений в среднем изменялось от 0,18% до 0,26%. Внесение серосодержащих препаратов в смеси с KAC-32 обусловили тенденцию увеличения серы, содержание элементы было >0,20% (рисунок 2).

В фазах трубкования и в период образования флагового листа пшеницы содержание серы в вариантах «Фон+KAC-32+NS1», «Фон+KAC-32+NS2», «Фон+KAC-32+MS1» и «Фон+KAC-32+MS2» было выше и определялось в диапазоне 0,17-0,19% и далее 0,14-0,16%. Некорневая подкормка сульфатом калия не способствовала увеличению содержания серы в зерне, показатель был ниже (0,13%) результатов, полученных в других вариантах с серосодержащими препаратами в смеси с KAC-32 – «Фон+KAC-32+NS1», «Фон+KAC-32+NS2», «Фон+KAC-32+MS1» и «Фон+KAC-32+MS2» – 0,17%, 0,21; 0,17; 0,19%.

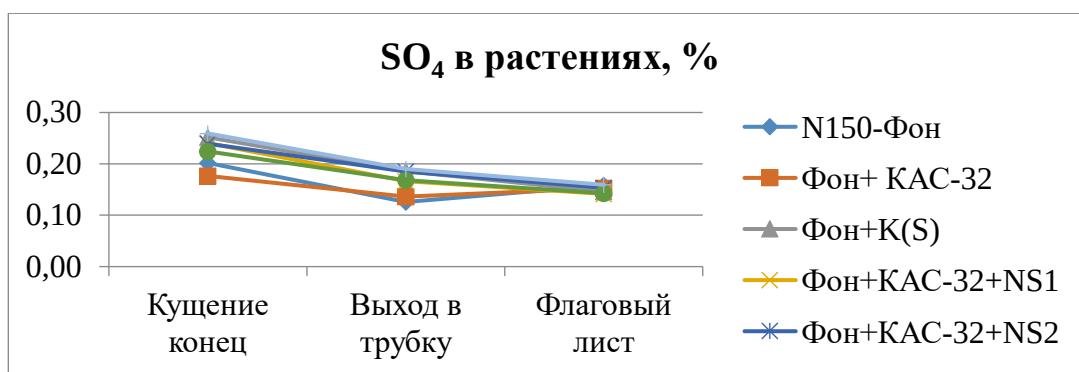


Рисунок 2 – Содержание серы в растениях озимой пшеницы при изучении серосодержащих препаратов в смеси с КАС-32

Благоприятные условия питания, создаваемые за счет внесения удобрений, существенно повлияли на потребление растениями питательных веществ, тем самым определяя продуктивность культуры (таблица).

Таблица – Урожай зерна озимой пшеницы, 2023

Вариант	Урожайность, т/га				Среднее, т/га	Прибавка		Содержание белка, %	Сбор белка кг/га
	I	II	III	IV		т/га	%		
N150 - Фон	5,75	5,79	5,61	5,53	5,67	-	-	11,3	640,7
Фон + КАС-32	6,24	5,88	5,51	6,43	6,01	0,34	6,0	11,9	725,9
Фон + K(S)	5,65	5,66	5,58	5,77	5,66	-0,01	-0,2	11,1	628,3
Фон + КАС-32 + NS1	5,99	5,90	5,87	5,86	5,91	0,24	4,2	12,0	650,1
Фон + КАС-32 + NS2	6,34	6,29	6,17	6,21	6,26	0,59	10,4	12,2	763,7
Фон + КАС-32 + MS1	7,12	7,17	6,75	6,61	6,91	1,24	21,9	11,9	822,3
Фон + КАС-32 + MS2	6,81	6,91	6,68	6,61	6,75	1,08	19,1	12,1	816,8
НСР ₀₅					0,3	-	-	-	-

Урожай зерна в варианте N₁₅₀ был 5,57 т/га (фон). Применение КАС-32 на фоне N₁₅₀ увеличивало продуктивность культуры до 6,01 т/га. Использование сульфата калия не дало достоверных прибавок урожая зерна и его было получено на уровне контроля – 5,66 т/га (-0,2%). Серосодержащие препараты в смеси с КАС-32 на фоне азотного удобрения достоверно увеличивали урожай зерна и в вариантах «Фон+КАС-32+NS1», «Фон+КАС-32+NS2», «Фон+КАС-32+MS1» и «Фон+КАС-32+MS2» он составил 5,91 т/га; 6,26; 6,91, 6,75 т/га, что выше фонового варианта на 4,2%; 10,4; 21,9; 19,1 % или на 0,24 т/га; 0,59; 1,24 и 1,08 т/га соответственно.

Содержание белка в зерне повысилось до 12% в вариантах, где была проведена некорневая подкормка серосодержащими препаратами в смеси с КАС-32: КАС-32, «Фон+КАС-32+NS1»; «Фон+КАС-32+NS2»; «Фон+КАС-

32+MS1» и «Фон+КАС-32+MS», показатели составили 12,0%; 12,2; 11,9; и 12,1%. Сбор белка в этих вариантах составил 650,1 кг/га, 763,7; 822,3 и 816,8 кг/га соответственно. Применение только азотного удобрения позволило обеспечить сбор белка в количестве 640,7 кг/га при содержании белка в зерне – 11,3 %.

Дисперсионный анализ продуктивности растений показал, что большинство вариантов были статистически близки ($s^2 < 0,0180$). Наиболее высокими значениями обладали варианты Фон + КАС-32 и Фон+КАС-32+MS1 с показателями дисперсии 0,1649 и 0,0747 соответственно. Наименьшая урожайность выявлена в варианте с проведением некорневой подкормки сульфатом калия – 5,66 т/га. Максимальная продуктивность получена при использовании Фон+КАС-32+MS1 и Фон+КАС-32+MS2. Наилучшие качества зерна озимой пшеницы выявлены в вариантах Фон + КАС-32 + NS2 и Фон + КАС-32 + MS2, содержание белка составило 12,0,12,2 и 12,1% при показателях сбора белка – 650,1 и 816,8 кг/га. За счет увеличения урожайности в варианте с более низким показателем содержания белка (11,9%) сбор белка максимальный – 822,3 кг/га.

УДК 631.82:631.812.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗЕ С ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕЙ

Д.В. Дубинин

ООО «ФосАгро-Регион, г. Москва

Опыт проведен на серой лесной среднесуглинистой сильно пылеватой почве, сформированной на карбонатном суглинке. Мощность пахотного горизонта составляет 22-24 см. Объектом исследований была мягкая озимая пшеница. Посев производили рядовым способом в 4-х полном плодосменном севообороте: 1. вико-горохо-овсяная смесь на зеленую массу; 2. озимая пшеница; 3. соя; 4 яровая пшеница. Норма высева семян 5,0 млн. всх.шт./га, сорт Немчиновская 57. Предшественник: вико-овсянная смесь. В качестве минерального фона с осени было внесено NPK 8:20:30 в дозе 300 кг/га физ. массы или $N_{24}P_{30}K_{90}$.

Полевая всхожесть составила в среднем 97,0% и не зависела от фона минерального питания. Сохранность растений составила 96,7-96,9%, при среднем колебании от 453,0 до 474 шт/м², как в контрольном варианте, так и на фоне применение полного минерального удобрения. Первую подкормку озимой пшеницы, согласно схеме (таблица 1), провели в фазе развития 14-17 по шкале ВВСН, когда закладывается утолщение узла

Вторую подкормку растений поровели в вар.2, 3, 4. 5 в фазу, когда заканчивалось удлинение стебля (ВВСН 38-39). Система питания озимой пшеницы оказала существенное влияние на формирование урожая зерна (таблица 2, 3).

Таблица 1 - Схема опыта на озимой пшенице

№	Вариант	Норма, кг/га	Способ внесения	Срок внесения
1	Контроль (без удобрений)	-	-	-
2	Аммиачная селитра (стандарт)	150	подкормка	Ранневесенняя
	Аммиачная селитра	150	подкормка	Выход в трубку
	Карбамид +Магний сернокислый	20+3	подкормка	Флаговый лист
3	Фон + КАС-32+ ЖКУ	100+50	подкормка	Ранневесенняя
	КАС-32	150	подкормка	Выход в трубку
	Карбамид +Магний сернокислый	20+3	подкормка	Флаговый лист
4	Фон + КАС-32+ЖКУ	100+50	подкормка	Ранневесенняя
	КАС-32	150	подкормка	Выход в трубку
	Карбамид +Магний сернокислый+ЖКУ	20+3+5	подкормка	Флаговый лист
5	Аммиачная селитра	150	подкормка	Ранневесенняя
	Аммиачная селитра	150	подкормка	Выход в трубку
	Карбамид +Магний сернокислый+ЖКУ	20+3	подкормка	Флаговый лист

Таблица 2 - Хозяйственный (бункерный) урожай озимой пшеницы, кг/м²

Вариант	Урожайность, кг/м ²	Прибавка, %
Контроль (без удобрений)	0,551	-
Аммиачная селитра (стандарт) + Аммиачная селитра + Карбамид +Магний сернокислый	0,723	31,2
КАС-32+ ЖКУ+ КАС-32+ Карбамид+ +Магний сернокислый	0,831	50,8
КАС-32+ЖКУ КАС-32 Карбамид +Магний сернокислый+ЖКУ	0,864	56,8
Аммиачная селитра + Аммиачная селитра+ Карбамид + Магний сернокислый+ЖКУ	0,749	35,9

Сочетание КАС-32+ ЖКУ (100+50) при весенней подкормке позволила увеличить количество продуктивного стеблестоя в среднем до 680 штук/м². Подкормка аммиачной селитрой в дозе 150 кг/га позволила сформировать продуктивный стеблестой на уровне 666-670 шт/м².

Наибольшая озёрнёность и масса 1000 семян обеспечили формирование максимальной массы 1 колоса 1,96 г и 1,99 г в вар. 3 и 4.

Натуральная масса зерна характеризует выполненность зерна и пищевую его ценность. Натуральный вес зерна в контрольном варианте и при применении удобрений соответствовал 1 классу. Наибольший показатель натуры 790,2 г/л отмечен в вар. 4 - (КАС-32 (100 кг/га)+ЖКУ (50 кг/га) +КАС-

32 (150 кг/га) Карбамид (20 кг/га) + Магний сернокислый (3 кг/га) +ЖКУ (5 кг/га).

Таблица 3 – Структура урожайности и биологический урожай зерна озимой пшеницы

Вариант	Кол-во продуктивных стеблей, м ²	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	МТЗ, г	Биологическая урожайность, кг/м ²
Контроль (без удобрений)	484	8,6	35,7	45,4	0,78
Аммиачная селитра (стандарт) + Аммиачная селитра + Карбамид +Магний сернокислый	666	8,9	41,4	44,5	1,23
КАС-32+ ЖКУ+ КАС-32+ Карбамид+ Магний сернокислый	681	9,7	42,6	46,1	1,34
КАС-32+ЖКУ КАС-32 Карбамид +Магний сернокислый+ЖКУ	679	9,2	42,1	47,3	1,35
Аммиачная селитра + Аммиачная селитра+ Карбамид + Магний сернокислый+ЖКУ	670	9,2	40,2	47,0	1,27

Исследования показали, что зерно, выращенное на контроле, соответствовало 4 классу качества. На минеральном фоне питания 5 вар. (Аммиачная селитра 150+ Аммиачная селитра 150 +Карбамид 20 +Магний сернокислый 3+ ЖКУ 5) получено зерно 2 класса, на минеральном фоне 2-го и 3-го варианта зерно находилось на границе перехода 2-му классу.

По содержанию белка зерно пшеницы в изучаемых вариантах (кроме контроля) соответствовала 1-му классу – >14,5 %. Наибольшее значение данного показателя 16,33% отмечено в вар. 5 (Аммиачная селитра 150+ Аммиачная селитра 150 +Карбамид 20 +Магний сернокислый 3+ ЖКУ 5). Применение подкормок озимой пшеницы позволило существенно увеличило сбор «сырого» протеина с урожаем зерна пшеницы с 0,62 до 1,22 т/га. (таблица 4)

Экономическая эффективность изучаемых систем удобрений проведена в таблице 5 с учетом затрат на приобретение удобрений. Стоимость осеннего фона NPK (8:20:30) в дозе 300 кг/га при отпускной цене 1 тонны 44 577 рублей составляет 13 373 рублей. Стоимость удобрений озимой пшеницы в вариантах опыта колеблется от 20 701,4 до 21 737,5 руб/га. Максимальный дополнительный чистый доход получен в вар. 4

(NH_4NO_3 150+ЖКУ150 +КАС 150+Карбамид 20 +Магний сернокислый 3), который составил 25 262,5 руб/га.

Таблица 4 - Влияние минеральных удобрений на натуру зерна озимой пшеницы и его качество при стандартной влажности 14 %

Вариант	Натура зерна г/л	Клейкови-на %	Сырой протеин	
			содержание, %	сбор, т/га
Контроль (без удобрений)	767,8	17,7	11,24	0,62
Аммиачная селитра (стандарт) + Аммиачная селитра + Карбамид +Магний сернокислый	780,9	27,9	15,45	1,11
КАС-32+ ЖКУ+ КАС-32+ Карбамид+ +Магний сернокислый	783,5	27,7	15,38	1,27
КАС-32+ЖКУ КАС-32 Карбамид +Магний сернокислый+ЖКУ	790,2	25,4	15,79	1,22
Аммиачная селитра + Аммиачная селитра+ Карбамид + Магний сернокислый+ЖКУ	786,3	29,6	16,33	1,22

Таблица 5 - Экономическая эффективность разных систем применения удобрений под озимую пшеницу

Вариант	Затраты на удобрения, руб./га	Стоимость урожая, руб/га	Стоимость прибавки, руб/га	Дополнительный доход, руб/га
Контроль фон 8:20:30 300 кг/га $\text{N}_{24}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$	13 373	64 800	-	-
Аммиачная селитра 150 + Аммиачная селитра 150+ Карбамид 20 + Магний сернокислый 3	20 701,4	93 360	28 560	7 858,6
КАС 100+ ЖКУ+50 КАС 150+ Карбамид 20 + Магний сернокислый 3	21 451,2	107 900	43 100	21 648,8
КАС 100 + ЖКУ 50 КАС 150 Карбамид 20 +Магний сернокислый 3 +ЖКУ 5	21 737,5	111 800	47 000	25 262,5
Аммиачная селитра 150+ Аммиачная селитра 150+ Карбамид 20 + Магний сернокислый 3 + ЖКУ 5	20 987,7	106 125	41 325	20 337,3

Окупаемость удобрений, внесенных под озимую пшеницу по осеннему фону, прибавкой зерна составила в среднем 10,1 кг/кг с колебаниями от 6,7 до 113,9 кг/кг. С применением аммиачной селитры (101 кг д. в.) вар. 2 и 5 (Амм. селитра 150+ Амм. селитра 150 +Карбамид 20) в дозах более 257 кг/га окупаемость прибавкой зерна снижалась (таблица 6).

Таблица 6 - Окупаемость минеральных удобрений, кг зерна на 1 кг д. в.в

Варианты	Доза внесенных удобрений, кг.д.в./га.	Урожайность, ц/га	Прибавка, кг	Окупаемост ь
Контроль фон 8:20:30 300 кг/га N ₂₄ P ₃₀ K ₉₀	Σ NPK 144	55,1		
Nitriva N 34.4 Nitriva N 34,4 Nitriva N 46,2 + Магний сернокислый (стандарт)	$\frac{144+113}{257}$	72,3	1720	6,7
КАС 30 + APALIQUEA NP 11:37 КАС 30 Nitriva N 46,2 + Магний сернокислый	$\frac{144+ 89,5}{233,5}$	83,1	2800	11,9
КАС 30 + APALIQUEA NP 11:37 КАС 30 Nitriva N 46,2 + Магний сернокислый + APALIQUEA NP 11:37	$\frac{144+81}{225}$	86,4	3130	13,9
Nitriva N 34.4 Nitriva N 34,4 Nitriva N 46,2 + Магний сернокислый + APALIQUEA NP 11:37	$\frac{144+113,5}{257,5}$	74,9	1980	7,7

Наиболее высокую окупаемость около 14 кг зерна обеспечили вар. 3 с применением КАС 30 + APALIQUEA NP 11:37 +КАС 30 в 1-ю и 2-ю подкормку.

Таким образом, использование дробных азотных подкормок различными формами удобрений, способствовало росту урожая зерна на 35-56 %, за счет увеличения количества продуктивных стеблей, зерен в колосе и массы 1000 зерен. Наиболее высокую эффективность в погодных условиях 2023 года показало применение КАС + APALIQUEA NP +КАС +Nitriva N 46,2 + Магний сернокислый и КАС + APALIQUEA NP +КАС +Nitriva N 46,2 + Магний сернокислый + APALIQUEA NP. Это позволило увеличить сбор сырого протеина и получить зерно 3 класса.

Азотные подкормки озимой пшеницы обеспечили повышение урожайности, качества продукции и получение наибольшего экономического эффекта. Максимальный дополнительный чистый доход получен в вар. 4 (Аммиачная селитра 150+ ЖКУ 150 +КАС 150+ Карбамид 20 +Магний сернокислый 3) и составил 25 262,5 руб/га.

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПАХОТНОМ СЛОЕ РЕПЕРНЫХ УЧАСТКОВ ФГБУ ГЦАС «ПЕРМСКИЙ»

Т. А. Елина¹, В. Р. Олехов¹, А. Т. Кайгородов²

¹ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ»

²Государственный центр агрохимической службы «Пермский»

E-mail: elina.lkz@yandex.ru

Аннотация. В работе описаны методы, используемые ФГБУ ГЦАС «Пермский» для определения микроэлементов в почве, и приведен анализ данных о содержании микроэлементов в пахотных почвах реперных участков Пермского края, обследованных в 2023 году. Получены результаты корреляционного анализа данных о содержании микроэлементов и почвенных характеристиках реперных участков.

Ключевые слова: микроэлементы, бор, медь, цинк, марганец, кобальт, корреляция.

Введение. Микроэлементы – это химические элементы, находящиеся в почвах и биологических объектах в тысячных-стотысячных долях процента и необходимые для нормальной жизнедеятельности растений и животных. Однако биологическая роль микроэлементов велика, и при их отсутствии жизнь растений и животных становится невозможной [1].

С другой стороны, большинство микроэлементов представляют собой тяжелые металлы (ТМ) и при накоплении в почве в значительных количествах оказывают токсическое воздействие на растения, а также через пищевую цепь могут попадать в организм животных и людей. Их соединения устойчивы и сохраняют свои токсические свойства в течение длительного времени [2]. Концентрации таких элементов в природных и антропогенных средах оказывают столь важные и абсолютно противоположные действия, что со стороны учёных и практиков в области сельскохозяйственного производства, экологии, природопользования и иных аграрных отраслей науки и производства требуют особого внимания в рамках предельно допустимых значений [3].

Материалы и методы. С 1991 года специалисты Федерального государственного учреждения Государственный центр агрохимической службы «Пермский» осуществляют исследования в соответствии с Всероссийской программой мониторинга почв на стационарных реперных участках, на которых изучают влияние сельскохозяйственной деятельности и применяемых средств химизации на совокупность свойств почв,

урожайность сельскохозяйственных культур и его качество. В разных районах края было заложено 12 реперных участков. Они расположены на наиболее типичных ландшафтах и во всех природно-климатических районах края.

Преобладающими почвами на реперных участках являются дерново-подзолистые – 50 %. На 2 месте находятся серые лесные – 25 %, дерново-глеевые составляют 16,67 % и дерново-карбонатные – 8,33 %. По гранулометрическому составу преобладают среднесуглинистые и тяжелосуглинистые почвы – 41,67 и 33,33 %. Соответственно, на долю глинистых и супесчаных приходится 16,67 и 8,33 %.

Лабораторные анализы почвенных образцов для определения агрохимических показателей проводились в лаборатории анализа почв ФГБУ ГЦАС «Пермский» общепринятыми методами.

Для определения содержания подвижных форм микроэлементов в почвах применялись следующие методы:

Определение содержания подвижных соединений бора по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50688-94);

Определение содержания подвижных соединений марганца согласно методическим указаниям по определению микроэлементов в почвах, кормах и растениях методом атомно-абсорбционной спектроскопии (1985);

Определение содержания подвижных соединений меди по методу Пейве и Ринькиса в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50684-94);

Определение содержания подвижных соединений цинка по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50686-94);

Определение содержания подвижных соединений кобальта по методу Пейве и Ринькиса в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50687-94).

Результаты и обсуждение. В таблице представлены данные об основных агрохимических показателях пахотного слоя почв реперных участков.

По данным ФГБУ ГЦАС «Пермский», почвы Пермского края довольно богаты микроэлементами (рисунок) и характеризуются повышенным средневзвешенным содержанием меди ($>3,3$), цинка ($>1,5$) и бора ($> 0,7$), средним – марганца (31-70) и кобальта (1,1-2,1) [4].

Как видно из рисунка, содержание подвижного бора в почвах реперных участков изменяется от 0,54 мг/кг в Соликамском до 0,97 мг/кг в Ординском районе. Средняя обеспеченность подвижным бором выявлена в Соликамском, Карагайском, Очерском, Частинском, Куединском и Березовском районах. Почвы других районов характеризуются высокой обеспеченностью.

Во всех районах почвы бедны подвижным марганцем и цинком и относятся к группе с низкой обеспеченностью. Содержание подвижного марганца варьирует от 8,89 мг/кг (Пермский район) до 26,08 мг/кг (Чернушинский район), подвижного цинка – от 0,19 мг/кг в Кудымкарском до 1,09 мг/кг в Чернушинском районе.

Таблица – Агрохимические показатели пахотного слоя почв реперных участков за 2023 год

№ п/п	Район	Гумус, %	Подвижные формы		pH _{KCl}	Нг, мг-экв. на 100 г почвы	Обменные формы, мг-экв. на 100 г почвы		S, мг-экв. на 100 г почвы	ЕКО, мг-экв. на 100 г почвы	V, %
			фосфор	калий			Ca ²⁺	Mg ²⁺			
1	Кудымкарский	2,02	261	113	5,0	3,3	11,5	2,5	14,7	18,0	82
2	Соликамский	2,27	>300	579	5,2	2,9	5,8	0,9	9,0	11,9	76
3	Карагайский	1,37	>300	83	5,0	2,3	13,5	2,3	17,5	19,8	88
4	Краснокамский	2,28	289	227	5,3	2,3	9,3	1,1	11,6	13,8	84
5	Пермский	6,09	>300	353	6,6	1,6	32,3	4,4	45,3	46,9	97
6	Нытвенский	3,30	>300	356	5,7	2,0	19,3	3,6	23,1	25,1	92
7	Очерский	1,96	248	299	5,5	2,6	7,0	1,8	9,6	12,2	79
8	Частинский	2,07	127	160	5,6	1,8	12,4	3,1	16,5	18,3	90
9	Куединский	2,08	162	189	5,6	1,8	15,5	2,1	18,4	20,2	91
10	Чернушинский	2,72	174	153	5,2	2,5	17,0	3,3	21,2	23,6	90
11	Березовский	6,26	165	63	6,0	1,8	32,9	4,0	42,6	44,3	96
12	Ординский	4,45	372	151	5,8	2,7	17,8	3,5	26,7	29,4	91
Среднее		3,07	250	227	5,3	2,7	16,2	2,7	21,3	23,6	88

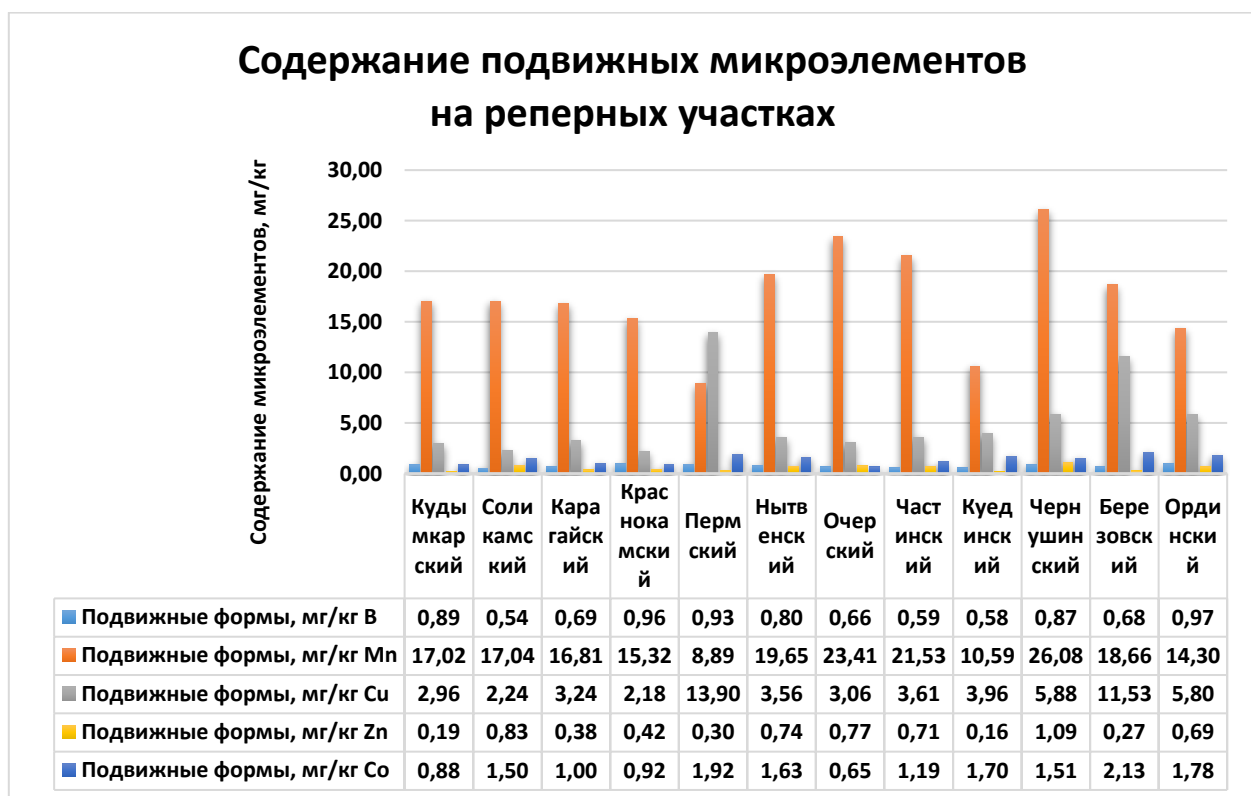


Рисунок – Содержание подвижных микроэлементов в пахотном слое реперных участков Пермского края

Содержание подвижной меди в почвах, согласно группировке, изменяется от среднего до высокого. В Кудымкарском, Соликамском, Карагайском, Краснокамском и Очерском районах средняя обеспеченность,

в остальных районах – высокая. Минимальное значение отмечено в Краснокамском районе (2,18 мг/кг), максимальное (13,9 мг/кг) в Пермском.

Содержание подвижного кобальта изменяется от 0,65 мг/кг в Очерском районе до 2,13 мг/кг в Березовском. Низкая обеспеченность подвижным кобальтом выявлена в Кудымкарском, Карагайском, Краснокамском и Очерском районах, средняя – во всех остальных.

Можно сделать вывод, что почвы реперных участков имеют высокую обеспеченность подвижным бором и медью, среднюю обеспеченность – кобальтом, низкую – марганцем и цинком.

Наиболее благополучная ситуация по обеспеченности почв микроэлементами в Пермском, Нытвенском, Чернушинском и Ординском районах, наименее благополучная – в Очерском и Карагайском районах.

По данным агрохимических показателей и содержания подвижных микроэлементов были установлены корреляционные зависимости подвижности микроэлементов от агрохимических характеристик пахотного слоя почв реперных участков.

Считается, что при $r < 0,3$ корреляционная зависимость слабая, $r = 0,3-0,7$ – средняя, $r > 0,7$ – сильная.

По данным корреляционного анализа установлена *прямая сильная зависимость*:

- содержания меди – от содержания гумуса ($r = 0,96$), pH_{KCl} ($r = 0,82$), содержания кальция ($r = 0,94$), суммы обменных оснований и ЕКО ($r = 0,96$ и $r = 0,97$ соответственно);

- содержания кобальта – от содержания гумуса ($r = 1,0$), содержания кальция ($r = 0,79$), суммы обменных оснований и ЕКО ($r = 0,76$).

Если рассматривать средний уровень зависимости, то содержание подвижного бора увеличивается с увеличением суммы обменных оснований. Кобальт становится более подвижным в исследуемых почвах при росте значений pH_{KCl} .

Для марганца отмечена *средняя обратная зависимость* от содержания гумуса, pH_{KCl} , содержания кальция, суммы обменных оснований и ЕКО. Цинк становится более подвижным в исследуемых почвах при уменьшении содержания гумуса, кальция, суммы обменных оснований и ЕКО. Подвижность кобальта и меди увеличивается в исследуемых почвах при уменьшении гидролитической кислотности и степени насыщенности основаниями.

Между остальными показателями и содержанием подвижных форм микроэлементов в почве зависимость слабая.

Список использованных источников

1. Микроэлементы в сельском хозяйстве / С. Ю. Булыгин, Л. Ф. Демишев, В.А. Доронин [и др.] ; под. ред. С. Ю. Булыгина. Дніпропетровськ: Січ, 2007. 100 с.

2. Шеуджен А. Х. Конспект лекций по дисциплине Теоретическая агрохимия. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2015. 17 с.

3. Вершинин В. В., Галаганова Л. А. Краткий анализ динамики содержания микроэлементов и тяжелых металлов в почвах Липецкой области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 1. С. 55-58.

4. Кайгородов А. Т. Современное состояние почвенного плодородия пахотных земель Пермского края / А. Т. Кайгородов, Н. И. Пискунова // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 4. С. 22-26.

УДК 633.12+631.841.7+631.86

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ГРЕЧИХИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ

Р.Г. Иванов

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева

*Научный руководитель: А.Н. Налиухин, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор*

Аннотация. Приводятся результаты эксперимента, направленного на установление урожайности растений гречихи двух сортов: Диккуль и Даша, выращенных в агроклиматических условиях Московской области в 2023-2024 гг. Азотные удобрения, обработанные В.с. ч - 13, в значительной степени влияют на адаптивный и продуктивный потенциал исследуемой культуры.

Ключевые слова: гречиха, азотные удобрения, *Bacillus subtilis*, биомодифицированные удобрения.

Введение. Урожайность растений зависит от продуктивности взаимодействия трех факторов почвы, растений и удобрений, благодаря микроорганизмам растения не только удовлетворяют свои потребности в питательных веществах, но и получают защиту от фитопатогенов [8]. Доказано, что биомодифицированные удобрения не уступают применению чистых химических удобрений [5]. Биоинокулянты играют незаменимую роль в оптимизации эффективности усвоения питательных веществ, снижают экологический стресс [6]. Кроме того, использование микробных инокулянтов приводит к стабильности почвенных ресурсов, поддерживает долгосрочную производственную мощность и предотвращает загрязнение окружающей среды [3].

Азот является необходимым элементом для существования жизни на Земле. Он входит в состав белков, аминокислот, нуклеиновых кислот и др. Почвенная биота отвечает за его накопление, стойкость и потерю из экосистем [7]. Неспособность многих зерновых культур, например, гречихи

использовать свободно доступный атмосферный азот означает, что их рост и производство в значительной степени зависит от применения химических удобрений, что приводит к выбросам парниковых газов и эвтрофикации воды при нерациональном применении [4]. Показано, что оптимальное внесение азотных удобрений заметно улучшает урожайность и транспорт азота у гречихи обыкновенной, а также увеличивает выход белка и накопление белковых компонентов [9].

Особенности биологии - важнейшей крупяной культуры в России – гречихи – длительное сохранение способности к интенсивному росту при низком гомеостазе плодообразования [2]. Показано, что гречиха является культурой достаточно отзывчивой на внесение удобрений, либо на внекорневые подкормки, следовательно, система удобрений под гречиху должна включать в себя наиболее эффективные способы внесения их с учётом потребности растений в питательных элементах на протяжении всего периода вегетации [1].

Добавим, что исследований, проведенных на гречихе с использованием азотных удобрений недостаточно. Необходим поиск путей повышения урожайности культуры в условиях Московской области, а также разработка технологий минимизации экологических рисков при применении азотных удобрений.

Методы исследования. Исследования по установлению действия биомодифицированных азотных удобрений на урожайность растений гречихи разных лет селекции проведены в 2023 – 2024 гг. в агроклиматических условиях Московской области (г. Орехово – Зуево). Исследования проведены на дерново-подзолистой глееватой легкосуглинистой почве.

Основные агрохимические показатели почвы (среднее 2023-2024 гг.): $pH_{(сол.)} = 6,83$ (нейтральные), $Hг = 2,86$ мг*экв/100 г почвы, $S = 7,66$ мг*экв/100 г почвы, содержание $N-NO_3$ (0-20 см) = 5,18 мг/100 г почвы, $N-NH_4 = 3,03$ мг/100 г почвы, подвижного P_2O_5 (по Кирсанову) – 181 мг/кг почвы (V класс), K_2O (по Кирсанову) – 134 мг/кг почвы (IV класс – повышенное содержание), $Нобщ = 0,07\%$, гумус (по Тюрину) = 2,63% (умеренногумусовые почвы), $Нщ.г.$ (по Тюрину и Кононовой) - 32,5 мг/кг (II класс – низкое). Для определения основных агрохимических показателей почвы использовались стандартные методики.

Схема опыта включала два фактора (таблица). Фактор А (система удобрения) – контроль (без удобрений), фон (K60), K60+N30, K60+N60, K60+N90. Фактор Б (система биомодифицированного удобрения) – без удобрения (контроль), фон (K60), K60+N30m, K60+N60m, K60+N90m K60+N30, K60+N60, K60+N90. Мелкоделяночные полевые опыты заложены

в четырехкратных повторностях, размещение рандомизированное. общая площадь посевов гречихи 0,01 га, учетная площадь делянки 0,95 м².

Таблица - Урожайность гречихи в условиях Московской области, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га							
	2023				2024			
	Дикуль		Даша		Дикуль		Даша	
	Зерно	Солома	Зерно	Солома	Зерно	Солома	Зерно	Солома
Контроль	10,3	50,0	9,0	48,9	9,3	35,0	8,6	37,6
K60	10,5	57,6	10,5	57,6	9,0	54,0	8,7	48,3
K60+N30	12,7	68,0	13,0	68,0	11,8	56,5	11,9	57,0
K60+N60	15,7	81,0	15,9	81,0	12,0	73,2	11,7	62,5
K60+N90	13,7	61,0	10,7	61,0	12,5	59,3	10,0	62,5
K60+N30m	13,1	65,0	17,5	50,0	11,0	60,2	11,4	58,4
K60+N60m	15,9	80,4	17,1	61,5	13,7	80,5	13,7	78,6
K60+N90m	10,7	68,0	9,65	68,0	12,9	84,0	9,5	85,1
НСП₀₅^{AB}	1,6	10,8	1,7	11,8	1,0	3,0	0,9	7,3
НСП₀₅^A	8,0	54,1	8,4	59,0	2,0	5,9	2,0	14,5
НСП₀₅^B	3,2	21,6	3,4	23,6	5,0	14,7	5,0	36,3

Гречиху убирали вручную, отдельным способом при побурении 75% плодов (I декада сентября), урожай учитывали поделочно. Полученные данные по урожайности культуры обрабатывали методом двухфакторного дисперсионного анализа с повторениями при помощи программы Excel в пересчете на базисную влажность 14%.

Для характеристики влагообеспеченности территории выращивания, гидротермический коэффициент (ГТК) за тёплый период времени по формуле Г.Т. Селянинова в 2023 г. – 1,3 (зона – обеспеченного увлажнения), в 2024 г. – 1,44 – (зона обеспеченного увлажнения).

Объектом исследования служили два сорта растений гречихи: Дикуль и Даша. Гречиха сорта Дикуль (2001 г.) обладает высокой устойчивостью к полеганию, отзывчив на внесение удобрений. Средняя урожайность в Центрально-Черноземном регионе 1,74 т/га. Гречиха сорта Даша – новый сорт гречихи, детерминантный сорт, главное отличие от сорта Дикуль заключается в экономном габитусе соцветия. Может обеспечивать высокую урожайность и без применения минеральных удобрений. В качестве азотного удобрения применялся карбамид, а микробного удобрения – В.с. Ч-13. Обработка карбамида микробным удобрением проходила вручную из расчета 1 мл Экстрасола на 1 г карбамида.

Результаты и их обсуждение. Максимальная урожайность гречихи сорта Дикуль в 2023 году отмечена на варианте опыта с биомодифицированным азотным удобрением (K60+N60m), увеличение относительно контроля составляет 53,8% (таблица).

Урожайность соломы у сорта Дикуль наибольшая на варианте опыта K60+N60. Сорт Даша по урожайности зерна показывает аналогичную зависимость, максимальная урожайность отмечена на варианте опыта K60+N60m. В свою очередь, урожайность соломы максимальная на варианте опыта K60+N60.

В 2024 году аналогичная динамика урожайности у исследуемых сортов. Максимальная урожайность зерна Дикуля на варианте опыта K60+N60m. В 2024 году урожайность на варианте опыта меньше, чем в 2023 на 14%. Урожайность соломы по Дикулю максимальная на варианте K60+N90m. У гречихи сорта Даша урожайность зерна максимальная также на варианте опыта K60+N60m, урожайность соломы на варианте опыта K60+N90.

Выводы. Таким образом, соотношение зерна к соломе в 2023 году по сорту Дикуль максимальна на варианте опыта K60+N90 и составляет 1:6,4, а сумма частей при этом равна 7,4. По сорту Даша аналогично по этому же варианту опыта (1:7). В 2024 году у сорта Дикуль соотношение зерна к соломе – 1:6,5, а у сорта Даша 1:9. Прибавка урожайности зерна от применения В.с. Ч-13 в 2023 году у сорта Дикуль по варианту опыта K60+N30m – 3,2%, по варианту опыта K60+N60m – 1,3%, по варианту опыта K60+N90m прибавка отрицательная - 22%. По сорту Даша на варианте опыта K60+N30m – 34,6%, K60+N60m – 7,5%, по варианту опыта K60+N90m прибавка отрицательная – 9,8%. В 2024 г. по сорту Дикуль максимальная прибавка урожайности наблюдалась на варианте K60+N60m и составляет +14,2%, по сорту Даша +17% на варианте опыта K60+N60m. Наблюдается закономерность между концентрацией азотного удобрения и урожайностью культуры. На варианте опыта K60+N60m урожайность зерна гречихи максимальная. Также существует зависимость между увеличением урожайности соломы и уменьшением урожайности зерна у культуры.

Представленная работа открывает новый виток исследований, посвященных биологическим особенностям культуры гречихи в условиях Московской области. Также интересные данные получены (2023 – 2024 гг.) касательно динамики доступного азота, который также тесно коррелирует с урожайностью гречихи.

Список использованных источников

1. Глазова З.И. Агроэкономическая эффективность применения микро-и органоминеральных удобрений при выращивании гречихи / З. И. Глазова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2(46). – С. 74-82.

2. Фесенко А.Н. Влияние удобрений на урожайность современных сортов гречихи различного морфотипа / А. Н. Фесенко, В. И. Мазалов // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 10-14. – EDN XTDNNX.
3. Emami S., Alikhani H.A., Kardgar V. Sustainable Improvement of Productivity and Quality of Agricultural Crops Using a Microbial Consortium //Sustainable Agrobiolgy: Design and Development of Microbial Consortia. – Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. – С. 129-149.
4. Guo K. et al. Biological nitrogen fixation in cereal crops: Progress, strategies, and perspectives //Plant Communications. – 2023. – Т. 4. – №. 2.
5. Maheshwari D.K. et al. Effect of microbial consortium vs. perfected chemical fertilizers for sustainable crop growth //Sustainable Agrobiolgy: Design and Development of Microbial Consortia. – Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. – С. 319-337.
6. Negi R. et al. Microbial Consortia: Promising Tool as Plant Bioinoculants for Agricultural Sustainability //Current Microbiology. – 2024. – Т. 81. – №. 8. – С. 222.
7. Robertson G.P., Groffman P. M. Nitrogen transformations //Soil microbiology, ecology and biochemistry. – Elsevier, 2024. – С. 407-438.
8. Sokolova E.A. et al. The effectiveness of co-inoculation by consortia of microorganisms depends on the type of plant and the soil microbiome //Plants. – 2023. – Т. 13. – №. 1. – С. 116.
9. Wan C. et al. Effects of nitrogen fertilizer on protein synthesis, accumulation, and physicochemical properties in common buckwheat //The Crop Journal. – 2023. – Т. 11. – №. 3. – С. 941-950.

**ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ ОТ СНИЖЕНИЯ
УРОВНЯ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВНОЙ ПЛОЩАДИ,
ОБРАБОТАННОЙ ГЕРБИЦИДАМИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ И ЮЖНОМ
ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГАХ.**

И.В. Ильюшенко

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

E-mail: ili.ari@ya.ru

Кукуруза представляет собой одну из ключевых зерновых культур, культивируемых во всех регионах нашей страны. Она демонстрирует высокую степень адаптации к интенсификационным факторам, таким как применение удобрений и средств защиты растений. Зерно кукурузы обладает высоким содержанием белка, что делает его ценным компонентом в пищевой промышленности [1].

Уровень урожайности кукурузы в значительной мере определяется степенью засоренности посевов разнообразными сорными растениями, а также недостаточностью проведения эффективной борьбы с ними

посредством механических методов, поэтому большое значение имеет применение гербицидов. При засоренности на посевах кукурузы более 70% потери урожая могут составлять от 25 до 50%. При наличии в посевах 50, 100, 200 сорняков/м² урожайность зеленой массы снижается, соответственно, на 27,4; 52,7 и 74,0%.

Таким образом, уничтожить сорную растительность там, где агротехникой это сделать не получается, могут только гербициды.

В данной работе показана зависимость урожайности кукурузы от снижения уровня засоренности посевной площади, обработанной гербицидами в Центральном и Южном округах.

Основные регионы возделывания кукурузы сосредоточены на территории Центрального и Южного федерального округа Российской Федерации.

По данным Росстата посевная площадь в период с 2020 по 2023 гг. в Центральном округе превышает 1010 тыс. га, в Южном федеральном округе за выбранный период времени снижается количество посевной площади, выделяемое под кукурузу с 762 до 627 тыс. га [3].

В Центральном федеральном округе средняя урожайность кукурузы на зерно в сельскохозяйственных организациях за 2020-2023 г. составила 65,3 ц/га, в Южном федеральном округе 51,6 ц/га. [4].

Проведение фитосанитарных обследований представляет собой эффективный инструмент для своевременной оценки распространённости вредителей, заболеваний и сорных растений на сельскохозяйственных культурах, что позволяет предотвратить потери продукции в агропромышленном комплексе.

В Центральном федеральном округе по данным ФГБУ «Россельхозцентр» оперативные обследования на засоренность кукурузы проводились на площади от 591 до почти 1000 тыс. га, в зависимости от года, в Южном площадь обследования снижается к 2023 году с 772, 53 до 327,9 тыс. га. [5].

Сопоставляя статистические данные об урожайности культуры и данные, полученные в результате проведения фитомониторинга, можно отследить зависимость роста урожайности кукурузы от снижения степени засоренности посевных площадей. (Рисунок 1 и 2)

При высокой степени обработки посевной площади гербицидами с каждым годом отмечается снижение уровня засоренности территории, тем самым повышается уровень продуктивности культуры с одного гектара.

Так урожайность в Центральном федеральном округе возрастает с 61,2 до 74,2 ц/га, а степень засоренности территорий снижается с 713,6 до 551,6 тыс. га соответственно. Похожая картина наблюдается в Южном федеральном округе, хоть территория возделывания кукурузы значительно меньше по площади, отмечается снижение засоренности с 682, 5 до 327 тыс. га. Урожайность кукурузы за период с 2020-2023 года возросла на 17,4 ц/га.

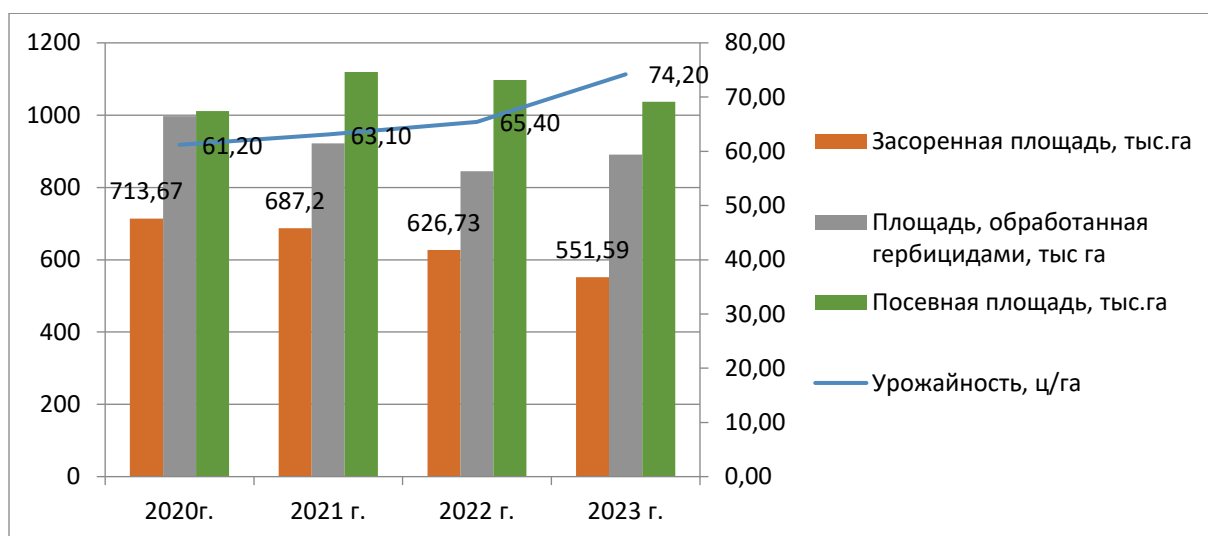


Рисунок 1 - Зависимость урожайности кукурузы от снижения засоренности посевной площади в Центральном федеральном округе в период 2020-2023 гг.

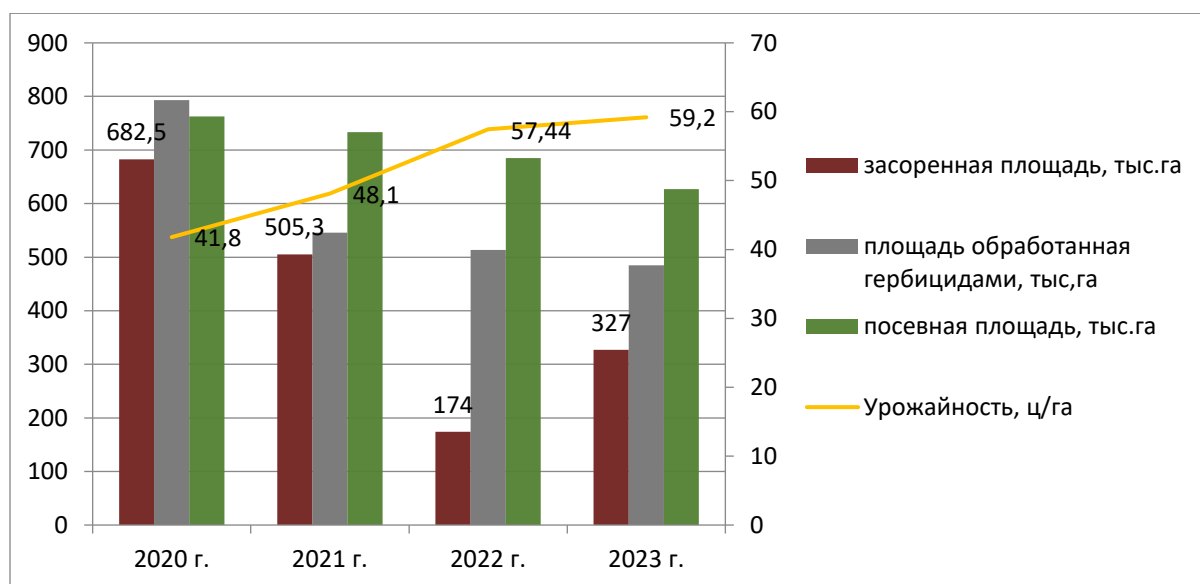


Рисунок 2 - Зависимость урожайности кукурузы от снижения засоренности посевной площади в Южном федеральном округе в период 2020-2023 гг.

Следует учитывать, что на ранних этапах развития кукуруза практически не способна конкурировать с сорняками, при этом оптимальный срок для их сдерживания — фаза развития 3–5 листьев культуры, когда сорняки наиболее чувствительны к гербицидному воздействию, а риск развития у кукурузы фитотоксичности сведен к минимуму.

Результаты проведенных исследований наглядно показали, что при высокой засоренности полей и многообразии сорных растений получить высокую рентабельность зерна кукурузы невозможно без применения гербицидов. В то же время необходимо учитывать сроки применения гербицидов под культуру и почвенно-климатические условия региона. Очень важно проводить фитосанитарный мониторинг сорных растений для подбора

гербицидов непосредственно под конкретный участок для минимизации материальных потерь при выращивании кукурузы на зерно.

Список использованных источников

1. Торилов В.Е., Дронов А.В., Торилов В.В. и др. Ценность кукурузы, сорговых культур и их урожайность в зависимости от приемов выращивания // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. – 2019. – № 5– С. 15-22
2. Булавин Л.А. Влияние гербицидов и сроков их внесения на экономическую эффективность возделывания кукурузы на зерно // Земледелие и растениеводство. - №6.-2021.-С.28-31.
3. <https://fedstat.ru/indicator/31328>
4. <https://fedstat.ru/indicator/31533>
5. <https://rosselhoccenter.ru/obzory-i-prognozy>

ВЛИЯНИЕ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ УРОЖАЕМ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

А.М. Каюмов

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

E-mail: kayumov_ajrat@mail.ru

Аннотация. Рассматривается влияние форм азотных удобрений на химический состав зерна, соломы разных сортов яровой пшеницы и вынос элементов питания урожаем на дерново-подзолистой почве Нечерноземной зоны.

Ключевые слова: элемент питания, сорт, вынос, химический состав, основная и побочная продукция

Работа выполнена под руководством д. с.-х. наук С.А. Шафрана

Целью данного исследования является изучение влияния различных форм азотных удобрений на химический состав основной и побочной продукции, а также на вынос элементов питания урожаем сортов яровой пшеницы Злата, Эстер и Радмира, возделываемых на дерново-подзолистой почве.

Биологическая специфичность зерновых культур устанавливает их химический состав. Помимо этого, содержание элементов питания в основной и побочной продукции используют при вычислении выноса питательных веществ урожаем для определения доз удобрений [1].

В настоящее время опубликованные нормативы выноса элементов питания характеризуют показатели возделывания традиционных сортов зерновых культур [2]. Между тем заметно меняется технология их выращивания. В научной литературе уже опубликованы данные, которые

подтверждают, что современные сорта лучше отзываются на дозы минеральных удобрений и уровень почвенного плодородия, что благоприятствует увеличению их урожайности [3]. При этом в существующих нормативах отсутствуют данные, которые влияют на вынос основных элементов питания урожаем основной и побочной продукции. Сегодня эта проблема не теряет своей актуальности.

В ходе проведения исследований были решены следующие задачи:

Определить химический состав зерна, соломы изучаемых сортов яровой пшеницы и рассчитать вынос элементов питания урожаем.

Полевой опыт проводился в 2024 году на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве на опытном поле отдела агротехнологий Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» в с. Шебанцево микрорайона Барыбино города Домодедово Московской области. Схема опыта: 1. контроль (без удобрений) 2. P₆₀K₆₀-фон; 3. фон+Naa₉₀; 4. фон+NM₉₀ (таблица).

Таблица - Влияние форм азотных удобрений на химический состав основной, побочной продукции и вынос элементов питания урожаем возделываемых сортов яровой пшеницы

Вариант	Урожайность основной продукции (зерно)	Урожайность побочной продукции (солома)	Содержание в урожае, %						Вынос урожая, кг/га		
	ц/га	зерно			солома			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O				
Злата											
контроль	20,6	25,8	1,55	0,45	0,59	1,05	0,06	0,10	50,8	9,3	12,7
P ₆₀ K ₆₀ –фон	25,6	43,9	1,64	0,43	0,24	0,61	0,07	0,05	59,1	12,1	7,2
фон+Naa ₉₀	30,9	47,3	1,97	0,40	0,35	0,88	0,08	0,07	88,1	13,9	12,1
фон+NM ₉₀	31,5	49,8	2,18	0,54	0,52	0,68	0,07	0,07	88,2	17,6	17,1
Эстер											
контроль	21,0	27,3	1,63	0,40	0,12	0,48	0,09	0,11	40,7	9,3	4,7
P ₆₀ K ₆₀ –фон	26,8	34,5	1,58	0,39	0,45	0,46	0,08	0,08	50,1	11,4	12,7
фон+Naa ₉₀	31,3	52,9	2,09	0,35	0,29	0,70	0,05	0,11	88,1	11,7	12,8
фон+NM ₉₀	30,5	52,5	2,09	0,40	0,43	0,63	0,05	0,08	83,3	12,7	14,9
Радмира											
контроль	21,1	29,6	1,59	0,40	0,37	0,57	0,08	0,14	43,4	9,3	10,3
P ₆₀ K ₆₀ –фон	26,2	34,3	1,66	0,44	0,15	0,44	0,07	0,07	50,4	12,0	5,4
фон+Naa ₉₀	33,5	50,8	2,00	0,40	0,17	0,42	0,06	0,06	76,0	14,1	7,5
фон+NM ₉₀	31,5	51,5	2,07	0,40	0,50	0,73	0,07	0,06	88,4	13,9	16,2

При проведении агрохимических анализов почвы опытного участка установлено, что пахотный слой имеет низкое содержание органического вещества (1,38–1,62%) и щелочногидролизуемого азота (68,5–78,5 мг/кг), среднее – подвижного фосфора (91–98 мг/кг) и калия (105–120 мг/кг). Почвенный раствор имеет сильноокислую реакцию (4,1–4,3).

По результатам полученных данных по возделыванию яровой пшеницы сортов Злата, Эстер и Радмира можно сделать вывод, что с увеличением доз азотных удобрений при среднем содержании подвижного фосфора и калия в почве получен высокий урожай основной и побочной продукции. При внесении азотных удобрений больше всего азота накопилось в зерне на сорте Злата в варианте фон+Nm90 по сравнению с контролем. В соломе высокое накопление азота отмечено на том же сорте в контрольном варианте. Наибольший вынос элементов питания получен урожаем сорта Злата на варианте фон+Nm90 (таблица).

Таким образом, впервые в полевом опыте проведены исследования по потреблению и выносу питательных веществ изучаемыми сортами яровой пшеницы на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве в условиях Центрального федерального округа. В ходе проведения дальнейших исследований на данную тему будут представлены более обоснованные выводы.

Список использованных источников

1. Микулич В.А. Состав и вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы при различной обеспеченности фосфором дерново-подзолистой супесчаной почвы / В.А. Микулич // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – №1(46). – С. 135-145.
2. Нормативы выноса элементов питания сельскохозяйственными культурами. М.: ЦИНАО, 1991, 65 с.
3. Иванова О.М. Оценка влияния азотных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на типичном черноземе // Агрохимический вестник, 2012, № 5, С. 44-45.

БАЛАНС ФОСФОРА И ЗАФОСФАЧИВАНИЕ ПОЧВ В МНОГОЛЕТНИХ АГРОЦЕНОЗАХ ЧАЯ ВЛАЖНО- СУБТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ

В.В. Керимзаде, Н.В. Козлова

*ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный
центр Российской академии наук», г. Сочи*

E-mail: kerimzadevadim@yandex.ru

Аннотация. В многолетнем опыте с NPK-удобрениями на культуре чая проведена сравнительная оценка почв по комплексу показателей их фосфатного статуса в связи с разной нагрузкой фосфорными удобрениями и хозяйственным балансом элемента. Установлены степени изменения значений различных показателей. Наиболее чувствительными и информативными для диагностики уровня зафосфаченности почв являются подвижный (и его запас) и легкоподвижный фосфор, для которых отмечен 5-6 – 12-15-кратный рост в зависимости от доз P-удобрений. Мало информативна ёмкость поглощения фосфора почвой (различия в 0,8-0,9 раз).

К слабо зафосфаченным отнесены почвы плантаций с небольшим профицитом фосфора (40-45 кг P_2O_5 /га в год, на фоне P_{60}); к сильно и очень сильно зафосфаченным – с более высоким (в 2-4 раза) профицитом на фоне $P_{120-180}$.

Ключевые слова: буроземы, чай, минеральные удобрения, почвенный фосфор, хозяйственный баланс, диагностика.

Оценка уровня насыщенности почв фосфором и поддержание его оптимального баланса в агросистемах является одной из важных агрохимических проблем в связи незаменимой ролью фосфора как важнейшего биогенного элемента, особенностями его поведения в почвах и многообразием влияющих на это факторов, разнообразием видов и форм соединений, сложностью диагностики в отношении обеспеченности фосфором различным сельскохозяйственных культур.

Для многолетних агроценозов чайных плантаций, промышленное возделывание которых осуществляется на сочинском черноморском побережье с 1950-х гг. (при этом длительно по интенсивной технологии), характерно избыточное накопление фосфора в почвах (зафосфачивание), снижение эффективности и целесообразности внесения фосфорных удобрений. Это определяется спецификой зональных почв (кислых, тяжелосуглинистых/глинистых, с высоким содержанием полуторных окислов), используемых под культуру чая.

Целью исследований была сравнительная оценка почв чайных плантаций с разной нагрузкой фосфорными удобрениями по широкому комплексу показателей содержания почвенного фосфора (различных форм и соединений), в сопоставлении с его хозяйственным балансом, а также оценка сопоставимости данных показателей и их информативности для диагностики фосфатного статуса почв и уровня их зафосфаченности.

Исследовали бурые лесные кислые почвы длительного полевого опыта (№ 023 в реестре Геосети; пос. Уч-Дере, Лазаревский район г. Сочи), где в течении 25 лет ежегодно вносили фосфорные удобрения в 3-х дозах: 60, 120, 180 кг/га (в различных сочетаниях с НК-удобрениями); всего было соответственно внесено 1,5, 3,0 и 4,5 тонн P_2O_5 /га. Сравнивали варианты между собой и с почвой буково-грабового леса, граничащего с плантацией.

Использовали следующие показатели: валовый фосфор – по Гинзбург и др.; общий (минеральный и органический) фосфор – методом Сэндерса и Вильямса; общее содержание минеральных фосфатов – по сумме различных фракций методом Чанга-Джексона; подвижный фосфор – по Ониани (стандарт для кислых субтропических почв); общий запас подвижных фосфатов – серией 10-ти вытяжек по Ониани; ёмкость поглощения фосфора почвой – по Аскинази, Гинзбург; легкоподвижный фосфор – по Карпинскому, Замятиной; окончание по Дениже (спектрофотометр УСФ-01, Россия).

В ходе исследований было установлено, что в результате длительного применения 60-120-180 кг P_2O_5 /га наиболее выраженные изменения произошли по содержанию подвижного фосфора и его общего запаса, а также легкоподвижных фосфатов (таблица). Различия с фоном (почва леса) в зависимости от Р-нагрузки оказались от 5-6 до 12-15-кратных, что показывает высокую чувствительность и информативность данных показателей.

Таблица – Хозяйственный баланс фосфора в агроценозах чая и содержание его различных соединений в почве в зависимости от Р-нагрузки

Группа, доза Р	Вариант код НРК*	Урожай, кг/га		Вынос, кг/га		Поступление, кг/га		Баланс, кг/га	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Р 0	000	52133	1961	141	5	-	-	-141	-5
	202	180302	6698	568	23	-	-	-568	-23
Р 1	111	130129	4727	396	15	1500	60	1104	45
	311	149776	5499	445	17	1500	60	1055	43
Р 2	220	175858	6516	558	23	3000	120	2442	97
	222	147905	5289	454	17	3000	120	2546	103
Р 3	131	117329	4365	358	15	4500	180	4142	165
	331	188951	7000	569	23	4500	180	3931	157
Показатели (P_2O_5 , мг/кг)		Средние значения в почве леса (фон)	Диапазоны значений в почве под чаем, удобряемой фосфором (60-180 кг д.в./га в год)		Кратность изменения относительно фона при разных дозах Р-удобрений				
					Р 1	Р 2	Р 3		
Валовый		2850	4000 – 6050		1,5	1,9	2,1		
Общий (органический + минеральный)		1050	1950 – 3200		1,9	2,8	3,1		
Емкость поглощения		640	650 – 480		1,0	0,9	0,8		
Минеральный (в составе общего)		430	1350 – 2650		3,2	5,2	6,1		
Минеральный (сумма фракций)		590	1600 – 3100		2,9	4,6	5,3		
Запас подвижного		220	1070 – 2650		5,3	9,5	12,0		
Подвижный		80	500 – 1150		6,1	11,5	14,0		
Легкоподвижный, мг/л		0,16	0,45 – 2,30		3,1	11,2	14,5		

Примечания: 1 – общий за 25 лет, 2 – среднегодовой; * – количество одинарных доз НРК

При больших различиях по содержанию валового и общего фосфора (минеральный+органический), минеральных соединений фосфора (в составе общего и по сумме фракций) (соответственно до 3200 и 2150, 2500 мг P_2O_5 /кг между крайними позициями), изменения относительно фона были только 2-3 – 5-6-кратными. Менее всего почвы различались по емкости поглощения фосфора (в 0,8-1,1 раза относительно фона; до 190 мг/кг между крайними значениями), что говорит о низкой чувствительности метода и малой информативности данного показателя. Значения всех показателей,

положительно коррелировали между собой ($r = 0,95-0,99$) и отрицательно с емкостью поглощения ($r = - 0,82-0,90$).

О достаточности или избыточности фосфорных удобрений судили по хозяйственному балансу фосфора в агросистемах модельных плантаций с разной нагрузкой удобрениями (таблица). Значения различных показателей насыщенности фосфором, характерные для почв данных плантаций, были приняты в качестве ориентировочных градаций зафосфаченности. Так при бездефицитном балансе фосфора или небольшом его профиците почвы можно отнести к незафосфаченным или слабо зафосфаченным. Сильно (или очень сильно) зафосфаченными следует считать почвы (и характерные для них значения показателей) при высоком профиците баланса фосфора, как в случае применения 120-180 кг P_2O_5 /га), где дефицит баланса относительно дозы 60 кг P_2O_5 /га был 2-4-кратным. Среднюю степень зафосфаченности будут характеризовать промежуточные значения показателей (в середине диапазона) между значениями, определяющими слабую и сильную степень.

Таким образом, в результате проведенного комплекса исследований, впервые для бурых лесных кислых почв влажно-субтропической зоны РФ разработаны критерии диагностики уровня их зафосфаченности (показатели, градации) под чаем. Они могут быть использованы при оценке этих или близких по свойствам зональные подтипы почв в многолетних агроценозах субтропических и южных плодовых культур, фундучников, цитрусовых насаждений для корректировки агротехнологий возделывания.

Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания ФИЦ СЦ РАН FGRW-2024-0001, № госрегистрации 1022040700970-8-4.1.1;4.1.4

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕЛЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ВТОРОГО УРОЖАЯ В СЕЗОН

И.Г. Козлов

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

E-mail: ilyak501@gmail.com

Аннотация. В работе рассмотрен результат двухлетнего полевого опыта, заложенного в 2023 и 2024 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве микрорайона Барыбино, Домодедовского района Московской области, с изучением влияния гидрогеля с комплексом удобрений на общую продуктивность, и показатели качества картофеля сортов Невский и Вятка в условиях дефицита влаги. В опытах установлено положительное влияние применение гидрогеля вкупе с использованием NPK на урожайность растений картофеля.

В 2023 и 2024 годах во периоды дефицита влаги имело место применение гидрогеля, что в связке с удобрением привело к повышению урожайности в сравнении с контролем.

Лучшие результаты по урожайности показало сочетание гидрогеля и удобрения, дав в 2023 году по сравнению с контролем прибавку к урожайности на сорте Невский на 31,3% и Варяг – на 22,02%, а в 2024 году прибавка на Невском была и 29,22%, а на Варяге - на 29,92%. В отношении качественных показателей, применение гидрогеля с NPK не дало серьёзных изменений в отношении сухого вещества, нитратам, сахарам и крахмальному числу.

Исходя из данных опыта можно сделать вывод о потенциальной пользе использования гидрогеля для смешивания его с удобрениями для повышения урожайности в засушливые годы.

Ключевые слова: картофель, урожайность в засушливые годы, структура урожая, показатели качества.

Введение. Гидрогэль - нерастворимая в воде гидрофильная сеть сшитых полимерных цепей, способная абсорбировать большие объёмы жидкости – до 400 % собственной массы. В последние годы, ввиду частых засушливых периодов, наблюдается необходимость в применении гидрогелей в сельском хозяйстве, что может привести к повышению гигроскопичности почвы, а также инкапсулированию удобрений для их медленного высвобождения [2].

Недостаток влаги в почве приводит к низким урожаям и сказывается на качестве выходной продукции, а исходя из тенденции к потеплению климата на территории РФ, повышается вероятность периодов с дефицитом влаги в почве. Средняя температура зимой на всей территории России может увеличиться на 2-5°C. Повышение летних температур будет менее выраженным и составит 1-3°C [3].

Целью опыта было изучить влияние гидрогеля на урожайность растений картофеля в условиях дефицита влаги, путем внесения сухих кристаллов в лунки. Второй задачей было исследовать влияние применения гидрогеля на то, как меняется в клубнях содержание крахмала, витамина С, сухих веществ, а также нитратов.

Материалы и методы. Работа была выполнена на участке Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии Барыбино в 2023 и 2024 гг., расположенном в микрорайоне Белые Столбы (Московская область, Домодедовский район, микрорайон Белые Столбы) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Кристаллы гидрогеля вносились по площади лунки в дозе 1-1,5 г, поверх которой помещался клубень картофеля, подвергнутый световому проращиванию и с ростами длиной приблизительно в 1 см. В опыте использовались два среднеранних сорта картофеля – Невский и Варяг, чьё применение позволило проверить, насколько сильно применение гидрогеля может компенсировать засушливые погодные условия. Для повышения фитосанитарной защиты клубни перед посадкой обрабатывали препаратом Престиж.

Схема опыта для каждого сорта включала в себя контроль, вариант с NPK, а также деланки с применением гидрогеля и без него – в опыте присутствовал контроль без удобрений, Фон NPK(N163P0K0), а также Фон NPK(N163P0K0) с гидрогелем. Расчёт внесения удобрений производился исходя из планируемой урожайности в 25 т/га. Схема посадки картофеля была 75х30. Повторность была трёхкратной с 25 растениями на повторность. Закладка опыт в 2023 и 2024 годах производилась во второй декаде июля. Уборка и учет урожая производилась 21 сентября в 2023 году и 22 сентября в 2024 году.

Результаты и обсуждения. По результатам проведённого опыта было отмечено, что из-за засушливого июля, августа и сентября те варианты опыта, где при посадке в почву вносили гидрогель имели более крупную вегетативную часть, что в 2023 году способствовало получению прибавки урожая на Невском 31,3% и 22,02% на Варяге по сравнению с контролем. В 2024 году прибавка урожайности на вариантах с гидрогелем по сравнению с контролем была на Невском 29,22% и Варяге 29,92% (таблица).

Таблица – Урожайность картофеля сортов Варяг и Невский в 2023 и 2024 годах.

Год	Сорт	Вариант	Урожайность по повторностям			Сред. Урожайн ость т/га	Прибав ка т/га	%
			I	II	III			
2023	Невский	1. Контроль без обработок, без удобрений	16,71	16,68	16,69	16,69	-	-
		2. Фон (NPK)	19,88	19,82	19,87	19,86	3,17	19
		3. Фон (NPK)+гидрогель	21,94	21,89	21,89	21,91	5,22	31,3
2024		1. Контроль без обработок, без удобрений	10,13	11,86	15,69	12,56	-	-
		2. Фон (NPK)	15,48	14,33	14,65	14,82	2,26	18
		3. Фон (NPK)+гидрогель	16,77	15,76	14,97	16,23	3,367	29,22
2023	Варяг	1. Контроль без обработок, без удобрений	18,56	18,56	18,58	18,57	-	-
		2. Фон (NPK)	22,49	22,45	22,48	22,47	3,9	21
		3. Фон (NPK)+гидрогель	22,63	22,64	22,68	22,66	4,09	22,02
2024		1. Контроль без обработок, без удобрений	17,21	18,33	17,51	17,68	-	-
		2. Фон (NPK)	16,7	21,11	25,14	20,98	3,30	18,66
		3. Фон (NPK)+гидрогель	21,28	22,41	24,34	22,97	5,29	29,92

Также, применение гидрогеля приводило к тому, что происходило изменение в фракционном составе урожая. На контроле было показано

наибольшее количество клубней мелкой фракции, а вот применение гидрогеля вместе с применением NPK привело к увеличению средней и крупной фракции с уменьшением количества клубней мелкой фракции. Во многом это связано с недостатком влаги в почве, но в вариантах с гидрогелем часть влаги сохранилась благодаря абсорбирующим свойствам полимера.

Применение удобрений и гидрогеля не оказало отрицательного влияния на биохимический состав, безопасность, показатели качества продукции и товарные свойства для продовольственного картофеля. Исходя из результатов опыта – биологическая ценность продукта была сохранена.

Выводы. Так как на территории Московской области в середине лета в 2023 и 2024 годах имел место дефицит влаги, внесение гидрогеля в почву может сохранить влагу и оставить её доступной для растений на длительное время. Использование гидрогеля привело к повышению урожайности картофеля сортов Невский и Варяг в варианте с применением NPK, что говорит о целесообразности применения данной технологии для сохранения влаги в почве в засушливых регионах мира без потери в качественных показателях валовой продукции.

Список использованных источников

1. Картофель: технологии возделывания и хранения. И. Н. Гаспарян, Санкт-Петербург, Лань, 2022
2. Significance of biopolymer-based hydrogels and their applications in agriculture: a review in perspective of synthesis and their degree of swelling for water holding. Zaryab Tariq, Dure Najaf Iqbal, Muhammad Rizwan, Muhammad Ahmad, Muhammad Faheemb and Mahmood Ahmed. RSC. 2023
3. Снакин В.В. Глобальные изменения климата: прогнозы и реальность // Жизнь Земли, 2019. – Т.41. - № 2. – с. 148-164.

ВЛИЯНИЕ МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ АГРОМАГ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Д. Е. Кутырева¹, А.В. Козлова², И.И. Серегина¹

¹ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева,

²ООО «Русское Горно-химическое Общество»

E-mail: daryakutyreva75@gmail.com

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению эффективности применения магнийсодержащих удобрений АгроМаг, производимых на основе природного минерала брусит на урожайность ярового рапса. Установлено, что применение магниевого удобрения АгроМаг в возрастающих дозах в сочетании с полным минеральным удобрением способствует увеличению урожая семян рапса.

Ключевые слова: магнийсодержащие удобрение, яровой рапс, урожайность, эффективность.

Основным источником магния для растений является почва. В Нечерноземной зоне России свыше 8 млн. га почв бедны магнием. Главный источник производства магниевых удобрений - природные соединения. Насчитывается более 200 минералов, представленных магниевыми соединениями. К таким минералам относится брусит (до 65% MgO), природный гидроксид магния [1,3].

Гидроксид магния является малорастворимым веществом, в кислой среде разлагается медленно, постепенно высвобождая легкоусвояемый магний в ионной форме Mg^{+2} . В течение всего вегетационного периода растения постепенно поглощают магний, который не вымывается из почвы и не требует дополнительной подкормки [1,7].

Удобрения на основе брусита, благодаря своей низкой растворимости, проявляют пролонгированный эффект и длительное время постепенно снабжают растения магнием [2,4].

Учитывая важность применения магниевых удобрений на основе брусита, проведение исследований для определения оптимальных норм агрохимиката АгроМаг представляется необходимым.

Цель исследования - установление эффективности магнийсодержащего удобрения АгроМаг в возрастающих дозах на урожайность ярового рапса.

Методика исследования. Для решения поставленного вопроса был проведен опыт в лабораторном фитотроне с регулируемыми условиями внешней среды, расположенном в лаборатории агрохимии органических, известковых удобрений и химической мелиорации ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова.

Объектом исследований являлась культура ярового рапса сорта Ратник (оригинатор сорта: ФГБНУ ВНИИ рапса, г. Липецк). Опыт проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) - 1,8%, pH 4,9, Нг- 4,1 мг-экв/100г почвы, S - 4,4 мг-экв/100 г почвы, Т- 8,5 мг-экв/100г почвы, степень насыщенности основаниями - 52 %, содержание подвижного фосфора(по Кирсанову) - 100 мг/кг, содержание подвижного калия (по Кирсанову) - 105 мг/кг, содержание обменного магния (по методу ЦИНАО) - 3,3 мг-экв/100г почвы.

Повторность опыта четырехкратная. В качестве минерального фона вносили нитроаммофоску 16:16:16 в дозе в дозе NPK по 150 мг/кг почвы каждого элемента. АгроМаг в соответствии со схемой опыта вносили при закладке опыта. Схема опыта включала 10 вариантов: 1.контроль, 2.NPK, 3.NPK+ АгроМаг гранулированный - 0,04 г/кг, 4.NPK+ АгроМаг гранулированный - 0,08 г/кг, 5.NPK+ АгроМаг гранулированный- 0,2 г/кг, 6.NPK+ АгроМаг гранулированный - 0,4 г/кг, 7.NPK+АгроМаг дроблёный - 0,04 г/кг, 8.NPK+АгроМаг дроблёный - 0,08 г/кг, 9.NPK+АгроМаг дроблёный - 0,2 г/кг, 10.NPK+АгроМаг дроблёный - 0,4 г/кг.

В опыте использовали пластиковые вегетационные дренированные сосуды емкостью 2 кг. Влажность почвы поддерживали на уровне 60% ПВ. Температуру воздуха создавали днем +24⁰С ...+26⁰С, ночью +18 ⁰С...+19⁰С.

Посев производили сухими семенами в заранее проделанные специальным инструментом лунки на глубину 1,5 сантиметра.

Режим освещения регулировался с помощью светодиодных источников. На таймере выставляли режим 16/8 часов - 16 часов электропитание подается на светильник, 8 часов электропитание отключено. Таким образом, создается световой режим, отвечающий физиологическим требованиям растений.

Учеты и наблюдения в период вегетации проведены по общепринятой методике [5,6]. Полученные данные обрабатывались статистически на персональном компьютере с использованием пакета STATISTICA, версия 10.0.

Обсуждение результатов. Урожайность ярового рапса представлена в таблице.

Урожай семян ярового рапса в контрольном варианте в среднем из четырех повторностей составил 0,7 г/кг.

При внесении удобрения Агромаг гранулированный и Агромаг дроблённый в дозе 0,08 г/кг получена наибольшая урожайность 1,05 и 1,07 г/кг соответственно (таблица). Прибавка урожая семян ярового рапса по отношению к минеральному фону составила 0,13 г/кг в варианте NPK + АгроМаг гранулированный в дозе 0,08 г/кг и 0,15г/кг в варианте NPK +АгроМаг дроблённый в дозе 0,08 г/кг. При дальнейшем увеличении дозы удобрения выявлена недостоверная прибавка урожая семян.

Таблица - Урожайность ярового рапса

Вариант опыта		Урожайность, г/кг	Прибавка	
			от контроля	от Агромага
1	контроль	0,70	-	-
2	NPK	0,92	0,22	-
3	NPK+АгроМаг гранулированный - 0,04 г/кг	0,97	0,27	0,05
4	NPK + АгроМаг гранулированный- 0,08 г/кг	1,05	0,35	0,13
5	NPK + АгроМаг гранулированный - 0,2 г/кг	1,00	0,30	0,08
6	NPK + АгроМаг гранулированный - 0,4 г/кг	0,96	0,26	0,04
7	NPK + АгроМаг дроблённый-0,04 г/кг	0,99	0,29	0,07
8	NPK+АгроМаг дроблённый - 0,08 г/кг	1,07	0,37	0,15
9	NPK + АгроМаг дроблённый - 0,2 г/кг	0,96	0,26	0,04
10	NPK + АгроМаг дроблённый - 0,4 г/кг	0,92	0,22	0,00
	HCP05	0,08		

Также при применении магниевых удобрений в сочетании с NPK отмечена тенденция увеличения высоты растений. Наиболее высокорослые растения сформировались при магниевых удобрениях АгроМаг в дозе 0,08 г/кг независимо от формы удобрения.

Заключение. Установлено, что применение магниевого удобрения АгроМаг в возрастающих дозах совместно с полным минеральным удобрением, на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, является высокоэффективным приемом, который способствует увеличению урожайности ярового рапса.

Список использованных источников

1. Аканова Н.И., Козлова А.В., Мухина М.Т. Роль магния в системе питания растений // Агрохимический вестник, 2021.-№ 6.- С. 66-72.
2. Аканова Н.А., Козлова А.В., Животовская Е.Г., Есипенко С.В., Серегина И.И. Сравнительная эффективность приемов использования магниевого удобрения на основе брусита // Плодородие, 2023.-№1. - С. 19-22.
3. Нечаева Т. В., Гопп Н.В., Савенков О. А., Смирнова Н.В. Магний в почвах и растениях в условиях склонового агроландшафта на юго-востоке Западной Сибири // Почвы и окружающая среда, 2019.-№4.
4. Фирсов С.С. Эффективность магнийсодержащих удобрений на дерново-подзолистых почвах Тверской области // Агрохимический вестник, 2015.- №6. - С. 42-44.
5. Лупова Е.И., Виноградов Д.В. Технология производства яровых рапса и сурепицы в Нечерноземной зоне России // Учебное пособие. – Рязань, 2018. – 86 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. В. И. Головачева, Е. В. Кириловской. М., 2019. 194 с.
7. Рекомендации по применению АгроМаг гранулированного [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://brucite.plus/upload/iblock/c57/АгроМаг%20гранулированный.pdf>

РОСТРЕГУЛИРУЮЩИЕ ПРЕПАРАТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

В.А. Крылов

АО Фирма «Август»

E-mail: kryloff.vadim2015@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по применению рострегулирующих препаратов и химических фунгицидов на картофеле в условиях Московской области. Показано действие биостимуляторов растений Полидон Полифайт, Ж и Биотонус, П в агротехнологии возделывания картофеля сорта Сантэ.

Ключевые слова: картофель, фосфит калия, экстракт морских водорослей, фунгициды, урожайность.

Картофель является одной из основных сельскохозяйственных культур как в нашей стране, так и во всем мире. Примерная емкость отечественного рынка картофеля, по литературным данным оценивается в 35-36 млн. т клубней, причем 48% — это пищевое потребление; 24% — семенной материал; 18% — кормовые цели; менее 1% — глубокая промышленная переработка [1]. Производство картофеля имеет важное значение в жизни человека. Он используется как продовольственная культура, кормовая и техническая (получение крахмала, витаминов, получение биотоплива т.д.).

Одним из главенствующих факторов в получении высоких и качественных урожаев картофеля является разработка и внедрение агротехнологий [2-3]. Важным компонентом современных технологий в растениеводстве все чаще становятся применение рострегулирующих препаратов с полифункциональным действием [4-5]. Правильное внедрение рострегулирующих веществ в технологию возделывания картофеля позволяет увеличить количество и качество клубней картофеля, что соответственно влечет к увеличению рентабельности агропроизводства. В связи с этим, становится очень важным всестороннее изучение рострегулирующих препаратов для дальнейшего построения эффективных агротехнологий картофеля.

Цель работы — изучить эффективность рострегулирующих веществ в технологии возделывания картофеля в условиях Московской области.

Объекты и методы. Изучение эффективности рострегуляторов и химических препаратов проводилось в 2023-2024 гг. в условиях дерново-подзолистой супесчаной почвы ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» (д.п. Красково, г.о. Люберецы, Московская область).

Исследования проводили в полевом опыте по следующим схемам применения препаратов: 1. Контроль (без обработки); 2. 1х Метакил, СП 2,5 кг/га — 1х Инсайд 1,0 л/га — 1х Инсайд, СК + Раек, КЭ 1,0 л/га + 0,4 л/га — 1х Талант 2,5 л/га; 3. 4х Полидон Полифайт, Ж 1,0 л/га 4. 4х Биотонус, П 0,6 л/га 5. 1х Метакил, СП + Полидон Полифайт, Ж 2,5 кг/га+1,0 л/га — 1х Инсайд + Полидон Полифайт, Ж (1,0 л/га+1,0 л/га) — 1х Инсайд, СК + Раек, КЭ + Полидон Полифайт, Ж (1,0 л/га+0,4 л/га+1,0 л/га) — 1х Талант + Полидон Полифайт, Ж (2,5 л/га+1,0 л/га); 6. 1х Метакил, СП + Биотонус, П (2,5 кг/га+0,6 л/га) — 1х Инсайд+ Биотонус, П (1,0 л/га +0,6 л/га) — 1х Инсайд, СК + Раек, КЭ+ Биотонус, П (1,0 л/га+0,4 л/га+0,6 л/га) — 1х Талант + Биотонус, П (2,5 л/га+0,6 л/га);

Предшественником картофеля являлась викоовсяная смесь. Из удобрений использовали минеральные удобрения (азофоска с добавлением калимагнезии) в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$. Закладку опыта и учеты проводили в соответствии со стандартными методиками, изложенными в следующих изданиях [6-7] Статистическая обработка данных проводилась методом

дисперсионного анализа. Необходимые наблюдения и учеты осуществляли на каждой повторности по 50 постоянных учетных растений картофеля.

Площадь опытных делянок составляла 25 м² (100 клубней картофеля), повторность опыта – четырехкратная. Обработку опытных делянок проводили ранцевым опрыскивателем производства «Wintersteiger» оборудованного аккумулятором и имеющего длину штанги 2,5 м. Форсунки в опыте использовались инжекторные IDK 120-02 (желтые). Давление в системе опрыскивателя на момент обработки составляло 2,1 амт., расход рабочего раствора – 200 л/га.

Результаты исследования. Учёты валовой урожайности и выхода товарной фракции (масса клубней размером более 30 мм) в агрометеорологических условиях вегетационных периодов 2023-2024 гг. свидетельствуют о том, что применение рострегулирующих препаратов оказало неоднозначное действие на растения картофеля. (таблица)

Таблица - Влияние схем применения препаратов на урожайность картофеля

Схемы применения препаратов	Урожайность				Фракционный состав, %		
	всего		в т. ч. товарных клубней		30-60 мм	>60 мм	< 30 мм
	т/га	% к контр.	т/га	% к контр.			
Контроль	14,3	100,0	9,8	100,0	55,3	13,7	30,96
Фунгициды	17,3	120,9	13,5	137,7	63,3	14,7	22,0
Полидон Полифайт, Ж	14,7	102,8	10,1	102,9	56,7	12,2	31,1
Биотонус, П	14,5	101,4	11,9	121,4	57,6	24,1	18,4
Полидон Полифайт, Ж + фунгициды	17,8	124,5	14,3	145,7	70,1	10,1	19,8
Биотонус, П + фунгициды	17,4	121,7	13,9	141,8	58,7	20,9	20,4
НСР ₀₅	0,81	-	0,39	-	-	-	-

Применение Полидон Полифайт, Ж и Биотонус, П не обеспечили прибавку валовой урожайности картофеля за исключением товарной части. При использовании экстракта морских водорослей (Биотонус, П), прибавка составила 21,4% по сравнению с контролем. Проведение фунгицидных обработок позволило добиться повышения валовой урожайности на 3,0 т/га, а товарной части на 3,7 т/га. Комбинированная обработка картофеля способствовала увлечению урожайности до уровня 21,7-24,5% и формирования товарной части 41,8-45,7%. Эти результаты сопоставимы с данными, полученными на варианте с химическими фунгицидами.

Выводы. Применение регуляторов роста без средств химической защиты растений не обеспечило формирования достоверной прибавки валовой урожайности, однако, препарат Биотонус, П способствовал увеличению выхода товарных клубней на 21%. Использование фунгицидов позволило повысить валовую урожайность картофеля на 21% и товарную на 38% по сравнению с контролем. Совместное применение рострегулирующих

препаратов и фунгицидов обеспечило прибавку урожайности на уровне 22-25%, с одновременным увеличением выхода товарных клубней на 42-46%.

Список использованных источников

1. Шитикова А.В. Управление продукционным процессом картофеля при возделывании по ресурсосберегающей технологии в условиях Центрального района Нечерноземной зоны: дис. ...докт. с.-х. наук / Шитикова Александра Васильевна. – М., 2020. – 361 с.
2. Лебедева Т.Н., Никитишен В.И. Минеральное питание и удобрение картофеля на серой лесной почве // *Агрохимия*. – 2014. – №8. – С. 39-52.
3. Колычихина М.С., Белошапкина О.О. Оценка биологической эффективности индукторов устойчивости к вирусным болезням и их влияния на урожайность картофеля в полевых условиях. // *Картофель и овощи*. – 2021. №10. – С. 32-36.
4. Усанова З.И., Прядеин С.Е. Влияние гуминовых препаратов на продуктивность и качество урожая сортов картофеля с фиолетовой мякотью клубней // *Картофель и овощи*. – 2020. – №6. – С. 27-31.
5. Рябчинская Т.А., Зимина Т.В., Бобрешова И.Ю. Новый полифункциональный биологический препарат для повышения продуктивности и комплексной устойчивости картофеля к биотическим стрессам // *Агрохимия*. – 2020. – №5. – С. 17-25.
6. Жевора С.В., Федотова Л.С., Старовойтов В.И., Зейрук В.Н. и др. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. ФГБНУ ВНИИКХ. М., 2019. – 120 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ВЫНОС ИМ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

А.Е. Лебедева

Верхневолжский ФАНЦ, г. Суздаль

E-mail: shendamuxa@gmail.com

В ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» в отделе агрохимии и экологии исследования по влиянию различных систем удобрения (органическая, минеральная, органоминеральная) на урожайность и продуктивность культур в 8-польных и 7-польных севооборотах, агрохимические свойства серых лесных почв Ополя и экологическое состояние агроландшафтов проводятся с 1991 года [1].

Установлено, что определяющее влияние на урожайность полевых культур, повышение плодородия серых лесных почв оказывает применение полного минерального удобрения и навоза КРС. При этом как в повышении

урожайности культур, так и обеспечении экологической стабильности серых лесных почв решающая роль принадлежит органоминеральным системам удобрения. В то же время в недостаточной мере изучено влияние погодных условий на химический состав возделываемых полевых культур, вынос ими основных элементов питания и качество продукции. Особенно это важно исследовать в связи с изменением климата в сторону потепления.

Цель исследований – на серых лесных почвах Владимирского ополья оценить влияние различных систем удобрения на урожайность зерна яровой пшеницы, идущей после занятого пара, и содержание в нем основных элементов питания в погодных условиях жаркого вегетационного периода 2024 года.

Методика. В длительном стационарном опыте, заложенном на 3-х полях в 1991-1993 гг., в 7-польном зернотравяном севообороте 5-й ротации на 3-м поле было изучено влияние систем удобрения и погодных условий на урожайность зерна яровой пшеницы Ладья, его химический состав и вынос главных элементов питания основной продукцией в условиях жаркого лета 2024 года. Предшественником яровой пшеницы был занятой пар (горохоовсяная смесь). Удобрения под яровую пшеницу вносили согласно схеме опыта (таблица).

Таблица - Влияние удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы и вынос им N, P₂O₅ и K₂O в 2024 г.

Вариант	Урожай- ность, ц/га	Содержание в зерне (%)				Вынос зерном (кг/га)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	сырой клейко- вины	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.Контроль	24,0	1,87	1,00	0,59	16,9	44,9	24,0	14,2
2.Известь – (Ф)	25,4	1,85	1,03	0,59	18,5	47,0	26,2	15,0
3.Ф + P40K40	25,6	1,88	1,14	0,60	17,8	48,1	29,2	15,4
4.Ф + N40P40K40	33,3	2,13	1,06	0,62	25,3	70,9	35,3	20,6
5.Ф + N80P80K80	40,2	2,21	1,10	0,63	32,1	88,8	44,2	25,3
6.Ф + Навоз 40 т/га (Н40)	26,5	1,99	1,11	0,59	20,9	52,7	29,4	15,6
7.Ф + Н60	27,4	1,99	1,05	0,60	22,0	54,5	28,8	16,4
8.Ф + Н80	28,5	2,05	1,08	0,61	22,2	58,4	30,8	17,4
9.Ф + Н40 + P40K40	28,7	1,96	1,19	0,61	18,8	56,2	34,2	17,5
10.Ф + Н40 + N40P40K40	33,0	2,13	1,15	0,65	27,0	70,3	38,0	21,4
11.Ф + Н40 + N80P80K80	41,1	2,36	1,08	0,63	37,9	97,0	44,4	24,2
12.Ф + Н60 + P40K40	33,2	2,01	1,19	0,59	22,4	66,7	39,5	19,6
13.Ф + Н60 + N40P40K40	38,9	2,23	1,13	0,65	31,6	86,8	44,0	25,3
14.Ф + Н60 + N80P80K80	42,0	2,31	1,08	0,63	38,2	97,0	45,4	26,5
15.Н80 + P40K40	33,2	1,90	1,19	0,57	21,7	63,1	39,5	18,9

16.Ф + Н80 + N40P40K40	37,6	2,18	1,11	0,62	28,6	82,0	41,7	23,3
17.Ф + Н80 + N80P80K80	42,2	2,39	1,08	0,67	34,2	101	45,6	28,3
НСР ₀₅	3,0							
Точность опыта, %	3,18							

Почва опытных полей - серая лесная среднесуглинистая - имела следующую исходную агрохимическую характеристику пахотного слоя: содержание гумуса варьировало в пределах 2,9-4,0%, общего азота – 0,17-0,24%; $pH_{КС1}$ - 5,1-5,5; гидролитическая кислотность - 3,2-4,5, сумма поглощенных оснований - 19,4-22,4 мг-экв/100 г; содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) - 130-200, обменного калия (по Масловой) - 150-180 мг/кг почвы.

Навоз КРС и фосфорно-калийные удобрения вносились в занятом пару после уборки однолетних трав. Последующими дискованием и вспашкой удобрения были заделаны на глубину 20-22 см. Использовали простой суперфосфат и хлористый калий. Весной сразу после закрытия влаги вносили аммиачную селитру.

В фазе кущения яровой пшеницы для борьбы с сорняками проводили опрыскивание посевов ОП-2000 рекомендуемыми гербицидами: Грандстар супер с нормами 20 г/га + Дикамбо 150 мл/га + Аксиал 1 л/га.

Урожайность культур учитывали парцеллярным методом. С каждой деланки отбирали по 4 парцеллы площадью 1 м² каждая.

Во время уборки солома измельчалась и разбрасывалась по полю.

Химические анализы почвы и зерна выполняли по общепринятым методикам [2]. Математическую обработку результатов исследований проводили с использованием программ STAT VIUA и EXCEL.

Результаты и их обсуждение. В 2024 году при выпадении за вегетационный период 320,6 мм осадков и сумме активных температур 2332 °С ГТК составил 1,37. Но в 1-й и 2-й декадах мая температура воздуха была ниже среднегодовой за этот период, в 3-й декаде резко возросла на 3,3 °С. В июне и июле она была на 3,8 и 3,3 °С, в августе – на 2,2 °С более высокой, чем по среднегодовым данным.

Изучение взаимосвязи урожайности зерна яровой пшеницы (У, ц/га) с действием удобрений (табл.) показало, что она возрастала от 1 т навоза КРС на 0,059 ц/га, 1 кг азота аммиачной селитры – на 0,112 ц/га и 1 кг РК удобрений – на 0,034 ц/га ($n = 16$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,940$):

$$U = 24,8 + 0,059 X_1 + 0,112 X_2 + 0,068 X_3, \quad (1)$$

где X_1 – доза внесения навоза КРС, т/га;

X_2 – доза внесения азота аммиачной селитры, кг/га;

X_3 – доза внесения РК удобрений в расчете на P_2O_5 , кг/га.

При этом определяющее влияние на урожайность зерна пшеницы оказали запасы $N-NO_3$ в слое почвы 0-40 см, формируемые до фазы всходов ($46 < X < 171$, кг/га):

$$Y = 18,3 + 0,154 X. \quad (2)$$

Коэффициент детерминации для изученной взаимосвязи составил 0,889.

Установлено, что содержание азота и сырой клейковины в зерне яровой пшеницы возрастало с повышением уровня применения удобрений, преимущественно азотных минеральных. Коэффициент детерминации линейной взаимосвязи между содержаниями сырой клейковины и азота в зерне составлял 0,923, а между содержанием клейковины и запасами $N-NO_3$ в слое почвы 0-40 см в фазу всходов – 0,881.

По ГОСТ 9353-216 к ценному (3-й класс) относится зерно с содержанием клейковины от 23 до 28%, массовой доли белка от 12 до 13,5%, ко 2-му и 1-му классам – соответственно выше 28 и 32% и 13,5 и 14,5%.

Следовательно, на серых лесных почвах Ополья без применения минеральных азотных удобрений в составе полного и при использовании лишь навоза КРС, сочетания его с РК удобрениями в текущем году не удалось получить зерно 3-го класса. Сочетание азотных минеральных удобрений с навозом КРС позволяло получить более качественное зерно по сравнению с полным минеральным удобрением.

В среднем по 4-м вариантам внесения навоза КРС (0, 40, 60 и 80 т/га) при применении РК удобрений по сравнению с вариантами без минеральных удобрений содержание P_2O_5 в зерне повышалось с 1,06 до 1,18%, при внесении одинарной и двойной доз NPK – с 1,06 до 1,11 и 1,08%.

В среднем по 4-м вариантам применения минеральных удобрений (0, РК, NPK и 2 NPK) дозы навоза повышали содержание P_2O_5 в зерне с 1,08 до 1,11-1,13%.

Содержание K_2O в зерне пшеницы на 0,04-0,05% повышалось от применения одинарной и двойной доз NPK. Навоз КРС слабо влиял на величину этого параметра.

Без азотных минеральных удобрений и в варианте внесения одинарной дозы NPK под яровую пшеницу баланс азота был отрицательным. Такой же баланс наблюдали для фосфора и калия в вариантах контроля и фона известкования.

Однако в целом за 7-польный севооборот - занятый пар – яровая пшеница – овес с подсевом трав – травы 1-го года пользования – травы 2-го года пользования – яровая пшеница – ячмень - в работе [3] установлен ежегодный отрицательный баланс азота (-20,3...-22,7 кг/га) в вариантах 1-3, - 4,6 кг/га – при применении одинарной дозы NPK. В остальных вариантах он был положительным или близким к нулевому балансу.

В среднем по 3-м полям за 4-ю ротацию севооборота ежегодный отрицательный баланс P_2O_5 (-14,9...-43,7 кг/га) установлен в вариантах без удобрений, внесения РК и одинарной дозы NPK. Не обеспечивался

положительный баланс P_2O_5 и при использовании 40 и 60 т/га навоза КРС за ротацию.

За 2014-2022 гг. небольшой положительный баланс K_2O (12,5 кг/га) установлен в варианте сочетания 80 т/га навоза КРС за ротацию в сочетании с двойной дозой НРК. При сочетании оптимальной одинарной дозы НРК с дозами навоза 40, 60 и 80 т/га ежегодный баланс K_2O составлял соответственно -30,6, -17,8 и -8,5 кг/га, что, однако, не снижало плодородие серых лесных почв. Наличие однолетних и двух полей многолетних трав резко увеличивало вынос этого элемента питания.

Список использованных источников

1. Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Серые лесные почвы Владимирского ополья и эффективность использования их ресурсного потенциала. – Иваново: ПресСто, 2021. – 188 с.
2. Практикум по агрохимии [Под ред. Б.А. Ягодина]. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
3. Окорков В.В., Окоркова Л.А., Коновалова Л.К. Серые лесные почвы Владимирского ополья, их формирование и оценка ресурсного потенциала: удобрение и питание полевых культур. МИНОБРНАУКИ РФ, ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ». Суздаль-Воронеж, 2023. – 241 с.

УДК 631.16:631.51

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕНА ЭСПАРЦЕТА ВТОРОГО ГОДА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА

И.В. Логвинов

*ФГБНУ Белгородский федеральный аграрный научный центр РАН,
E-mail: bujhm28-kjudbyjd.83logvinov@yandex.ru*

Среди многолетних бобовых трав в ЦЧР, с учетом природно-климатических условий, большое значение приобретает эспарцет, как более засухоустойчивая культура [1].

Эспарцет является хорошим предшественником для других культур в севооборотах, накапливая в почве 6–10 т/га сухой массы корней и 90–150 кг/га биологического азота. При использовании эспарцета в качестве сидеральной культуры количество органических веществ, поступающих в почву, составляет 8–12 т/га [2,3,4].

Эспарцет имеет высокую энергетическую питательность. По данным В.А. Волошина, в первом укосе в эспарцете содержалось 9,1–10,1 МДж обменной энергии, во втором – 10,2–11,2 МДж в 1 кг СВ [5]. Считается, что эспарцет в меньшей степени, чем другие травы, реагирует на внесение минеральных удобрений. Тем не менее результаты многочисленных исследований, в том числе и в Центрально-Чернозёмной зоне,

свидетельствуют о существенном влиянии удобрений как на урожайность, так и на качество получаемого сена.

Задача наших исследований заключалась в определении колебаний химического состава сена эспарцета песчаного под действием органических и минеральных удобрений.

Исследования проводили в ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» на чернозёме типичном среднесиловом малогумусном на лессовидном суглинке. Агрохимические показатели пахотного горизонта которого находятся в следующих пределах: гумус (по Тюрину) – 5,1-5,4 %; подвижного фосфора и калия (по Чирикову), соответственно, 67-78 и 88-112 мг/кг почвы, рН_{сол.}-5,8-6,3, степень насыщенности основаниями около 90 %. Опыт заложен по методу расщеплённых делянок.

Посевная площадь делянки – 120 м² (4 х 30 м), учётная – 100 м².

В посевах использовался рекомендованный в области сорт Песчаный 1251.

Эспарцет выращивали в плодосменном севообороте со следующим чередованием культур: эспарцет первого года пользования; эспарцет второго года пользования; озимая пшеница; сахарная свёкла; ячмень с подсевом эспарцета.

В качестве основной обработки почвы применяли вспашку на 22 см.

Схема опыта включала различные дозы внесения минеральных и органических удобрений: 1 - контроль (без удобрений); 2 - N50P130K130; 3 - N100P260K260; 4 - навоз 40 т/га; 5 - навоз 40 т/га + N50P130K130; 6 - навоз 40 т/га + N100P260K260; 7 - навоз 80 т/га; 8 - навоз 80 т/га + N50P130K130; 9 - навоз 80 т/га + N100P260K260 кг д.в. В качестве органических удобрений использовали подстилочный навоз крупного рогатого скота, который вносили один раз за ротацию севооборотов под сахарную свеклу. Из минеральных удобрений применяли диаммофоску (N10P26K26), которую вносили под основную обработку почвы.

В растительных образцах, отобранных при скашивании, определяли следующие показатели: азот по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93), фосфор – фотометрическим методом (ГОСТ 26657-97), калий, кальций – пламенно-фотометрическим методом (ГОСТ 30504-97), нитраты – ионометрическим методом (ГОСТ 13496.19-93), сырой протеин – расчётным методом.

Результаты наших исследований показали, что последствие минеральных и органических удобрений оказало заметное влияние на изменение содержания зольных элементов и азота в сене эспарцета. Одинарные и двойные дозы минеральных удобрений увеличивали содержание фосфора, калия и кальция на 0,05 - 0,06, 0,26 – 0,62 и 0,19 – 0,32 %, а азота на 0,11 – 0,15 % соответственно, относительно контрольных вариантов (таблица). Но данные различия были математически недоказуемыми ($F_{\text{факт}} < F_{\text{табл}}$). Органические удобрения (навоз) также способствовали увеличению содержания этих элементов. При этом

совместное внесение двойных доз минеральных и органических удобрений не приводило к дальнейшему увеличению содержания данных веществ.

Таблица - Влияние удобрений на химический состав эспарцета (сено), в среднем за 2011-2015 гг.

Варианты		В % на сухое вещество					
Навоз, т/га	НРК, кг/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	протеин	N-NO ₃ , мг/кг
0	0	2,21	0,28	1,70	0,95	13,81	513
	N ₂₀ P ₅₂ K ₅₂	2,32	0,34	1,96	1,14	14,5	682
	N ₄₀ P ₁₀₄ K ₁₀₄	2,36	0,33	2,32	1,27	14,75	796
40	0	2,27	0,31	1,83	1,21	14,19	600
	N ₂₀ P ₅₂ K ₅₂	2,29	0,33	1,94	1,22	14,31	796
	N ₄₀ P ₁₀₄ K ₁₀₄	2,30	0,36	2,31	1,24	14,38	826
80	0	2,26	0,28	1,89	0,97	14,13	579
	N ₂₀ P ₅₂ K ₅₂	2,27	0,36	2,14	1,20	14,19	874
	N ₄₀ P ₁₀₄ K ₁₀₄	2,29	0,32	2,32	1,25	14,31	884

Применение удобрений также отразилось на изменении содержания сырого протеина в сене эспарцета. На удобренных делянках его содержание составляло 13,81 %. Внесение одинарных и двойных доз минеральных удобрений увеличивало этот показатель до 14,5 – 14,75 %. Последствие органических удобрений незначительно увеличивало содержание сырого протеина в сене. Использование высоких доз азотсодержащих удобрений при возделывании кормовых культур представляет опасность из-за накопления в них нитратов, высокая концентрация которых представляет опасность для здоровья животных. В наших исследованиях содержание нитратов в сене эспарцета на вариантах без удобрений в среднем за 2011-2015 гг составило 513 мг/кг. В образцах, отобранных с вариантов с одинарными дозами удобрений содержание нитратов увеличивалось до 682 мг/кг, а с двойными дозами до 796 мг/кг. При внесении органических удобрений также отмечается рост этих азотистых соединений относительно абсолютного контроля. Но наибольшие величины (874-884 мг/кг) содержания нитратов в сене наблюдаются при совместном внесении минеральных и органических удобрений.

Таким образом, рациональное применение органических и минеральных удобрений под эспарцет позволяет повысить питательную ценность и качество корма.

Список использованных источников

1. Иванов И.С., Шатский И.М., Острикова М.Г., Чекмарёва А.В. Особенности возделывания эспарцета на семена на воронежской опытной

станции по многолетним травам. [Электронный ресурс] // Адаптивное кормопроизводство. – 2018. – № 1. – С. 58–71. – URL: <http://www.adaptagro.ru>.

2. Тютюнов С.И., Соловиченко В.Д., Самыкин В.Н., Логвинов И.В. Плодосменный севооборот – основной фактор сохранения и повышения плодородия почвы в условиях биологизации земледелия Белгородской области // Плодородие. – 2014 - № 1 – С. 28-30

3. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. экология азотфиксации. – М.: РАН, 2019 – 252 с.

4. Дедов А.В., Несмеянова М.А., Хрюкин Н.Н. Приемы биологизации и воспроизводство плодородия черноземов // земледелие. – 2012 – № 6 – С. 4–5.

5. Волошин В.А., Майсак Г.П., Терентьева Л.С. Эспарцет песчаный и его агроэкологическая роль в земледелии // Кормопроизводство. – 2021 – № 5 – С. 21–25.

УДК 658.012.7

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н.В. Макарова, Т.А. Сидорова

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

Повышение эффективности агропромышленного производства предусматривает ряд мероприятий, включающих в себя следующие блоки: технический, технологический, организационный и экономический [1, 6].

В рамках технического блока осуществляется оптимизация технических характеристик как нового аппаратного обеспечения, так и оборудования, которое подвергается модернизации. Технологический блок ориентирован на создание и внедрение инновационных технологий и процессов, которые способствуют сокращению потребления ресурсов и энергии. [5, 7]. Организационный блок нацелен на разработку и применение альтернативных методов организации производственных процессов с целью рационального использования ресурсов. Экономический блок направлен на проведение исследований и анализа в сфере распределения ресурсов. В его задачу входит проведение оценки существующих и альтернативных технологических процессов, технологий, методов производства и технических средств для их реализации.

Важным аспектом технологического процесса является применение минеральных удобрений, которые позволяют компенсировать потери питательных веществ, повышают плодородие почвы, способствуют росту и развитию растений.

Технологический процесс охватывает этапы подготовки и транспортировки минеральных удобрений, а также их внесение в почву. Основной мотивацией для применения удобрений является достижение

максимальной эффективности производства сельскохозяйственной продукции.

Сущность управления технологическими процессами в сельском хозяйстве состоит в осуществлении адаптации технологий к динамически меняющимся внешним и внутренним факторам с целью повышения экономической эффективности в отраслях растениеводства. Это достигается за счет использования минеральных удобрений, увеличивающих эффективность производства, что в стратегической перспективе позволяет обеспечить устойчивость и конкурентоспособность аграрных предприятий.

Эффективным инструментом повышения качества управления является контроллинг. Цель контроллинга – информационное обеспечение деятельности предприятия. Контроллинг технологических процессов внесения минеральных удобрений – это система управления, которая осуществляет мониторинг и контроль за различными аспектами процесса внесения минеральных удобрений в почву.

Основная цель контроллинга технологических процессов внесения минеральных удобрений заключается в обеспечении эффективного использования удобрений, минимизации потерь и учете потребностей растений. Управление технологическим процессом внесения минеральных удобрений через контроллинг позволяет сельскохозяйственным предприятиям оптимизировать расходы на удобрения и повысить урожайность, обеспечивая при этом более устойчивую и экологически устойчивую практику сельского хозяйства.

Организация контроллинга технологических процессов внесения минеральных удобрений может быть реализована через создание и функционирование агрохимической службы. Задачей агрохимической службы является обеспечение контроля и анализа технологических процессов внесения минеральных удобрений. Она осуществляет мониторинг параметров, связанных с внесением удобрений, анализирует данные о содержании питательных веществ в почве, проводит расчеты доз удобрений, а также осуществляет оценку эффективности и результативности внесения минеральных удобрений.

Организационная структура агрохимической службы может включать специалистов по агрохимии, агрономов, лаборантов и других профессионалов, занимающихся контролем качества и эффективности внесения удобрений. Кроме того, агрохимическая служба может взаимодействовать с другими внешними организациями, такими как аналитические лаборатории для получения более точных данных и экспертной поддержки.

Применительно для сельскохозяйственных организаций предлагается создать агрохимическую службу для контроллинга технологического процесса применения минеральных удобрений. К функциям агрохимического отдела будут относиться [2, 3, 4]:

- плановая функция (стратегия развития, бюджетирование);

- учетная функция;
- базовая аналитическая функция (анализ эффективности профильных направлений деятельности);
- контрольная функция (внутренний контроль и управление рисками);
- регулирующая функция (управление эффективностью и затратами);
- исследовательская функция (закладка агрохимических опытов, анализ опытов, разработка стратегии по внедрению инноваций);
- маркетинговая функция (участие в процессе создания, продвижения и представления продукта компании на рынке)

Перед закладкой опыта с минеральными удобрениями агрохимический отдел устанавливает основные показатели экономической эффективности, на основе которых будет осуществляться оценка эффективности новых технологий. Полевые опыты с одной стороны позволяют сократить время на внедрение новых технологий и их компонентов, с другой, позволяют выходить на этап внедрения именно с теми технологиями, от которых ожидается максимальная результативность.

Полевые испытания могут иметь три последовательные стадии (таблица 1). Испытания на всех этапах сопровождают сотрудники агроотдела.

Для примера рассмотрим опыт определения эффективности микрогранулированного удобрения «Изистарт» для припосевного внесения на посевах сахарной свеклы в условиях Пензенской области (таблица 2). Для закладки опыта были определены участки с ровным рельефом, одним типом почвы и близкими агрохимическими показателями.

Таблица 1 – Этапы контроллинга технологического процесса внесения удобрений

Этап	Описание	Цели закладки
Первичный скрининг	На данном этапе скрининг проводится с минимальным вовлечением ресурсов и максимальной вариативностью. Опыты на данном этапе микро полевые с максимальным количеством вариантов для возможности выбора подходящий для обеспечения испытаний на следующем этапе. Опыт может закладываться в отрыве от производственных процессов в специализированных опытных подразделениях.	Первичная оценка потенциала и возможности внедрения того или иного решения (техники, агрохимиката, культуры и др.)

Оценка эффективности и технологии	На этом этапе испытываются лучшие варианты из первого этапа в реальных производственных условиях в производственных подразделениях.	Оценка возможности внедрения и эффекта в реальных производственных условиях
Внедрение технологии в хозяйстве	Лучшие варианты внедряются в виде пилотных проектов в подразделениях хозяйства	Внедрение и оценка результативности

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на качественные характеристики урожая сахарной свеклы

Наименование статьи	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2	Вариант 3
Основное удобрение	Фон (основное внесение ДАФК - 350 кг/га)		
Припосевное удобрение			Изистарт 20 кг/га
До всходов	Наа 34.4 – 200 кг/га (N 68.8)	Карбамид УТЕС – 100 кг/га (N 46)	Карбамид УТЕС – 100 кг/га (N 46)
Подкормка			ВРУ 15:15:30 (2 кг/га)
Урожайность т/га	43,23	45,75	48,67
Сахаристость, %	17,2	18,1	19,4

Из всех изучаемых в опыте систем удобрений, максимальная урожайность сахарной свеклы получена на варианте №3 (основное внесение ДАФК-350 кг/га) + 20 кг Изистарт при посеве +100 кг /га Карбамид УТЕС (N 46) + подкормка ВРУ 15:15:30 (2 кг/га). Урожайность в этом варианте, превышает на 2,2 т/га контрольный вариант и на 1,3 т/га основное внесение ДАФК-350 кг/га +100 кг /га Карбамид УТЕС (N 46) до всходов. В таблице показана экономическая эффективность внесения минеральных удобрений. Видно, что применение предложенных систем удобрений способствует увеличению денежной выручки по сравнению с контрольным вариантом на 8416,8 руб.–18169,6руб. Прибыль увеличилась на 8416,8-18169,6 руб. относительно контроля. Наиболее прибыльным оказался 3-ий вариант, разница с контролем составила 18169,6 руб., со 2-ым вариантом 9752,8 руб.

Таким образом, с агротехнической и экономической точек зрения следует признать, что по всем рассмотренным основным показателям экономической эффективности при применении различных систем удобрения контрольный вариант, уступает предложенным вариантам с внесением фона (основное внесение ДАФК-350 кг/га) +100 кг /га Карбамид.

Предложенные системы удобрений увеличивают показатель рентабельности на 8,59-9,66 %.

Наибольший уровень рентабельности обеспечил вар. №3, который превысил вар. №2 опыта на 1,07%, контрольный вариант на 9,66% соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка экономической эффективности применения минеральных удобрений

Наименование	Ед.изм.	Вариант1 (контроль)	Вариант2	Вариант3
Основное внесение	кг/га	ДАФК (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆) -350 кг/га	ДАФК (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆) -350 кг/га	ДАФК (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆) -350 кг/га
Припосеве	кг/га	–	–	Изистарт 20кг/га
Подкормка до всходов	кг/га	Наа 34.4–200 кг/га (N68.8)	Карбамид УТЕС 46кг по азоту (100 кг/га)	Карбамид УТЕС 46кг по азоту (100 кг/га)
Подкормки начало образования корнеплода	кг/га	–	–	ВРУ15:15:30(2 кг/га)
Всего затрат на 1 га:	руб/га	93606,48	93839,76	99173,52
Заработная плата и налоги	руб/га	13000,90	13033,30	13774,10
Семена	руб/га	12055,00	12055,00	12055,00
СЗР	руб/га	19775,50	19775,50	19775,50
Арендная плата	руб/га	8000,00	8000,00	8000,00
% банка	руб/га	2000,00	2000,00	2000,00
Прочие	руб/га	15601,08	15639,96	16528,92
Удобрения – всего	руб/га	10013,00	10175,00	13879,00
Основное внесение	руб/га	8225,00	8225,00	8225,00
Припосеве	руб/га	0,00	0,00	3526,00
I подкормка	руб/га	1788,00	1950,00	1950,00
II подкормка	руб/га	0,00	0,00	178,00
ГСМ	руб/га	9621,00	9621,00	9621,00
Амортизация	руб/га	3540,00	3540,00	3540,00
Урожайность	т/га	43,23	45,75	48,67
Прибавка	т/га	-	2,52	5,44
Себестоимость	руб/т	2165,31	2051,14	2037,67
Цена реализации	руб/т	3340,00	3340,00	3340,00
Выручка	руб/т	144388,20	152805,00	162557,80
Прибыль	руб/т	50781,72	58965,24	63384,28
Рентабельность	%	54,25	62,84	63,91

Таким образом, для повышения конкурентоспособности необходимо, чтобы управленческие действия имели научные данные: рекомендации профильных НИИ и Агрохимцентров. В настоящее время крупные сельскохозяйственные организации все чаще обращаются к созданию собственной агрохимической службы, цели которого – оценка

эффективности различных технологий в условиях конкретной организации. Такой агрохимический сервис может стать важным инструментом внедрения инноваций, реализации концепции технологического контроллинга в управлении средних и малых сельскохозяйственной организации.

Список использованных источников

1. Федорова Н.В. Фактор времени и его влияние на эффективность использования производственного потенциала зернового хозяйства // Вестник РУК. 2018. №1 (31).
2. Дибиров А.А., Морева А.В. Теоретические основы развития агрохолдингов и их влияние на сельские территории // Экономика нового мира. 2019. №4 (16).
3. Носонов А.М. Агрохолдинги как форма организационно-управленческих инноваций в агропромышленном комплексе // Вестник Рязанского государственного университета им. С. А. Есенина. 2019. №4 (65).
4. Активизация усилий: трансформация финансовой функции для повышения эффективности бизнеса. Отчет PWC о результатах сравнительного анализа финансовой функции за 2017 г. – С.3
5. Аналитическая фабрика: Как настроить финансовую аналитику под задачи бизнеса / Владимир Волнин. — М.: Альпина Паблишер, 2021 – С.17-18
6. Андреева А.А. Виды и элементы стратегии развития предприятия / А.А. Ревякин, Е. Л. Эффективность энергосберегающих технологий в растениеводстве / Е. Л. Ревякин // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 9(195). – С.18–22.
7. Качанова Л.С. Экономический механизм управления технологическими процессами производства и применения органических удобрений в аграрном секторе, дисс. д.э.н., 08.00.05, 2018

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И ГРУППОВОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА

В.С. Михальцов

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

E-mail: vmikhaltsov@gmail.com

Аннотация. В условиях длительного полевого опыта СШ-5М в Центральном районе нечерноземной зоны России проводились исследования группового состава органического вещества почвы при разной интенсивности агрогенного воздействия. Исследование выявило снижение содержания органического вещества во всех вариантах, а также снижение содержания гуминовых кислот в вариантах без внесения удобрений.

Ключевые слова: длительные полевые опыты, СШ-5М, органическое вещество почвы, гумус, фракционный состав органического вещества, гуминовые кислоты, фульвокислоты.

Введение. Содержание органического вещества является интегральным показателем плодородия почвы. Органическое вещество играет важнейшую роль во множестве процессов питания и защиты растений:

Обеспечение водно-физических свойств почвы; запасание азота; акцепторная роль; защитная функция по отношению к элементам питания.

Однако диагностика качественных и количественных изменений плодородия не может ограничиваться только определением содержания общего органического вещества. Одной из важнейших характеристик гумусового состояния почв является его групповой состав [1]. Активные компоненты гумуса играют важнейшую роль в питании растений и быстрее реагируют на различные приемы и методы при сельскохозяйственном использовании почв. К ним относятся лабильные фракции гумуса (извлекаемые нейтральным раствором пирофосфата натрия) и фракции, экстрагируемые горячей водой [2, 3]. Помимо этих показателей важными диагностическими признаком является отношение C:N в органическом веществе почвы [4].

Динамика изменений этих показателей позволяет значительно раньше диагностировать состояние плодородия почв, чем изменение только содержания общего органического вещества [5].

Материал и методы исследований. Исследование проводилось в условиях длительного полевого опыта – СШ-5М (ранее СШ-5) на базе Отдела Агротехнологий (ранее – Центральной Опытной станции) ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. Домодедовский район Московской области. СШ-5М (стационар Шебанцевский пятый модернизированный) заложен в 1964-1966 гг. в трех полях на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве. Исходная агрохимическая характеристика почвы: pH_{KCl} - 4,3; N_T 5,4 - мг-экв/100 г; S - 8,3 мг-экв/100 г; P_2O_5 (по Кирсанову) - 67 мг/кг; K_2O (по Масловой) - 147 мг/кг; гумус - 1,57 % [6,7]. Схема опыта представляла выборку из 19 вариантов, объединенных в два блока: органоминеральные системы удобрения и минеральные системы удобрения. В течение 4-х ротаций севооборота (28 лет) изучали прямое действие систем удобрения и 19 лет их последствие. После проведения исследований состояния плодородия почвы в отсутствие удобрений на травостое многолетних злаковых трав, в 2011 году опыт СШ-5 был преобразован в опыт СШ-5М.

Схема опыта включает 5 вариантов в 4 повторениях

1. Пар чистый, бессменный

2. Севооборот зернотравяной, 5-ти польный: тритикале; травы многолетние (мульти-травосмеси, прямой посев после уборки тритикале) – 2 года; озимая пшеница; ячмень. На 2-х системах удобрения:

- без удобрений
- оптимальная для каждой культуры система удобрений с использованием минеральных удобрений и средств химической защиты растений.

3. Кукуруза бессменно на двух системах удобрения:

- без удобрений.
- оптимальная система удобрения с использованием средств химической защиты растений.

Исследование охватывает период с 2016 по 2022 год. Почвенные образцы отбирались по делянкам опыта в соответствующие годы. Содержание общего органического вещества почвы определялось по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213), групповой состав – по Кононовой и Бельчиковой с фотометрическим окончанием.

Результаты и обсуждение. Исходя из динамики изменения содержания органического вещества с 2011 по 2022 год в варианте с бессменным паром СШ-5М на делянке без внесения удобрений в опыте СШ-5 (рисунок) можно судить о том, что концентрация органического вещества в почве не вышла на стабильно-предельный уровень. Можно прогнозировать дальнейшее снижение содержания органического вещества ниже одного процента в течение следующих 5ти лет.

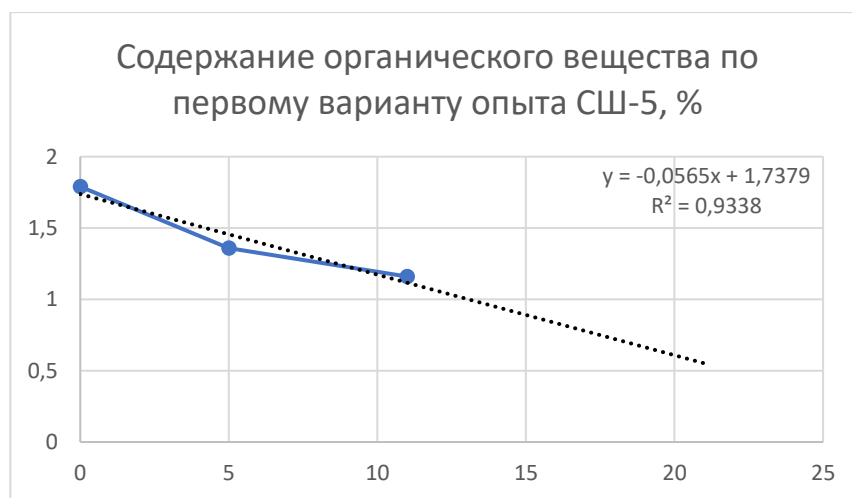


Рисунок - Динамика изменения органического вещества почвы под бессменным паром за 11 лет

За 8 лет наблюдается снижение содержания органического вещества по всем вариантам опыта (от 0,15 до 0,42, в среднем 0,27%) (таблица): наибольшие потери органического вещества соответствуют варианту бессменного пара (на 0,42%) и бессменной кукурузы без удобрений (на 0,29%). Интенсивный и экстенсивный варианты севооборота не отличаются друг от друга, из чего можно сделать вывод, что внесение минеральных удобрений не останавливает процесс деградации запасов гумуса на фоне отсутствия органических удобрений в системе.

Самое сильное снижение содержания ГК наблюдается в вариантах с экстенсивной системой земледелия. Оно сопровождается ростом содержания ФК, что свидетельствует о переходе одной группы в другую. В вариантах с внесением удобрений не происходит снижение содержания ГК, что может свидетельствовать о том, что внесение удобрений может замедлять переход гуминовых кислот в фульвокислоты. В варианте с бессменным паром снижение содержания органического вещества преимущественно обусловлено потерями ФК и других органических веществ, т.к. содержания ГК меняется уже слабо. В варианте с бессменным паром наблюдается снижение содержания органических веществ, не относящихся к группам ГК и ФК, что отражается в виде роста относительного содержания этих групп по отношению к общему органическому веществу почвы.

Таблица - Групповой состав органического вещества почвы в опыте СШ-5М

Вариант	2016 С орг. в-ва., %	2022 С орг. в-ва., %	Изменение , %	2016 С ГК, %*	2022 С ГК, %*	Изменение , %*	2016 С ФК, %*	2022 С ФК, %*	Изменение , %*	2016 ГК/Ф К	2022 ГК/Ф К
Пар	1,47	1,05	-28,7	<u>0,098</u> 6,7	<u>0,094</u> 9,0	<u>-4,4</u> 34,3	<u>0,383</u> 26,1	<u>0,329</u> 31,3	<u>-14,2</u> 20,3	0,26	0,29
Севооборот Фон Б/У	1,8	1,59	-11,8	<u>0,173</u> 9,6	<u>0,139</u> 8,7	<u>-19,5</u> -9,0	<u>0,429</u> 23,8	<u>0,472</u> 29,7	<u>10,2</u> 24,6	0,41	0,30
Севооборот Фон НРК	1,90	1,68	-11,3	<u>0,146</u> 7,7	<u>0,151</u> 9,0	<u>3,5</u> 17,0	<u>0,442</u> 23,3	<u>0,465</u> 27,7	<u>5,3</u> 19,0	0,33	0,33
Кукуруза Фон Б/У	1,61	1,32	-17,4	<u>0,123</u> 7,6	<u>0,095</u> 7,2	<u>-23,1</u> -5,8	<u>0,354</u> 22,0	<u>0,346</u> 26,2	<u>-2,3</u> 19,2	0,35	0,27
Кукуруза Фон НРК	1,55	1,425	-8,1	<u>0,105</u> 6,8	<u>0,105</u> 7,4	<u>0,6</u> 8,8	<u>0,367</u> 23,7	<u>0,395</u> 27,7	<u>7,5</u> 17,1	0,29	0,27

*В числителе – значение, в знаменателе - относительное значение в процентах от органического вещества

Список использованных источников

1. Шевцова, Л. К. Гумусное состояние почв при длительном применении различных систем удобрения / Л. К. Шевцова, М. В. Беличенко // Плодородие почв России: состояние и возможности: Сборник статей (к 100-летию со дня рождения Тамары Никандровны Кулаковской) / Под редакцией В.Г. Сычева. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2019. – С. 79-86.

2. Шевцова Л.К., Володарская И.В., Аканова Н.И. Гумусное состояние пахотных дерново-подзолистых почв при окультуривании и в условиях хозяйственного истощения. -Химия в сельском хозяйстве. -1996. - № 5. С. 33-35.

3. Шевцова Л.К., Володарская И.В. Трансформация гумуса дерново-подзолистых почв в опытах с длительным применением удобрений//Почвоведение. -1998. -№7. -С. 825-831.

4. Взаимодействие циклов углерода и азота в основных типах почв при длительном применении различных систем удобрения / В. Г. Сычев, Л. К. Шевцова, М. В. Беличенко [и др.] // Проблемы агрохимии и экологии. – 2018. – № 4. – С. 68-77.

5. Последствие длительного применения удобрений на содержание и качественный состав органического вещества дерново-подзолистой почвы / К. П. Хайдуков, Л. К. Шевцова, А. А. Коваленко, Т. М. Забугина // Динамика показателей плодородия почв и комплекс мер по их регулированию при длительном применении систем удобрения в разных почвенно-климатических зонах : Материалы Международной научной конференции, Москва, 16–17 апреля 2018 года / Под ред. В.Г. Сычева. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2018. – С. 237-241.

6. Хайдуков К.П., Милютина А.А. Влияние длительного применения удобрений на содержание подвижных органических веществ в дерново-подзолистой почве//Владимирский земледелец. -2013. -№3 (65). -С. 18-22.

7. Хайдуков К.П., Шевцова Л.К., Коваленко А.А., Милютина А.А. Влияние длительного применения и последствия различных систем удобрения на кислотность, содержание и качественный состав органического вещества почвы//Плодородие. -2014. -№1 (76). -С. 30-33.

УДК 631:631.9:631.95

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕЙТРАЛИЗОВАННОГО ФОСФОГИПСА В ТЕХНОЛОГИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

М.Н. Можаренко¹, Л.Н. Холомьева²

¹АО «Апатит», Москва, Россия

²ФГБНУ «ВНИИ Агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

Целью исследований была агроэкологическая оценка эффективности применения Фосфогипса (ФГ) производства Балаковского филиала АО «Апатит» как комплексного минерального удобрения и химического мелиоранта на посевах сои при орошении в условиях Саратовской области.

Почвы экспериментального полигона темно каштановые тяжелосуглинистые крупнопылевато-иловатые по гранулометрическому составу, содержание гумуса 2,8%, рН вод. 6,73, сумма поглощённых оснований 22,0–32,89 мг-экв/100 г почвы. В составе поглощённых оснований

преобладает обменный кальций, на долю катионов приходится 77,4–85,8% от суммы оснований, на долю магния - 12,1-20,0%. Вниз по профилю количество его увеличивается. Содержание натрия 1,0–1,7%.

Содержание нитратного азота 3,6 мг/кг, доступного P_2O_5 – 29,7 мг, обменного K_2O – 320 мг/кг почвы (по Мачигину). Почва среднеобеспеченна фосфором, малообеспечена азотом. Схема опыта включала в себя 6 вариантов:

1. Контроль (без внесения Фосфогипса и Аммофоса).
2. 100 кг/га Аммофос.
3. 2,0 т/га ФГ +100 кг/га Аммофос.
4. 4,0 т/га ФГ +100 кг/га Аммофос.
5. 6,0 т/га ФГ +100 кг/га Аммофос.
6. 8,0 т/га ФГ +100 кг/га Аммофос.

ФГ вносили весной под культивацию, повторность опыта 4-кратная, Технология возделывания сои на орошении общепринятая для Саратовской области. Высевали сорт сои Натали. Норма высева 800 тыс. всхожих семян/га.

В проведенных опытах плотность почвы изменялась при внесении ФГ пропорционально дозе внесения (таблица 1). Плотность почвы в слое 0-30 см перед уборкой колебалась от 1,42 г/см³ на контроле до 1,01 г/см³ в варианте при внесении Аммофоса и 8 т/га ФГ. Внесение ФГ уменьшало процессы уплотнения почвы к уборке тем эффективнее, чем выше была доза внесения.

Таблица 1 – Плотность почвы в посевах сои, г/см³

Вариант опыта	Перед посевом	Перед уборкой
	0-0,3 м	0-0,3 м
Контроль	1,23	1,42
Аммофос	1,22	1,40
Аммофос + 2 т/га ФГ	1,23	1,31
Аммофос + 4 т/га ФГ	1,21	1,19
Аммофос + 6 т/га ФГ	1,23	1,10
Аммофос + 8 т/га ФГ	1,23	1,01

В контрольном варианте к уборке значение рН составило 5,65 ед. С увеличением дозы ФГ происходило увеличение рН, при внесении 2 т/га до 5,74, при внесении 8 т/га ФГ до 5,9 ед. Гидролитическая кислотность увеличивалась к уборке под действием ФГ. Если перед посевом она составляла 1,23 мэкв/100 г, к уборке в контрольном варианте показатель составил 2,01 ммоль/100 г почвы. При внесении Аммофоса гидролитическая кислотность составила 2,01, а в зависимости от дозы внесения ФГ колебалась от 2,1 ммоль/100 г почвы при внесении 2 т/га до 2,71 ммоль/100 г почвы при дозе 8 т/га. (таблица 2)

При внесении ФГ содержание обменного кальция в почве возрастало линейно при увеличении дозы мелиоранта. Внесение 2 т/га ФГ увеличивало

показатель к уборке на 2,67 до 19,75 ммоль/100 г почвы, а внесение 8 т/га до 21,00 ммоль/100 г почвы. Содержание обменного магния, напротив, снижалось по всем вариантам опыта. К уборке на контроле оно составляло 7,0 ммоль/100 г почвы, при внесении 8,0 т/га ФГ снижение составило 2,78 ммоль/100 г почвы.

Таблица 2 – Изменение агрохимических показателей почвы под посевами сои

Варианты опыта	Содержание						рН _{сол}	Нг, мЭКВ/100 г
	NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅ ,	K ₂ O	Сера	Mg	Ca		
	мг/кг				ммоль/100 г			
Перед посевом								
Среднее	9,05	13,05	263,00	5,20	7,40	17,08	5,70	1,23
Перед уборкой								
Контроль	2,8	10,00	244,0	5,1	7,00	17,00	5,65	2,01
Аммофос	3,0	13,20	240,0	5,0	6,25	16,53	5,70	2,10
Аммофос+2 т/га ФГ	3,4	21,40	238,0	22,5	5,87	19,75	5,74	2,30
Аммофос+4 т/га ФГ	3,6	29,60	234,0	43,1	5,50	20,00	5,80	2,50
Аммофос+6 т/га ФГ	3,8	37,70	226,0	59,4	4,50	20,50	5,86	2,60
Аммофос+8 т/га ФГ	4,1	48,05	236,0	84,0	4,62	21,00	5,90	2,71

При внесении ФГ содержание серы в почве имело тенденцию к повышению по мере увеличения дозы внесения мелиоранта. Максимальное значение показателя достигалось при внесении 8 т/га ФГ, составляло 84,00 мг/кг.

В значительной степени увеличивалось содержание фосфора. В контрольном варианте отмечалось снижение показателя к уборке на 3,05 мг/кг почвы. При внесении минеральных удобрений и ФГ происходило увеличение содержания фосфора в почве. Внесение ФГ увеличивало его на 63,9 – 268,2% по сравнению с содержанием в почве перед посевом. Наибольшее содержание фосфора в почве по вариантам опыта составило 48,05 мг/кг в варианте с внесением 8 т/га ФГ.

Ветвистость растений изменялась по вариантам опыта от 0,1 до 0,6 шт./растение по вариантам опыта. Внесение ФГ увеличивало количество боковых веток, в зависимости от дозы внесения оно колебалось от 0,2 шт./растение при внесении 2 т/га ФГ до 0,6 шт./растение при внесении 6 т/га ФГ, что превышало контрольный вариант на 0,1-0,5 шт./растение. Максимальная ветвистость была в варианте с внесением 6 т/га ФГ. При внесении 8 т/га ФГ она уменьшилась до 0,4 шт./растение (таблица 3)

Внесение ФГ отразилось на высоте растений сои. В фазу бобообразования высота растений сои колебалась от 76,5 на контроле до 80,9 см при внесении Аммофоса и 6 т/га ФГ. Применение ФГ обусловило

увеличение высоты растений до 77,4-80,9 см при внесении 2; 4 и 6 т/га. При внесении 8 т/га ФГ показатель снижался относительно варианта с внесением 6 т/га ФГ на 0,8 см.

Таблица 3 – Ветвистость растений сои

Варианты опыта	Ветвистость, шт/растение	Высота растений, см		
		цветение	бобообразование	полная спелость
Контроль	0,1	43,2	76,5	79,6
Аммофос	0,2	43,9	76,9	80,1
Аммофос+2 т/га ФГ	0,2	45,1	77,4	81,6
Аммофос+4 т/га ФГ	0,4	45,8	78,2	82,4
Аммофос+6 т/га ФГ	0,6	47,2	80,9	86,4
Аммофос+8 т/га ФГ	0,4	46,8	80,1	85,8

Под влиянием минеральных удобрений и ФГ масса 1000 зерен колебалась от 130,0 до 150,0 г. Наименьшим показатель был на контроле – 130,0 г, наибольшим - в варианте применения Аммофоса и 6 т/га ФГ – 150,0 г, в варианте внесения 8 т/га ФГ отмечено снижение показателя до 142,0 г.

Количество выполненных бобов на одно растение также увеличивалось под влиянием Аммофоса и ФГ. В контрольном варианте оно составляло 13,8 шт. При внесении ФГ повышало этот показатель на 2,1-5,5 шт. в зависимости от дозы внесения. На фоне дозы 6 т/га ФГ количество выполненных бобов на одном растении увеличивалось и было наибольшим (таблица 4).

Таблица 4 – Урожай и структура урожая сои

Вариант опыта	Количество, шт.			Масса 1000 зерен, г	Урожай, т/га	Прибавка к контролю	
	выполненных бобов на растение	зерен в бобе	клубеньков			т/га	%
Контроль	13,8	1,95	130,0	15,3	2,01	-	-
Аммофос	14,5	2,05	131,0	16,0	2,13	0,12	5,97
Амм+2 т/га ФГ	15,9	2,10	138,0	19,4	2,23	0,22	10,95
Амм+4 т/га ФГ	17,1	2,12	143,0	20,2	2,58	0,57	28,36
Амм+6 т/га ФГ	19,3	2,15	150,0	22,6	2,66	0,65	32,34
Амм+8 т/га ФГ	18,9	2,14	142,0	21,8	2,49	0,48	23,88
F _{теор}					3,33		
F _{факт}					116,81		
НСР ₀₅					0,077		

Количество зерен в бобе также изменялось по вариантам опыта: в контрольном варианте оно составляло 1,95 шт., внесение Аммофоса

увеличивало показатель до 2,05 шт. (на 5,12 %), в вариантах с внесением ФГ увеличение к контролю составляло 7,70 до 10,25%, при дозе 6 и 8 т/га – 2,15 шт.

Урожайность сои по вариантам опыта колебалась от 2,01 т/га до 2,66 т/га. Внесение ФГ увеличивало урожай зерна по сравнению с контрольным вариантом на 10,95 – 32,34%. Применение ФГ линейно увеличивало урожай зерна сои, однако при дозе 8 т/га ФГ дальнейшего прироста урожая не отмечено. Наибольшая прибавка урожая была в варианте с внесением 6 т/га ФГ, разница с контрольным вариантом составляла 0,65 т/га, или 32,34%.

Применение Аммофоса и ФГ отразилось на состоянии симбиотического аппарата - количество клубеньков варьировало от 15,3 до 22,60 шт., наименьшим оно было на контроле – 15,3 шт., наибольшим - в варианте применения Аммофоса и 6 т/га ФГ – 22,60 г.

Система минерального питания с фосфогипсом способствовала улучшению качества зерна сои, по вариантам опыта содержание белка колебалась от 43,1 до 46,7%, причем при внесении ФГ показатель изменялся на 2,40 – 3,60%. Наибольшее содержание белка отмечено в варианте с внесением 6 т/га ФГ – 46,70%, 8 т/га ФГ - 45,8%.

Содержание жира в зерне сои по вариантам опыта составляло 13,0-14,9%. Применение минеральных удобрений и ФГ также положительно отразилось на величине показателя, он увеличился на 6,92 – 14,62%. Наибольшее содержание жира было в варианте с применением 6 т/га ФГ, оно превышало контрольный вариант на 14,62%.

УДК 633.111.2"321":631.582.9(571.1)

РАЗРАБОТКА ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ И ПОСЕВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С.С. Молод, В.Л. Еришов

ФГБОУ ВО Омский ГАУ имени П. А. Столыпина

E-mail: ss.molod35.06.01@omgau.org

Аннотация: Исследования проводились в 2021-2023 гг. в Русско-Полянском районе Омской области при разработке залежных земель с использованием дисковой бороны БДМ 6х4 без предварительной вспашки. В 2024 году на этих полях производился посев яровой мягкой пшеницы сорта Сансет с использованием посевных комплексов «СевМастер-10» и «Condor». Исследование показало, что с увеличением срока использования полей снижается густота стояния растений и коэффициент кущения, а урожайность пшеницы уменьшается на 24%, в основном из-за накопления сорной растительности и истощения почвы. ПК «СевМастер-10» продемонстрировал лучшие результаты по качеству посева и урожайности по сравнению с ПК «Condor», обеспечивая более оптимальную глубину заделки семян и лучшую полевую всхожесть. Эффективное использование залежных земель в

условиях степи возможно при грамотном севообороте и применении минеральных удобрений.

Ключевые слова: залежные земли, посевные комплексы, урожайность пшеницы, севооборот.

Разработка залежных земель на юге Западной Сибири является важной задачей для сельскохозяйственных предприятий. После 1990 года площадь используемых пахотных земель сократилась на 40 млн. га (около 25%). В 2013 году Правительство РФ приняло Постановление о развитии АПК с целью восстановления ранее используемых земель, особенно мелиорированных. К критическим факторам неиспользования земель относится реорганизация коллективных хозяйств, что привело к большому количеству не востребуемых земельных долей. В 2020 году их число достигло 1,5 млн. единиц, что составило 31,6% от площади неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения [1].

Почвы Омской области представлены чернозёмами и могут подвергаться эрозии и дефляции — угрозам, которым подвержены 65% пашни и 50% пастбищ [2].

Ситуация с пыльными бурями в степной зоне, наблюдаемая уже в 1957 году, показывает, что при первоначальном освоении целинных земель возникли проблемы, которые позже удалось частично решить [3]. Однако, использование неустойчивых почв без должного контроля также снижает их плодородие [4].

Обследования в Одесском районе Омской области показали, что при разумной интенсификации урожайность зерна возросла с 0,7 т/га в 1953-54 гг. до 3-4 т/га после 2010 года [5]. С 2010 по 2020 годы площадь сельскохозяйственных земель в России сократилась с 400 до 382,4 млн. га, но площадь пашни увеличилась на 736,6 тыс. га в 2020 году [8]. В Русско-Полянском районе большинство залежных земель относится к черноземам обыкновенным.

В 2021-2023 годах в Русско-Полянском районе проводилась разработка залежных земель с использованием тяжелой дисковой бороны БДМ 6х4 в три следа, без предварительной вспашки.

После проведения разработки на следующий год высевалась яровая мягкая пшеница. На сегодняшний день имеется три поля: №70 поле (залежь, пшеница), №71 поле (залежь, пшеница, пшеница), №76 поле (залежь, пшеница, пшеница, пшеница).

В 2024 году посев этих полей осуществлялся посевными комплексами «Condor» фирмы «AMAZONE» и "СевМастер-10" фирмы "WILLOCK FARM" с шириной междурядья 25 см и 22,8 см соответственно, рабочий орган у обоих - анкерный сошник.

Для предпосевной обработки использовался гербицид сплошного действия Спрут Экстра, ВР (Глифосат 540 г/л) в дозировке 2л/га с расходом 100 литров рабочего раствора.

Сорт яровой мягкой пшеницы – Сансет, норма высева 175кг/га (3,5 млн. всхожих семян/га), при посеве в рядки вносилась аммиачная селитра - 80 кг/га в физическом весе (27,5 кг д.в.).

Сравнивая два посевных комплекса (таблица), можно отметить, что «СевМастер-10» отличился в лучшую сторону как по качеству посева, так и по скорости. Посевной комплекс «Condor» обладает конструктивными особенностями, которые при увеличении скорости посева свыше 8 км/ч, увеличивает высоту борозд и засыпает соседнюю борозду, таким образом, увеличивает глубину посева и продолжительность всходов семян. Как следствие более неравномерные всходы и снижение полевой всхожести, в среднем на 6-9% (20-25 растений на 1 м²).

Таблица – Глубина заделки семян и густота стеблестоя растений яровой пшеницы в зависимости от поля в севообороте и типа посевного комплекса

Посевной комплекс	№ поля	Глубина заделки семян, см	Высота борозд, см	Густота всходов, шт./м ²	Число стеблей, шт./м ²	Коэф. кущения
СевМастер	70 (1 год после залежи)	5-6	5-8	370	475	1,28
Condor		5-7	6-10	350	448	
СевМастер	71 (2 год после залежи)	4-5	5-7	392	455	1,16
Condor		4-6	5-8	355	412	
СевМастер	76 (3 год после залежи)	6-7	6-7	369	421	1,14
Condor		5-8	6-12	339	387	

Видовой состав сорной растительности в первый год пользования после залежи представлен в основном двудольными многолетними сорняками и зимующими. К третьему году идет накопление сорняков, таких как просо куриное, сорго полевое, овсюг, гречишка вьюнковая, что в целом говорит о накоплении видов сорной растительности, в том числе и занесение с семенным материалом.

Проявление нехватки питания, дефицита влаги, очаговые пятнистости и увядания растений заметно проявились с конца июня.

Во многом это связано с изначально низким содержанием питательных веществ на полях, введенных в севооборот, что и подтверждают анализы, проведенные на поле 76, где были отобраны образцы с участков с нормальным развитием растений и угнетенных, особенно на пятнах солонцов и солодей. Результаты показали содержание нитратного азота (мг/кг) 8,4 против 5,3; подвижный фосфор (мг/кг) 0,47 против 0,37, обменный калий (мг/кг) 299 и 298 соответственно.

Помимо макроэлементов по остальным показателям плодородия залежные поля находятся на уровне ниже нормы, а на участках, где наблюдается слабое развитие показатели еще ниже. Например, такие показатели как:

pH соляной вытяжки (по Соколову) 5,1 и 4,73; сумма поглощенных оснований, мг-экв / 100 гр почвы 15,9 и 9,8; ёмкость катионного обмена, мг-экв / 100 гр почвы 31 и 21; соотношение C: N 9,8 и 7,3 .

Высокую «пестроту» плодородия проблематично устранить без использования мелиорантов, в частности гипса.

Урожайность пшеницы заметно снижается по мере увеличения срока использования залежного поля в среднем по вариантам с 21 ц/га до 16 ц/га. За счёт обеспечения лучшей полевой всхожести при посеве комплексом СевМастер получена выше урожайность по всем полям на 5,8-9,4 %, в сравнение с ПК Condor.

Заключение. Урожайность яровой мягкой пшеница на полях, введенных в оборот максимальная в первый год использования. В дальнейшем идет накопление сорной растительности, ухудшение условий питания и снижение урожайности на 24% за 2 года. Нехватка питания проявляется особенно в очаговых пятнистостях, проявляется в раннем созревании, несформированных верхушках колосьев.

Посевной комплекс "СевМастер-10" в сравнение с ПК «Condor» выполняет посев более качественно, что подтверждается оптимальной глубиной заделкой семян и повышении густоты всходов.

Эффективное использование малопродуктивных залежных земель в условиях степи возможно в севооборотах с использованием зернофуражных и масличных культур, внесении минеральных удобрений и грамотно выстроенной защите растений.

Список использованных источников

1. Постановление Правительства РФ от 27.10.2021 n 1832 «О внесении изменений в государственную программу эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.zakonrf.info/postanovlenie-pravitelstvo-rf-1832-27102021/>

(дата обращения 26.10.2024 г.).

2. Гулянов Ю.А. Современное состояние растительного и почвенного покрова сельскохозяйственных угодий постцелинных регионов Урала и Западной Сибири // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (87). С. 9 –15.

3. Рейнгард Я.Р. Деградация почв экосистем юга Западной Сибири: Монография / Я.Р. Рейнгард - Лодзь, Польша, 2009. – 636 с.

4. Омский реестр о наличии и распределении земель по категориям, угодьям и формам собственности в Омской области в 2019 году [Электронный ресурс]. URL: http://omskportal.ru/magnoliaPublic/dam/jcr:b0835352-a95a-440e-82b3-3036be0205fc/doc_2011031144.pdf (дата обращения 25.10.2024 г.).

5. Березин Л.В., Шорина Е.В., Полякова Г.А. «О проблемах использования земель в районах освоения целинных и залежных земель».- Омск. 176-188 с.

6. Башкатова Л. Н., Шмидт А. Г. Гумусное состояние почв Русско-Полянского района Омской области и мероприятия по его сохранению // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. - 2020. - № 3 (22) - URL <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2020/3/00853.pdf>.

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

А.В. Навров, О.В. Рухович

*ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»
vniia-pr.ru@mail.ru*

Современные системы земледелия ориентированы на рациональное использование земель и оптимизацию агротехнологий с учетом почвенно-климатических условий, в том числе изменений климата, для получения устойчивых урожаев экологически чистой продукции. Приоритетной задачей агрохимии является оптимизация параметров прогнозирования урожайности, что способствует дальнейшему совершенствованию систем удобрения в современных агротехнологиях. Для этого необходимо разработать объективные многофакторные модели пространственной изменчивости урожайности, учитывающие влияние природных факторов на основе ландшафтных, климатических, почвенных и агрохимических данных. [1, 2, 3].

Целью данного исследования является анализ связей характеристик урожайности пшеницы в разных условиях современного климата и рельефа, а также типов почв при использовании разных вариантов внесения удобрений с целью выявления комплекса влиятельных факторов, обеспечивающих эффективность применения удобрений.

Материал и методы исследований. Выборки для анализа показателей урожайности озимой пшеницы сформированы на основе результатов полевых опытов, собранных из базы данных агрохимслужбы и Геосети «Агрогеос» [4] и охватывают территорию Европейской части России в зоне 2,1° по долготе и 3,4° по широте. На севере располагались дерново-подзолистые почвы, южнее — серые лесные, а в южной части — оподзоленные черноземы. Эти данные охватывают период последних 50 лет, полевые опыты с удобрениями, проведены по стандартной методике с разными вариантами доз удобрений.

Для анализа использовались следующие показатели, усредненные по годам: (а) урожайность на варианте контроль - без удобрений (К), (б) урожайность озимой пшеницы (Ох_і) после применения удобрений с

различными вариантами доз NPK, и (в) прибавки урожая, представляющие собой разность между показателями Ox_i и К.

Для анализа влияния на урожайность озимой пшеницы природных факторов - рельефа и климата - была построена цифровая модель рельефа, созданная на основе спутниковых данных (SRTM с шагом сетки 1 км), на её основе вычислены 22 характеристики рельефа, а также на основе почвенной карты сформирована матрица типов почв, относящаяся к рассматриваемому региону.

На их основе климатических показателей, усреднённые за период с 1950 по 2000 годы и извлечённых из глобальной базы данных WorldClim [5], вычислены средние характеристик озимой пшеницы, а также определено процентное соотношение к контрольным данным в зависимости от типа почвы (Таблица).

Для анализа собранной информации и визуализации рассчитанных карт в геоинформационных системах применялись Аналитическая ГИС Эко, Soil Model Calculation, R2-ГИС Эко, MapInfo, ArcView. Данные методы и инструменты позволили провести комплексный анализ факторов, влияющих на урожайность озимой пшеницы, что значительно повысило точность и достоверность полученных результатов.

Таблица - Значения средних характеристик урожайности озимой пшеницы и их процент от урожая без удобрений на разных типах почв.

Характеристики урожайности, ц/га / процент от контроля	Дерново-подзолистые	Серые лесные	Черноземы	Средние значения по опытам
1. Урожай без удобрений (контроль) К	20,7/ 100	19,7/ 100	20,6/ 100	19,6/ 100
2. Средний урожай при неоптимальных дозах удобрений О	25,1/ 121,3	26,7/ 135,5	25,4/ 123,3	25,7/ 126,7
3. Максимальный урожай с оптимальными дозами удобрений Ох	30,4/ 155,1	31,8/ 162,2	29,5/ 150,5	30,6/ 155,9
4. Прибавка урожая при неоптимальных дозах удобрений О-К	8,4/ 42,9	5,8/ 29,6	5,5/ 28,1	6,6/ 31,6
5. Прибавка урожая при оптимальных дозах удобрений Ох-К	9,7/ 46,8	12,1/ 61,4	8,9/ 43,2	11,7/ 59,7

Средняя многолетняя сумма осадков для выборки составила 637 мм (в диапазоне от 621 до 677 мм), а среднегодовая температура — 4,9° С (от 4,3 до 5,6° С). При использовании оптимальных доз удобрений (когда получен максимальный урожай на опыте) Ох)) урожай превышает таковой при неоптимальных (средний урожай на опыте (О)) в 1,2 раза. Кроме того,

максимальная прибавка урожая O_x – K почти вдвое превышает прирост среднего урожая O – K .

Результаты и обсуждение.

Рассмотрим полученные в результате анализа уравнения множественной регрессии, которые описывают пространственную неоднородность урожайности озимой пшеницы в Европейской части России в зависимости от природных факторов и применения удобрений

1. Контроль (K).

$$K = 2,774 \cdot T_{x_06} + 5,280 \cdot P_07 + 3,149 \cdot E + 1,100 \cdot H9 - 1053$$
$$R^2 = 0,348 \text{ (Degr} = 58,4\%), P < 10^{-2}, \quad (1)$$

Параметры климата включают дневную температуру июня (T_{x_06}), сумму осадков в июле (P_07), и характеристики рельефа – разностную кривизну (E) и относительную высоту холмов ($H9$). В уравнении (1) предикторы упорядочены по убыванию значимости: T_{x_06} (37,1%), P_07 (36,3%), $H9$ (13,7%) и E (12,9%).

Уравнение показывает, что урожай, полученный без внесения удобрений, растёт с увеличением температуры и осадков. Отмечается, что урожай без удобрений в среднем увеличивается на 7 ц/га с каждыми 100 км восточного направления. Температура июня также повышается на 0,4°C на каждые 100 км. Увеличение температуры на 0,5°C способствует росту контроля K на 8,75 ц/га.

2. Средний урожай (O).

$$O = 2,708 \cdot T_{x_06} + 5,092 \cdot P_07 + 4,202 \cdot E - 5,093 \cdot \sin A_{45} - 1015$$
$$R^2 = 0,378 \text{ (Degr} = 47,2\%), P < 10^{-3} \quad (2)$$

Основные предикторы аналогичны, согласно показателю $\sin A_{45}$ - ориентации склонов от северо-восточной к юго-западной урожай увеличивается на юго-западных склонах. Статистическая значимость предикторов в уравнении (2) отличается от таковой в уравнении (1): T_{x_06} (31%), P_07 (29,5%), E (21%) и $\sin A_{45}$ (18,4%).

3. Максимальная урожайность (O_x)

$$O_x = 2,862 \cdot T_{x_06} + 5,262 \cdot P_07 - 7,521 \cdot \sin A_{45} + 5,026 \cdot E + 1058$$
$$R^2 = 0,408 \text{ (Degr} = 43,8\%), P < 10^{-3}, \quad (3)$$

В уравнении (3) веса предикторов аналогичны весам в уравнении (2), однако вес $\sin A_{45}$ значительно увеличивается. T_{x_06} объясняет пространственную изменчивость на 29,3%, P_07 – на 26,4%, $\sin A_{45}$ – на 23,5%, а E – на 21,8%.

4. Уравнения урожаев с применением удобрений при использовании в качестве предиктора урожая без удобрений.

$$O = 0,9823 \cdot K - 3,430 \cdot \sin A_{45} + 0,6690 \cdot E + 0,009687 \cdot T_{x_06} + 4,293$$

$$R^2 = 0,940 \text{ (Degr} = 1,8\%), P < 10^{-6}. \quad (4)$$

Для выявления различия между пространственной дифференциацией урожая на контроле и урожая при использовании удобрений качестве предиктора использовали показатель К. В результате получены новые уравнения для урожая О и Ох.

Веса факторов распределились так: контроль К влияет на пространственную изменчивость среднего урожая О на 77,1%, $\sin A_{45}$ – на 17,9%, Е – на 4,8%, Р_07 – на 0,3%. Уравнение (4) отражает пространственные изменения контроля К с учетом юго-западных склонов.

Для максимального урожая Ох было получено уравнение, аналогичное (4), но с иными регрессионными коэффициентами:

$$O_x = 1,023 \cdot K - 5,795 \cdot \sin A_{45} + 1,356 \cdot E + 0,0680 \cdot P_{07} - 4,278$$

$$R^2 = 0,894 \text{ (Degr} = 3,7\%), P < 10^{-6}. \quad (5)$$

В этом уравнении К остается основным предиктором, однако его вес снижается до 65,8%, в то время как вес $\sin A_{45}$ увеличивается до 24,7%. Предикторы Е и Р_07 являются статистически незначимыми (8,0% и 1,5% соответственно). Таким образом, пространственные изменения максимального урожая Ох показывают аналогичные закономерности, но с большей зависимостью от направления склонов на юго-запад из-за снижения влияния К.

5. Уравнения для прибавок урожаев с применением разных доз удобрений.

$$O-K = 2,525 \cdot F(35,225) + 0,1112 \cdot I_{\text{дерн}} \cdot F(35,225) + 1,677 \cdot P_{02} - 0,1566 \cdot P_{\text{year}} - 91,94$$

$$R^2 = 0,617 \text{ (Degr} = 16,1\%), P < 10^{-5}, \quad (6)$$

Здесь $F(35,225)$ отражает освещенность склонов с юго-запада, $I_{\text{дерн}} \cdot F(35,225)$ – освещенность склонов с юго-запада для дерново-подзолистых почв, Р_02 – осадки в феврале, а P_{year} – годовые осадки.

Прибавка к среднему урожаю с неоптимальными дозами удобрений увеличивается с повышением освещенности склонов на всей территории, особенно на дерново-подзолистых почвах. Для среднего урожая важна освещенность в более холодных и увлажненных зонах.

В целом, прибавка урожая больше зависит от внешних факторов, чем сами урожаи, так как коэффициент детерминации выше. Влияние рельефа превышает влияние климата: освещенность склонов $F(35,225)$ определяет 34,8% изменчивости урожая, $I_{\text{дерн}} \cdot F(35,225)$ – 24,9%, Р_02 – 23,4%, P_{year} – 16,9%. Урожаи зависят от экспозиции склонов, а прибавка – от освещенности с юго-запада, включая угол падения солнечных лучей, выраженный в %.

Максимальная прибавка урожая описывается следующим уравнением:

$$O_{x-K} = 4,269 \cdot F(35,230) + 3,117 \cdot P_{02} + 0,3771 \cdot I_{\text{дерн}} \cdot P_{02} - 0,3034 \cdot P_{\text{year}} - 138,6$$
$$R^2 = 0,740 \text{ (Degr} = 6,9\%), P < 10^{-6}. \quad (7)$$

В уравнении $F(35,230)$ — освещенность склонов, P_{02} — осадки февраля, $I_{\text{дерн}} \cdot P_{02}$ — осадки в дерново-подзолистых почвах, P_{year} — годовые осадки, где $F(35,230)$ объясняет 31,6% изменчивости урожая, P_{02} — 25,3%, $I_{\text{дерн}} \cdot P_{02}$ — 24,9%, P_{year} — 18,1%. Разница с уравнением для прибавки О–К (6) заключается в большей значимости осадков февраля

Максимальная прибавка урожая увеличивается с ростом освещенности на юго-западных склонах и осадков февраля на дерново-подзолистых почвах и снижается с уменьшением суммарных годовых осадков. Увеличение осадков в этом месяце способствует накоплению влаги в почвах перед весенней вегетацией.

Выводы. 1. Наибольшая зависимость от факторов природной среды характерна для прибавок урожая О–К и Ох–К. Это позволяет полагать, что степень позитивного эффекта действия удобрений зависит от условий внешней среды. При очевидном влиянии удобрений дисперсия прибавки урожаев в регионе объясняется влиянием рельефа и климата на 62% для О–К и на 74% для Ох–К.

2. Для урожаев К, О и Ох важными факторами являются высокая дневная температура (T_{x_06}) и сумма осадков (P_{07}) в сухом месяце июле. Экспозиция склонов ($\sin A_{45}$) также влияет на урожай, полученный с применением возрастающих доз удобрений. Это указывает на значимость светового и теплового режимов для таких урожаев.

3. Включение контроля К в уравнения для расчета урожаев О и Ох увеличивает коэффициенты детерминации, при этом контроль К более значим для урожая О, а экспозиция склонов важнее для урожая Ох.

4. Отождествление естественного ресурса с контролем К, а О–К и Ох–К с искусственным ресурсом указывает на важность климатических факторов (температуры и осадков) для первого и освещенности склонов для второго [6].

6. Сравнение значений прибавок О–К и Ох–К при одних и тех же диапазонах освещенности склонов с юго-запада показывает, что прибавки О–К и Ох–К в 2 раза больше на относительно сильно освещенных склонах по сравнению с относительно слабо освещенными склонами. При этом О–К и Ох–К в этих же диапазонах освещенности различаются. Это может свидетельствовать в пользу того, что дозы и состав удобрений важнее для формирования прибавки, чем условия радиационного режима: в одних и тех же условиях освещенности прибавка среднего урожая О в 2 раза меньше, чем прибавка с оптимальными дозами Ох.

7. Небольшие различия в крутизне склонов посевных площадей могут существенно влиять на рост. В исследуемом регионе средняя крутизна склонов составляет $0,7^\circ$, а разница в освещенности между склонами юго-западной и северо-восточной ориентации приводит к более чем двукратному увеличению прибавки урожая для юго-западных склонов [14].

Это открывает возможности для улучшения урожайности через выбор полей для посевов и агротехнических приемов. Склоны юго-западной ориентации предпочтительнее для посева озимой пшеницы, что может заметно повысить урожай.

Литература:

1. *Каиштанов А.Н., Явтушенко В.Е.* Агроэкология почв склонов. М.: Колос, 1997. 240 с.
2. *Ferrara R.M., Trevisiol P., Acutis M., Rana G., Richter G.M., Baggaley N.* Topographic impacts on wheat yields under climate change: two contrasted case studies in Europe // *Theoretical and Applied Climatology*. 2010. V. 99. P. 53–65. <https://doi.org/10.1007/s00704-009-0126-9>
3. *Рухович О.В., Шарая Л.С., Шарый П.А.* Использование характеристик рельефа при анализе пространственной изменчивости урожайности озимой пшеницы в Окском бассейне // *Агрохимия*. 2010. № 8. С. 49–57.
4. *Сычев В.Г., Рухович О.В., Романенков В.А., Беличенко М.В., Листова М.П.* Опыт создания единой систематизированной базы данных полевых опытов Агрохимслужбы и Геосети «Агрогеос» // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2008. № 3. С. 35–38.
5. *Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.J., Jarvis A.* Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas // *International Journal of Climatology*. 2005. V. 25. P. 1965–1978. DOI: 10.1002/joc.1276.
6. *Шарая Л.С., Рухович О.В., Шарый П.А., Иванова О.И., Никитина Л.В.* Связь урожайности яровой пшеницы с климатом, почвами и рельефом на Урале// *Плодородие*. – 2023. – №5(134). – С. 68–71. DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.17.
7. *Shary P.A., Sharaya L.S., Rukhovich O.V.* The influence of slope exposure on the yield characteristics of winter wheat and spring barley in the Oka River basin, Russia // *Advances in Modern Agriculture*. 2024. V. 5. N 1. P. 2435. <https://doi.org/10.54517/ama.v5i1.2435>

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Г.А. Ораев, Б.С. Досназаров

Туркменский сельскохозяйственный институт,

г. Дашигуз, Туркменистан

E-mail: orayev.guvanch2404@gmail.com

Аннотация. Аэрозольный способ (аэрозолями пестицидов и ангидрит серы) борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур отличается высокой эффективностью и производительностью. Рекуперационное устройство для аэрозоля пестицидов (SO_2 газа) – отличается энергетической экономичностью, простотой, технической безопасностью, низкой материалоемкостью.

Ключевые слова: обработка аэрозолями, аэрозоль пестицидов, аэрозоль ангидрида серы SO_2 рекуперационное устройство, рекуперационно-энергосберегающие оборудования.

Современное сельскохозяйственное производство характеризуется возрастающей необходимостью защиты урожая от вредителей, болезней и сорняков. Особенности возделывания сельскохозяйственных культур заключаются в получении экологически чистой продукции. Выполнение данных взаимосвязанных задач может быть обеспечено только при интегрированной системе защиты растений. Она объединяет передовую агротехнику и технологию, организационные и профилактические мероприятия, а также использование химических средств защиты. Химические методы защиты растений отличаются высокой эффективностью и производительностью, однако требуют точного выполнения всех правил использования химических препаратов (пестицидов) и соответствующих машин [1-2].

При аэрозольном способе борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур ядохимикат термомеханическим или механическим путем распыляется в мельчайшие капельки, которые образуют туман, оседающий на растениях равномерным слоем. При этом способе расход жидкости бывает значительно меньше, что способствует сокращению энергетических и трудовых затрат. [3-4]

Учитывая экономические и энергосберегающие, а также высокую огнеопасность аэрозольного способа в Туркменском сельскохозяйственном институте преподаватели кафедры «Трактора и сельскохозяйственные машины» с 2021-2022 гг. учебного года начали проводить научные работы на кафедральном уровне по теме «Рекуперационное аэрозольное генераторное внесение пестицидов (SO_2 газа) для защиты растений». Цель научной работы сконструировать аэрозольное генераторное устройство для внесения пестицидов (SO_2 газа) на основе восстановления-рекуперация энергии и энергосберегающей инновации. В результате исследования и

конструирования преподаватели института разработали рекуперационное аэрозольное устройство, в котором ОГ (глушитель) часть системы питания дизеля трактора является аэрозоль-испаряющей рабочей камерой.

В научной работе кафедры проектирование устройства и исследование проводилось на базе трактора марки «Arion» фирмы Claas (Германия). Исследование проводили в 4 вариантах, каждый вариант повторили при двух условиях. Варианты: 1) раствор пестицида 2) низко концентрированный водный раствор насыщенного ацетононного раствора серы; 3) инжекторный способ подачи раствора пестицида; 4) эжекторный способ подачи низконасыщенного водного ацетононного раствора серы.

Результаты исследования по качеству аэрозоля и технического показателя оценили по 10 балльной системе:

Вариант 1А: раствор пестицида - в среднем обороте коленчатого вала дизеля: 8 баллов.

Вариант 1Б: раствор пестицида - в высоком обороте коленчатого вала дизеля: 10 баллов.

Вариант 2А: Низко концентрированный водный раствор насыщенного ацетононного раствора серы – в среднем обороте коленчатого вала дизеля: 8 баллов.

Вариант 2Б: Низко концентрированный водный раствор биораствора серы - в высоком обороте коленчатого вала дизеля: 10 баллов.

Вариант 3А: эжекторный способ подачи водного раствора насыщенного ацетононного раствора серы – в среднем обороте коленчатого вала дизеля: 5 баллов.

Вариант 3Б: эжекторный способ подачи раствора пестицида в высоком обороте коленчатого вала дизеля: 8 баллов.

Вариант 4А: эжекторный способ подачи низко концентрированного водного раствора насыщенного ацетононного раствора серы в среднем обороте коленчатого вала дизеля: 3 балла.

Вариант 4Б: эжекторный способ подачи низко концентрированного водного раствора насыщенного ацетононного раствора серы – на высоком обороте коленчатого вала дизеля: 6 баллов.

Изобретение представляет собой комплекс устройств, относящихся к технологии защиты растений от полевых насекомых-вредителей. В данном изобретении аэрозольный генератор состоит из пяти частей: 1) гидравлическая система; 2) рабочая камера генератора аэрозоля – труба выхлопная трактора (глушитель), 3) система газопроводов, 4) газовый фильтр 5) система распределения.

Гидравлическая система рабочей жидкости состоит из емкости для рабочей жидкости, запорного фильтра, электрического бензонасоса и трансмиссионной трубы.

Трансмиссионная труба собрана из латунной топливной трубы на расстоянии до 80 мм от основной рабочей камеры, а для остальных ее частей используют гибкий резиновый шланг $d=10$ мм.

Рабочая камера рекуперативного аэрозольного устройства является непосредственно глушителем выхлопной системы дизеля трактора (ОГ).

Газовый фильтр состоит из отстойного циклона диаметром $D=300$ мм и длиной $L=600$ мм.

Распределительная система состоит четырех ответвлений распределительных трубопроводов, размещенных вдоль междурядий сельскохозяйственных культур.

Рабочий процесс системы рекуперативного генератора аэрозоля происходит следующим образом: - раствор пестицидов, в том числе водный раствор насыщенного ацетонового раствора серы, двумя способами подается в рабочую камеру под давлением и выпрыскивает его в глушитель выхлопной системы дизеля трактора с большой скоростью по трубе. Водный раствор прикасается к стенке глушителя, нагретой до $+250...+450^{\circ}\text{C}$, и превращается в белый пар или сернистый газ SO_2 , в виде взвешенного аэрозоля выбрасывается из дымоотвода за счет мощной кинематической энергии дыма.

Система труб подает аэрозольный газ от рабочей камеры к агрегату, установленному в задней части трактора. Далее газ поступает на фильтр-отстойник и распределительную систему. Там аэрозольный газ, движущийся с большой скоростью, попадает в циклон средней высоты с боку и там газ вихревым движением поднимается вверх.

Газ охлаждается до температуры окружающей среды, так же, по закону Бернулли его скорость уменьшается в 2-5 раз, поэтому в его составе мелкий пепел и крупные капли опускаются вниз. Очищенный аэрозольный газ выходит из циклона с низкой скоростью. Затем через распределительную систему распределяется по веткам по четырем рядам и вывозится в поле.

Для изобретения планировали и применяли два разные вида химических средств: 1) высоко концентрированный водный раствор пестицидов, 2) низко концентрированный водный раствор насыщенного ацетонового раствора серы.

Для откачки и подачи рабочего раствора применяли электрический бензонасос автомобиля «TOYOTA CAMRY».

Во время исследования способа откачки и подачи рабочего раствора попробовали еще и второй вариант – инжекторный способ, т.е. пульверизаторный – явление разрежение воздушного давления в емкости, когда в устройстве не требуется насоса рабочей жидкости. Этот вариант в исследовании показал хороший результат. Недостаток метода состоит в том, что требуется высоко мощные дизели и высокие частоты вращения коленчатого вала.

Основной целью изобретения является получение аэрозоля пестицидов (газа SO_2) за счет повторного использования двух типов энергий, которые трактор «выбрасывает» в окружающую среду: тепла и кинетической энергии дыма. Этот газ высоко-токсичен для насекомых и вредоносных грибов, в то

же время он в 2,0-3,0 раза тяжелее воздуха, что способствует уничтожению насекомых в нижних частях культур и в почве.

Через 20-30 минут по мере впитывания газа в землю, а также при ветре его концентрация уменьшается в несколько раз. После этого исключается чрезмерный вред газа окружающей среде.

Результат: Пестицидный аэрозоль (газ SO_2) образуется с использованием тепла и кинетической энергии выхлопного газа (ОГ), т.е. без потребления энергии трактором (кроме потребления электроэнергии бензонасоса).

Конструкцию культиватора не нужно существенно дорабатывать, монтируется только система газо-подводящих трубопроводов, газовый циклон и газораспределительные трубы. Аэрозоль пестицида низкой концентрации (газ SO_2) уничтожает озимую совку хлопчатника, пшеничного трипса, паутинного клеща методом аэрозольного удушения.

В итоге исследования самой эффективной и качественной конструкцией, выбраны варианты 1Б и 2Б, 3Б вариант отличился несложностью устройства, т.е. в устройстве не требуется насоса рабочей жидкости. В эффективных вариантах получилось высокое качество работы: густой и насыщенный аэрозоль, аэрозоль выбрасывался со оптимальной скоростью из периферийной трубы агрегата.

Список использованных источников

1. Аэрозольные технологии – в сельское хозяйство/И.Х.Есенов//Вестник Владикавказского научного центра – 2006 – №2 том 6
2. Двухконтурный аэрозольный генератор на основе камеры Шмидта / Г.И. Павлов, С. Г. Борисов, С.Ю. Гармонов// КГТУ им. А.Н. Туполева/
3. Дунский В.Ф., Никитин Н.В., Соколов М.С. Пестицидные аэрозоли. М.: Наука, 1982. 288 с.
4. Аэрозольный генератор U60-PRO. Руководство по эксплуатации. Blk.3.No 67 Lane 1768. Li.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГЕТЕРОЗИСА ПОДСОЛНЕЧНИКА САНЛУКА НА ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВАХ

Я.З. Палязова, О.Я. Гурбанова

Туркменский сельскохозяйственный институт, факультет агрономии,

г.Дашогуз, Туркменистан

E-mail: yangilnonnazikjema@gmail.com

Аннотация. Почвенные условия Северного Туркменистана несколько засолены. В связи с этим важно на научной основе изучить и усовершенствовать агротехнику возделывания сортов и гетерозисных гибридов сельскохозяйственных культур на засоленных почвах.

В проведенных исследованиях изучена интродукция гетерозисного гибрида подсолнечника Санлука и особенности его выращивания, а также оптимальный режим удобрений для получения высокой урожайности. В опытном участке выращивался гетерозисный гибрид подсолнечника Санлука, и определено оптимальное количество минеральных и органических удобрений для получения высокой урожайности выхода масла.

Ключевые слова: сорта и гибриды подсолнечника, подкормка подсолнечника минеральными и органическими удобрениями, засоленные почвы.

Введение. Растительное масло издавна используется во многих отраслях экономики. В последние годы особое внимание уделяется получению масла из культур, различающихся по качеству масла. Успешным решением этой важной задачи является выращивание подсолнечника. Семена подсолнечника, льна и хлопка служат ценным кормом для скота. Они богаты белком, жиром и другими веществами.

Подсолнечное масло содержит 60% физиологически активной линолевой кислоты и большое количество витамина Е. Это масло широко используется в кулинарии, кондитерском, консервном, маргариновом производстве, а также в медицинской промышленности.

В последние годы возрос спрос на экологически чистую, качественную сельскохозяйственную продукцию. С целью создания продовольственного изобилия в Туркменском сельскохозяйственном институте, проводятся обширные научные исследования в этой области. Поскольку влияние разных норм удобрений на урожайность подсолнечника в почвах Дашогузского велаята с разным уровнем засоления до сих пор не изучена.

Объекты и методы исследований. В научной работе гетерозисные гибриды подсолнечника, семена, растения, минеральные и органические удобрения являлись объектами исследований.

В проведенных исследованиях вегетационным методом изучены особенности выращивания подсолнечника при внесении различных норм удобрений.

В ходе работы семена подсолнечника высевали средnezасоленные почвы. Опыты проводились на полях с хлорированными засоленными почвами в 4 вариантах 4 повторности.

Результаты исследований и их обсуждение. Данная научная работа была проведена и апробирована на почвах со средним засолением. В связи с этим было разработано и подготовлено методическое пособие по выращиванию сортов подсолнечника, устойчивых к местным почвенно-климатическим условиям, а также даны эффективные рекомендации ведущим хозяйствам в этой области.

Опыты проводились на следующих вариантах:

1. Контрольный вариант - без удобрений
2. $N_{90}P_{90}K_{50}^+$ фон (30 т/га органические удобрения)
3. $N_{100}P_{100}K_{70}^+$ фон
4. $N_{150}P_{150}K_{90}^+$ фон микроудобрения Берекет (0,2 л/га)

При разработке правил внесения минеральных удобрений в опыты определяли природную урожайность подсолнечника на средnezасоленных почвах (18 ц/га) [1,3,4].

В исследованиях сравнивались и изучались влияние удобрений на скорость всех периодов роста подсолнечника, на биометрические показатели растения [2,5]. На опытном поле урожай подсолнечника созревал рано. По созреванию урожая проводились биометрические измерения: диаметр корзинки, количество семян в корзинке, масса 1000 семян.

Выводы. В результате проведенных исследований определяли урожайность подсолнечника. В контрольном опыте без внесения удобрений урожайность составила 14,3 ц/га, в варианте $N_{90}P_{90}K_{50}^+$ фон 15,5 ц/га, в варианте $N_{100}P_{100}K_{70}^+$ фон 17,2 ц/га и в варианте $N_{150}P_{150}K_{90}^+$ фон микроудобрения Берекет (0,2 л/га) 18,8 ц/га. Из собранного урожая определяли выход масла.

В результате проведенных исследований было установлено, что выращивание подсолнечника на засоленных почвах улучшает мелиоративное состояние средnezасоленных почв Дашогузского велаята. Определяли выход масла из семян подсолнечника. Максимальный выход подсолнечного масла было получено в варианте которое применялся 150 кг/га азота, 150 кг/га фосфора, 90кг/га калия и микроудобрения Берекет (0,2 л/га). В этом варианте из 1 тонны семян подсолнечника извлекли 350-380 кг подсолнечного масла, то есть выход масла составлял 35-38%. В контрольном варианте выход масла находился в пределах 25-28%, в варианте $N_{90}P_{90}K_{50}^+$ фон 28-30% и в $N_{100}P_{100}K_{70}^+$ фон варианте 28-34%.

Массовое выращивание подсолнечника создаст широкие возможности для увеличения производительности подсолнечного масла, а также приведёт к улучшению мелиоративного состояния засоленных почв.

Список использованных источников

1. Бочковой А.Д. Гибридный подсолнечник // История научных исследований во ВНИИМК за 90 лет. – Краснодар, 2002. – с.15-32.
2. Бочковой А.Д. Новые гибриды подсолнечника // Российские семена. –1993. – Вып. I. – с.15-32.
3. Бочковой А.Д. Пивненко О.В. О перспективах крупноплодных форм среди сорто-образцов масличного подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2008. – Вып. I (138) – с.15-19.
4. Кулыгин В.А., Зинченко В.Е., Гринько А.В. Влияние удобрений на урожайность подсолнечника при разных способах обработки почвы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (66).
5. Руководство по выращиванию подсолнечника. – А.: Наука, 2021.
6. Шафоростов В.Д., Макаров С.С. Потери урожая подсолнечника при уборке и пути их снижения // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2007. – Вып. 1 (136). – с.95-96.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДА НА ОСНОВЕ ХЛОРАНТРАНИЛИПРОЛА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО РАПСА

Е.Ю. Панов

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

E-mail: eyp-91@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты двухлетнего исследования по оценке применения инсектицидного препарата на основе хлорантранилипрола на урожайность ярового рапса на дерново-подзолистых почвах в условиях Смоленской области. Получена прибавка урожая семян на фоне применения инсектицида с д.в. хлорантранилипрол по отношению к контролю 34% (2023 год) и 64% (2024 год).

Ключевые слова: яровой рапс, пестицид, инсектицид, хлорантранилипрол, капустная моль, урожайность, остаточные количества пестицида.

В последнее время рапс занимает одну из ведущих ролей среди масличных культур в мире, и интерес к нему продолжает возрастать. Посевные площади рапса по всему миру постоянно расширяются и уже превышают 10 миллионов гектар. Основными регионами его возделывания являются такие страны, как Канада, Франция, Германия, Индия, Пакистан [1].

В России за последние пять лет объемы производства рапса также увеличились в 2,5 раза. Эта культура стала самой быстрорастущей в группе масличных, так как высокая маржинальность рапса делает его привлекательным для фермеров. С увеличением спроса на растительные

масла в различных промышленности, рапс становится выгодной культурой для возделывания. Отходы производства, такие как зелёная масса, рапсовый жмых, шрот, занимают важную нишу в кормлении животных за счет того, что являются ценными источниками белка и энергии, обеспечивая животных качественным питанием. Это в целом стимулирует развитие животноводства в стране и способствует эффективному использованию ресурсов [2].

К экологическим аспектам возделывания рапса относится производство биодизеля. Биодизель, полученный из рапсового масла, является возобновляемым источником энергии и может использоваться в дизельных двигателях как альтернативное топливо, или в смеси с обычным дизельным топливом. Использование биодизеля помогает снизить выбросы парниковых газов и уменьшить зависимость от ископаемых видов топлива. Так же посевы рапса благоприятно влияют на окружающую среду, выделяя около 10 млн л кислорода с 1 га посевов, в то время как лес выделяет лишь 4 млн л [1].

Рапс ценный предшественник для многих культур. Он позволяет снизить вовлеченность в севооборот зерновых культур, способствует улучшению структуры почвы, за счет своей мощной корневой системы. Зелёная масса рапса, долгое время затеняет почву, угнетая тем самым сорную растительность. Цветки рапса являются отличным источником пыльцы и нектара для пчел, что делает его важным элементом в поддержании здоровья экосистемы и увеличении производства меда [1, 3].

В последнее время, посевы рапса в значительной мере повреждаются капустной молью, которая наносит серьезный ущерб посевам, снижая урожайность до 50% [4].

Основой безопасного применения инсектицидов является селективность их действия. В настоящее время обработку против этого вредителя проводят препаратами на основе веществ из групп: пиретроидов и ФОС. Но появляются и новые вещества с современными принципами действия. Что позволяет снизить, довольно быстро обретаемую устойчивость моли практически ко всем применяемым инсектицидам [5].

На сегодняшний день востребованными для защиты рапса являются инсектицидные препараты с действующим веществом из группы диаминов. К таким относится хлорантранилипрол. Через риадиноновые рецепторы, хлорантранилипрол воздействует на физиологические процессы в клетках мышц насекомого, вызывая паралич и дальнейшую смерть. Существенным плюсом хлорантранилипрола является действие на все пять стадий развития гусеницы капустной моли. Препарат обладает ларвицидным, а также овицидным действием [6].

Ещё одним существенным плюсом является длительный период защитного действия. Препарат защищает растение до 20 дней (это существенно дольше защиты препаратами из групп ФОС и пиретроидами). А благодаря трансламинарному действию, остаётся химически активным и стабильным в разных погодных-климатических условиях [4].

Исходя из вышеизложенного, актуальной задачей является совершенствование системы защиты ярового рапса от вредителей для сокращения потерь и получения высококачественного продуктивного урожая.

Методика исследований. Полевые исследования по влиянию применения инсектицида на основе хлорантранилипрола на количество вредителей в посевах ярового рапса, и, как следствие, на его урожайность были проведены в 2023 и 2024 годах в Глинковском районе Смоленской области, на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах. Содержание гумуса 1,92%. pH солевой вытяжки 5,3.

Инсектицид на основе д.в. хлорантранилипрола применяли в концентрации 200 г/л, в форме суспензионного концентрата, норма расхода препарата составляла 0,3 л/га (экв. 60 гр. д.в./га).

Способ применения инсектицида (хлорантранилипрол): двукратная обработка при помощи ранцевого опрыскивателя с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га (экв. 60 гр. д.в./га). В фазу цветения- бутонизации и фазу роста стручков.

Объектами исследований были: Капустная моль -*Plutellaxylostella*, яровой рапс сорта «Ритм».

Схема опыта состояла из 3 вариантов в 4-х кратной повторности (таблица).

Таблица - Схема опыта

№ п/п	Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/га	Кратность обработки
1.	Контроль без удобрений и обработок	-	-
2.	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ - фон	-	-
3.	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +хлорантранилипрол (экв. 60 гр. д.в./га))	0,3	2

Площадь опытной делянки - 25 м², площадь учетной делянки – 20 м². Учет капустной моли проводился в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве», СПб, 2009 г.

Результаты исследований. Биологическая расчётная урожайность ярового рапса на опытных участках, обработанных инсектицидом с д.в. хлорантранилипрол (200 г/л) с нормой расхода 0,3 л/га (экв. 60 гр. д.в./га) и фоновым внесением удобрений(N₆₀P₆₀K₆₀) составила в 2023 году 19,7 ц/га и 17,7 ц/га в 2024 году. Общее снижение урожайности в 2024 году обусловлено неблагоприятными погодными условиями, а именно засухой в период посева. (рисунок)

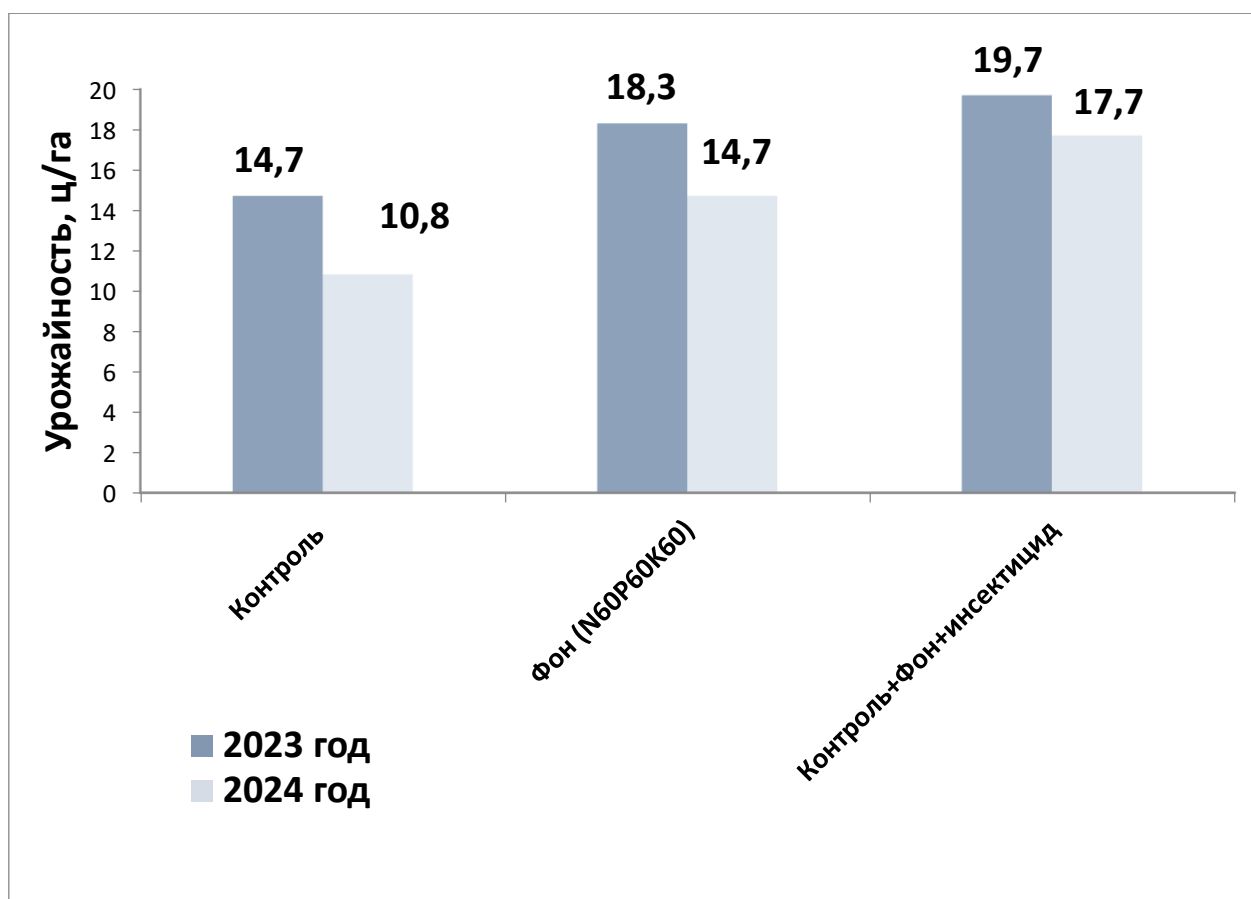


Рисунок - Урожайность ярового рапса в 2023 и 2024 годах

Выводы. В результате проведенных исследований выявлено влияние применения инсектицидной обработки (препаратом на основе хлорантранилипрола) на тенденцию прибавки урожая семян ярового рапса как в сравнении с контрольным вариантом, так и с фоном. В варианте с применением хлорантранилипрола прибавка составила 34,0% и 63,9% в 2023 и 2024 году соответственно. Расчетная урожайность в контроле – 14,7 ц/га и 10,8 ц/га.

Список использованных источников

1. Шпаар Д. и др. Рапс и сурепица. Выращивание, уборка, использование //ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО. 2007. – 320 с.
2. Прологова Т.С., Ян Л.В. Особенности технологии возделывания рапса в Нечерноземной зоне // Научное обеспечение отрасли рапсосошения и пути реализации биологического потенциала рапса. Липецк ВНИПТИР, 2000. – С. 113-115.
3. Карпович Н. Теоретические основы эффективности производства и переработки масло семян рапса // Аграрная экономика. – Мн.: 2010. - №6 – с.45-51.
4. Старых А.И., Ходаков П.Е., Шерстобитов С.В. Инновационные технологии защиты ярового рапса от вредителей и болезней в условиях Тюменской области // Тюмень, 2021. – 88 с.; 13 рис.; 15 табл.

5. Давлианидзе Т.А., Ерёмина О.Ю. Современные группы инсектицидов: диамиды и мета-диамиды// Вестник защиты растений. 2021. № 104(3). С. 132-143.

6. Рославцева С.А. Синтетические органические соединения оксадиазины, изоксазолины, пирролы, полисилоксаны, диамиды (хлорантранилипрол) и синергисты. Физико-химические, инсектицидные и токсикологические характеристики// Пест-менеджмент 2021. – С. 36-41.

ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СУЛЬФАТА МАГНИЯ И ДИМЕТОАТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА

П.Ю. Панова

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

E-mail: karaush19@mail.ru

Аннотация. Представлены двухлетние результаты исследования эффективности совместного применения диметоата и сульфата магния. Выявлено положительное влияние обработки посевов на урожайность овса и снижение численности вредителей. Получены прибавки урожая относительно контроля в варианте опыта с сульфатом магния 41,7% и 41,1% соответственно в 2023 и 2024 году, а в варианте с совместным применением сульфата магния и диметоата 52,8 % и 57,4%.

Ключевые слова: пестицид, инсектицид, диметоат, сульфат магния, овес, урожайность, остаточные количества пестицида.

В настоящее время остро и актуально стоит вопрос продовольственной безопасности России. В Нечерноземной зоне России значимое место отводится зерновым культурам, важнейшей из которых является овес.[1]

Зерно овса является ценным сырьём для изготовления продуктов детского, диетического и лечебного питания (например, в рационе больных целиакией), так как белки овса легко усваиваются организмом и содержат в своем составе незаменимые аминокислоты. Зерна овса богаты органическими соединениями железа, кальция, фосфора и содержат значительное количество витаминов, особенно группы В [2-3].

Так же важной задачей АПК Российской Федерации является увеличение экспортируемой продукции растениеводства. По данным экспертно-аналитического центра агробизнеса, в 2023 году Россия стала вторым по величине производителем овса в мире после Европейского Союза с объемом производства овса около 4,1 млн тонн. В Евросоюзе было произведено 7,4 млн тонн. В 2024 году Россия экспортировала более чем в три раза больше овса, чем годом ранее. И если в нашей стране популярность этого злака постепенно угасает, то в Китае, который стал самым активным импортером, потребление растет.

Для устойчивого получения урожая высоко качества и сокращения его потерь от вредителей, необходима оптимизация совместного применения минеральных удобрений и средств защиты растений.

Фосфорорганические препараты являются мощным компонентом интегрированной защиты растений и работают, когда препараты с другими механизмами действия имеют низкую эффективность. Диметоат имеет системный механизм, помимо контактного и кишечного действия, что способствует качественному проведению защитных мероприятий [4].

Одним из основных элементов наиболее необходимых растениям является магний, т.к. он играет ключевую роль в фотосинтезе растений, и, как следствие, в репродуктивном развитии растений, влияя на качество и количество урожая.

Недостаток магния длительное время может оставаться незаметным. Углеводы, вследствие нарушения транспорта, накапливаются в листьях растений и не участвуют в развитии корневой системы, что приводит к уменьшению усвоения питательных веществ почвенного раствора. Слабая корневая система в начальный период ограничивает возможность получения влаги из более глубоких слоев почвы, что приобретает особую важность в период засухи, так как магний практически полностью поступает в растения из почвенного раствора. [5]

Еще одним важным элементом, напрямую влияющим на урожай и качество зерна овса, является сера. Она входит в состав аминокислот, белков и других органических соединений. В составе незаменимых аминокислот сера входит в клейковинные белки зерна. Так же она принимает участие в белковом и липидном обменах, процессах дыхания и фотосинтеза, активирует синтез хлорофиллов. [6]

В связи с этим нами было исследована и обоснована оптимизация совместного применения диметоата с сульфатом магния для получения урожаев овса высокого качества.

Методика исследований. Полевые исследования по влиянию совместного применения сульфата магния и диметоата на урожайность овса были проведены в 2023 и 2024 годах в Глинковском районе Смоленской области, на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах.

Инсектицид на основе д.в. диметоат применяли в концентрации 400 г/л, в форме концентрата эмульсии, норма расхода препарата составляла 1,0 л/га.

Сульфат магния применяли в дозе 15 кг/га. Смесью диметоата с сульфатом магния обрабатывались вегетирующие растения в фазу выход в трубку – кущение.

Объектами исследований были Пьявицы-*Ouleta melanopus L*, овес яровой голозерный сорта «Немчиновский – 61».

Схема опыта состояла из 5 вариантов в 4-х кратной повторности.

Почвы опыта были дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые, слабокислые, содержание гумуса 1,7%. Обеспеченность почв фосфором высокая, калием – средняя.

Схема опыта

1. Контроль без удобрений и обработок
2. Фон ($N_{45}P_{45}K_{45}$)
3. Фон + 15 кг/га $MgSO_4$
4. Фон + диметоат (400 г/л) 1,0 л/га
5. Фон + диметоат (400 г/л) 1,0 л/га + 15 кг/га $MgSO_4$

Результаты исследований.

Биологическая урожайность яровой пшеницы на опытных участках, обработанных инсектицидом с д.в. диметоат (400 г/л) с нормой расхода 1,0 л/га составила в 2023 году 17,1 ц/га и 12,8 ц/га в 2024 году. При совместном применении диметоата и сульфата магния урожайность составила 19,1 ц/га и 15,6 ц/га соответственно в 2023 и 2024 году. Общее снижение урожайности в 2024 году обусловлено неблагоприятными погодными условиями, а именно засухой (рис.1). В вариантах с применением сульфата магния, диметоата, а так же их совместным применением получены достоверные прибавки урожая зерна в сравнении как с контрольным вариантом, так и с фоновым (таблица).

Таблица - Урожайность овса по вариантам опыта

Варианты опыта	Урожайность зерна по повторностям, ц/га				Средняя урожайность ,ц/га	Прибавка урожая	
	1	2	3	4		ц/га, к контролю	% к контролю
2023 год							
Контроль (без удобрений и обработок)	16,1	16,5	16,4	16,3	16,3	-	-
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ - фон	21,3	22,2	21,8	20,9	21,5	5,2	31,9
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + MgSO ₄	22,9	23,5	23,9	22,3	23,1	6,8	41,7
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ +диметоат	22,4	22,5	22,6	22,8	22,6	6,3	38,7
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ +диметоат+MgSO ₄	25	24,6	24,8	25,2	24,9	8,6	52,8
НСР _{0,05} = 0,62							
2024 год							
Контроль (без удобрений и обработок)	12	13,5	13,4	12,9	12,9	-	-
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ - фон	16,4	15,3	15,5	15,6	15,7	2,8	21,7
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + MgSO ₄	19	18,5	17,6	17,6	18,2	5,3	41,1
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ +диметоат	16,9	16,6	16,4	16,8	16,7	3,8	29,5
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ +диметоат + MgSO ₄	20,7	20	20,2	20,2	20,3	7,4	57,4
НСР _{0,05} =0,8							

Выводы. В результате проведенных двухлетних исследований получены прибавки урожая овса по отношению к контролю во всех вариантах опыта, но наибольшая прибавка урожая была в варианте с совместным применением диметоата и сульфата магния - 52,8% и 57,4% в 2023 и 2024 году соответственно. Урожайность в контроле – 16,3 ц/га и 12,9

ц/га. Общее снижение урожайности в 2024 году связано с засухой в период кущение-выход в трубку-колошение (рисунок).

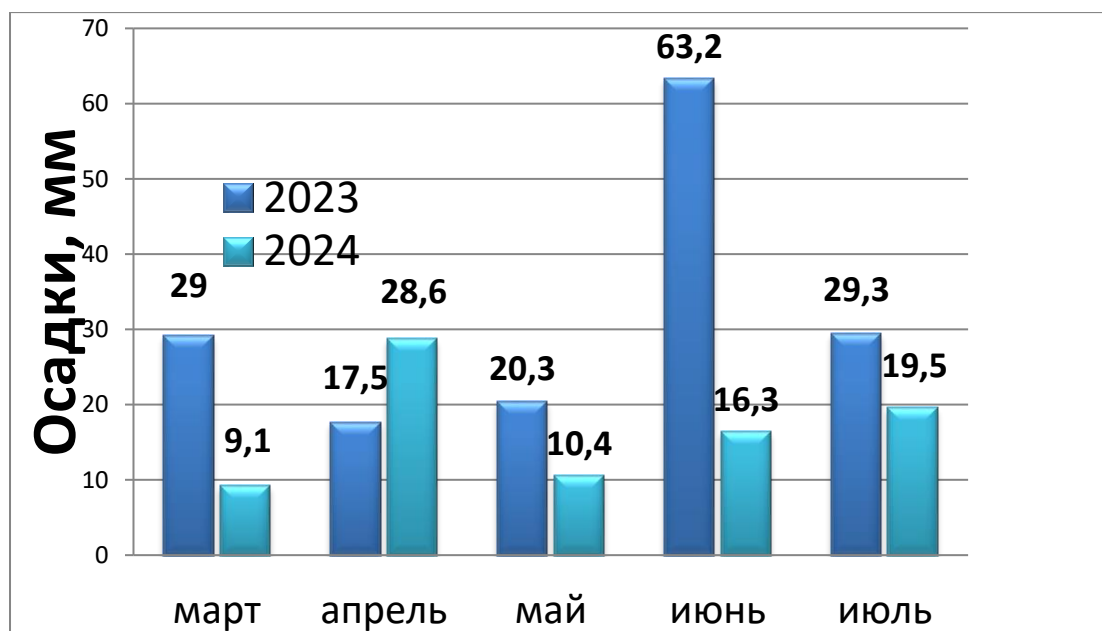


Рисунок - Количество выпавших осадков за период вегетации в 2023 и 2024 г.г.

Список использованных источников

1. Аканова Н.И., Козлова А.В., Мухина М.Т. Роль магния в системе питания растений // *Агрохимический вестник*. 2021. №6. С. 66-72.
2. Чекина М.С., Меледина Т.В., Баталова Г.А. Перспективы использования овса в производстве продуктов специального назначения // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2016. № 43. С. 20-25.
3. Шаболкина Е.Н., Шевченко С.Н., Баталова Г.А., Васин А.В., Анисимкина Н.В., Бишарев А.А. Изучение биологической ценности белка зерна овса голозерного//*Зернобобовые и крупяные культуры*. 2020. №2 (34). С. 78-83.
4. Белошапкина О.О., Гриценко В.В., Митюшев И.М., Чебаненко С.И. *Защита растений: фитопатология и энтомология: учебник*. - Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 477 с.
5. Аристархов, А.Н. Агрохимическое обоснование применения магниевых удобрений / А.Н. Аристархов // *Плодородие*. – 2002. – № 3. – С. 15–17.
6. Медведев С.С. *Физиология растений: учебник*. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 512 с.

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РАЗРУШЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ НЕОНИКОТИНОИДОВ И ПИРЕТРОИДОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ В СОЧЕТАНИИ С БОРОМ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ ПЕРВОЙ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ

А.С. Поликарпов

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

E-mail: antonpolikarpov@list.ru

Аннотация. Интегрированная защита ярового рапса является одним из определяющих факторов для формирования высоких и стабильных урожаев. Применение химических средств защиты растений совместно с микроэлементами [8] позволяет продлить защитное действие применяемых препаратов и как следствие избежать потерь урожая. В настоящей работе представлены результаты по изучению динамики разрушения остаточных количеств действующих веществ при совместном применении смесового инсектицидного препарата с бором и его влияние на качество, и безопасность продукции [1].

По результатам проведенных анализов по изучению динамики распада остаточных количеств в продукции установлено, что уровень содержания действующих веществ не превышал максимально допустимых уровней [1] во всех вариантах, а в варианте с совместным применением микроэлемента остаточные количества пестицидов находились дольше в образцах растительной продукции, в то время как в варианте без – распадались не далее второго отбора.

Ключевые слова: инсектицид, бор, рапс, хроматография, защита растений, агрохимия.

Введение. Яровой рапс имеет огромное хозяйственное значение, как масличная и кормовая культура. В составе семян рапса содержание масла достигает рекордных 50%. Также в них есть 30% белка, 7% клетчатки и 25% безазотистых веществ. Рапс относится к семейству капустных, для которых важнейшим элементом для развития является бор. Потребность рапса в боре в 10 раз выше, чем у зерновых культур [2].

Применение химических средств защиты растений является одним из важнейших приёмов повышения урожайности этой культуры, так как повреждение посева широким спектром насекомых существенно снижает его продуктивность. Потенциальные потери урожая от вредных организмов в настоящее время могут достигать 25–35%, а в годы массовых размножений до 65%. Помимо этого, 10–15% сельскохозяйственной продукции теряется от вредителей и болезней при хранении. В связи с этим, система защиты растений рассматривается как важная агрономическая, экономическая и экологическая проблема.

Для получения стабильных, высоких и качественных урожаев необходимо совершенствование систем защиты посевов от вредных организмов. И одним из таких путей может быть внесение микроэлементов, повышающих качество и количество урожая, в сочетании с химическими средствами защиты растений.

Методика и материалы исследований. Опыты проводились на базе Калужского филиала РГАУ-МСХА на дерново-подзолистых почвах с содержанием гумуса 2,1%; pH = 6,7 [3]. Размер делянки – 25 м², повторность опыта четырехкратная. Исследования проводились в ходе полевого сезона 2024 г.

В вариантах опыта был контрольный вариант посевов рапса без обработки препаратом и без внесения удобрений чтобы исключить влияние вносимых удобрений, контрольный вариант без обработки инсектицидным препаратом, но с внесением под рапс NPK60 [3], вариант с обработкой посевов рапса совместно с микроэлементом в баковой смеси и без. Обработка препаратом исследовалась в двух нормах расхода. Бор вносился в количестве 2 кг/га – при двукратной обработке смесевым инсектицидным препаратом до цветения и после цветения по 1 кг/га с каждой обработкой. Всего в исследовании было 6 вариантов опытных делянок (таблица).

В опыте применялся трехкомпонентный смесевой инсектицидный препарат на основе имидаклоприда, тиаметоксама и лямбда-цигалотрина в форме концентрата суспензии.

Таблица - Схема опыта

№ п/п	Вариант опыта	Норма расхода препарата	Внесение удобрений
1	Контроль без обработки и без удобрений	-	-
2	Контроль без обработки с внесением удобрений	-	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
3	Обработка смесевым препаратом без добавления микроэлементов	0,12 л/га	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
4	Обработка смесевым препаратом без добавления микроэлементов	0,10 л/га	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
5	Обработка смесевым препаратом с добавлением микроэлементов (В)	0,12 л/га	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
6	Обработка смесевым препаратом с добавлением микроэлементов (В)	0,10 л/га	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀

Определение динамики разрушения действующих веществ препарата проведено в соответствии с метрологически аттестованными методическими указаниями. Вещества из группы неоникотиноидов (тиаметоксам и имидаклоприд) детектировались с помощью метода высокоэффективной

жидкостной хроматографии с применением диодноматричного детектора с изменяемой длиной волны [5,6], а для определения пиретроидов (лямбда-цигалотрина) использовали метод газовой хроматографии в сочетании с детектором по захвату электронов [7].

Отбор проб растительного материала проводили на 0, 7, 14 и 21 сутки после последней обработки [4]. Пробы отбирали отдельно с каждой делянки по вариантам, из них готовили средний образец (по одному на вариант) и в условиях лаборатории анализировали две аналитические пробы.

Результаты исследований. В ходе проведенных исследований по изучению динамики распада действующих веществ было установлено, что в 3 варианте опыта (табл.1) содержание остаточных количеств тиаметоксама и имидаклоприда в зеленой массе рапса в день последней обработки было обнаружено в количестве 1,37 и 0,89 мг/кг соответственно, а в 4 варианте опыта (табл.1) уровень остаточных количеств тиаметоксама и имидаклоприда в зеленой массе рапса в день последней обработки был определен в количестве 0,98 и 0,55 мг/кг соответственно. Во все последующие сроки отбора проб остаточное содержание тиаметоксама и имидаклоприда в зеленой массе, семенах и масле из семян рапса не детектировались. Содержание остаточных количеств лямбда-цигалотрина в варианте опыта 3 (табл.1), в первый день отбора в зелёной массе рапса ярового составило 0,48 мг/кг и через 7 дней после – 0,19 мг/кг, а в 4 варианте опыта (табл.1) – 0,37 мг/кг в первый день отбора. Во все остальные даты отбора в зеленой массе, семенах и масле из семян рапса остаточные количества лямбда-цигалотрина не детектировались.

По результатам проведенных анализов в условиях проведения опыта в варианте 5 (табл.1), было установлено что остаточных количеств тиаметоксама в зеленой массе рапса составило 2,26, 1,47 и 0,17 мг/кг в зеленой массе рапса на 0, 7 и 14 сутки после последней обработки соответственно. В семенах и масле рапса остаточные количества тиаметоксама не детектировались. Содержание имидаклоприда в растительной продукции было установлено в количестве 1,67, 0,56 и 0,26 мг/кг а 0, 7 и 14 сутки после последней обработки соответственно. В урожайной продукции (семена и масло из семян) остаточные количества имидаклоприда не детектировались. Содержание лямбда-цигалотрина составило 0,59, 0,17 и 0,026 мг/кг соответственно на 0, 7 и 14 сутки после последней обработки, в семенах и масле из семян на 28 день отбора, остаточные количества лямбда-цигалотрина не обнаружены.

По результатам проведенных анализов в условиях проведения опыта в варианте 6 (табл.1), было установлено что остаточных количеств тиаметоксама в зеленой массе рапса составило 1,97, 0,93 и 0,22 мг/кг в зеленой массе рапса на 0, 7 и 14 сутки, после последней обработки соответственно. В семенах и масле рапса остаточные количества тиаметоксама не детектировались. Содержание имидаклоприда в растительной продукции было установлено в количестве 1,34, 0,88 и 0,13

мг/кг а 0, 7 и 14 сутки после последней обработки соответственно. В урожайной продукции (семена и масло из семян) остаточные количества имидаклоприда не детектировались. Содержание лямбда-цигалотрина составило 0,59, 0,19 мг/кг соответственно на 0 и 7 сутки после последней обработки, в остальных отборах зеленой массы, семян и масла из семян, остаточные количества лямбда-цигалотрина не детектировались.

Выводы. Полученные результаты по изучению динамики распада действующих веществ, позволяют сделать вывод о том, что в варианте опыта с совместным применением многокомпонентного инсектицидного препарата и бора остаточные количества препарата дольше удерживаются в растении, на протяжении периода вегетации. Этот эффект позволяет пролонгировать защитное действие и устойчивость растений против вредных организмов, и не оказывает негативного влияния на безопасность потребляемой продукции.

Список использованных источников

1. ГН 1.2.3111-13 Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень) с дополнениями от 27 февраля 2014 г. N 30362.
2. Григорьев Е.В., Постовалов А.А., Реакция ярового рапса на обработку посевов жидкими минеральными удобрениями, Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, стр. 60-63, 2018г.
3. В.В. Кидин, С.П. Торшин. Агрохимия. Учебник. – М.: Проспект, 2018. – 608 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. С-Пб., 2009.
5. Методические указания МУК 4.1.1949-05, методические указания по определению остаточных количеств имидаклоприда в зеленой массе, зерне и соломе зерновых колосовых культур, зеленой массе, семенах и масле рапса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.
6. Методические указания МУК 4.1.1805-03, методика определения остаточных количеств тиаметоксама в капусте, зеленой массе, семенах и масле рапса горчицы, смородине методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.
7. Методические указания МУК 4.1.1430-03, определение остаточных количеств лямбда-цигалотрина в воде, зерне, соломе и зеленой массе зерновых колосовых культур, зерне и зеленой массе кукурузы, капусте, зерне гороха, корнеплодах и ботве сахарной и кормовой свеклы, в семенах и масле рапса, сои и горчицы методом газожидкостной хроматографии.
8. Плевко Е.А., Мастеров А.С., Бышов Н.В., Журавский А.С., Эффективность некорневой обработки микроудобрениями крестоцветных культур, Вестник Рязанского Государственного Агротехнологического Университета им. П.А. Костычева, стр. 40-48, 2017г.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЁМАХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

С.С. Полякова^{1,2}, С.Л., Елисеев², Н.Н. Яркова², Д.С. Фомин¹

¹ «Пермский НИИСХ» - филиал ПФИЦ УрО РАН

² ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

E-mail: ss.polyakova@yandex.ru

Аннотация. Приведены результаты исследований 2023 года, направленные на формирование оптимального стеблестоя сортов ярового ячменя за счет подбора оптимальной нормы высева, с интервалом от 3,5 до 5,5 миллионов всхожих семян на гектар. Установлено, что наибольшая урожайность ярового ячменя – 4,15 и 4,68 т/га получена на варианте с нормой высева 4,5 млн всхожих зерен на гектар при обработке семян перед посевом у сортов Родник Прикамья и Памяти Чепелева соответственно.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорта, нормы высева, фунгицид, урожайность.

Введение. В комплексе агротехнических мероприятий, направленных на повышение урожайности и качества сельскохозяйственной продукции, важное место принадлежит внедрению новых сортов, более полному использованию их потенциальных возможностей, разработке и совершенствованию технологии возделывания [1]. В почвенно-климатических условиях Пермского края возможно получать продукцию 2 класса качества ячменя ярового на зерно. При этом, учитывая районы возделывания, в некоторых из них реальным будет получение продукции 1 класса качества. Относительно хорошо изучены посевные качества семян ячменя при различных агрономических технологиях, но вопросы возделывания ячменя на продовольственные и крупяные цели стоит открытым, неизученным и остаётся ещё актуальным. Однако получение некачественного зерна возникает при несоблюдении технологии возделывания ярового ячменя, при этом может отмечаться уменьшение числа продуктивных стеблей, размера колоса и количества в нем колосков и цветков, массы 1000 зёрен, что отрицательно сказывается и на урожае зерна [2].

Материалы, методы и объекты исследований. Цель исследований - определить влияние норм высева на элементы структуры урожайности сортов ярового ячменя отечественной селекции с применением фунгицида в условиях Среднего Предуралья. В задачи исследований входили оценка урожайности и качества зерна ярового ячменя в зависимости от приёма обработки перпаратом и нормы высева. Исследования проводили в 2023 году на опытном поле «Пермского НИИСХ» - филиала ПФИЦ УрО РАН. В опыте изучали сорта ярового ячменя – Родник Прикамья и Памяти Чепелева (фактор А); нормы высева от 3,5 до 5,5 млн всх. шт./га с шагом 0,5

млн всх. шт./га (фактор В); приёмы обработки фунгицидом Комфорт, КС – без обработки, обработка семян, обработка посевов, комплексная обработка (семян и посевов) (фактор С).

Опыт трёхфакторный, повторность в опыте 4-х кратная. Размещение вариантов систематическое методом расщепленной делянки в 4 яруса. Для обработки семян и посевов применяется химический системный фунгицид Комфорт, КС. Обработку семян проводили за сутки до посева. Обработку посева – в фазе начала выхода в трубку ячменя, поперек посевов. Доза расхода препарата – Комфорт, КС: обработка семян 1 л/т (норма расхода рабочей жидкости 10 л/т), обработка посевов – 0,5 л/га (норма расхода рабочей жидкости 300 л/га). Закладка опыта и статистическая обработка полученных результатов проведены по Б.А. Доспехову [3].

Результаты исследований. Опыт закладывали на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве, наиболее распространенной в Среднем Предуралье. Вегетационный период 2023 г. в Пермском крае был умеренно теплым и очень сухим. Главной его особенностью стала засуха, которая началась еще в апреле. Засуха стала самой продолжительной за всю историю наблюдений в Пермском крае. Особенно сухой была первая половина лета, за которую выпало не более 40 % нормы осадков. Во второй половине количество осадков было ближе к норме, хотя и выпадали они в основном в виде локальных ливней (вплоть до 27-28 августа, когда прошли обильные дожди) [4].

Однако нетипичные для Пермского края погодные условия 2023 года позволили достигнуть урожайность в 3,79-4,37 т/га в среднем по сортам, когда средняя урожайность по Пермскому краю составила 2,1 т/га. В засушливых условиях наибольшую урожайность сорта Родник Прикамья возможно получить при норме высева 4,5 млн/га всхожих семян и при протравливании семян перед посевом – 4,15 т/га, но оптимальной нормой высева следует считать 4,0 млн/га, в связи с тем, что различия снижение урожайности незначительно. Сорт Памяти Чепелева следует высевать с нормой высева 3,5 млн/га без применения фунгицида.

Обработка семян перед посевом и комплексное применение фунгицида (обработка семян и посевов) оказало положительное влияние на формирование продуктивных стеблей по обоим сортам и на всех нормах высева, что доказывает эффективность применения препарата Комфорт, КС на яровом ячмене в условиях Пермского края.

Высокий процент выживаемости (95-97%) ярового ячменя обосновывается достаточным увлажнением в критические периоды и количеством необходимого тепла в периоды роста и развития. Средняя полевая всхожесть ярового ячменя в 2023 г. – 60%, это обосновывается недостатком влаги в почве и аномальной жарой на начальных фазах развития культуры.

В среднем по сортам при различных агротехнических приёмах полевая всхожесть составила 60 %, между сортами разницы не доказываются. Норма

высева не влияет на полевую всхожесть ячменя, приём по обработке препаратом Комфорт, КС семян и при его комплексном использовании в посевах и при обработке семян оказывает достоверное существенное влияние на всех изучаемых вариантах, дают прибавку урожая на 40-50 % от контроля (без обработки).

Преимущество сорта Памяти Чепелева по урожайности получено не за счёт густоты продуктивного стеблестоя на единице площади, которая была меньше, чем у сорта Родник Прикамья на 7 %, а за счёт продуктивности колоса и числа зёрен в колосе. Число зёрен в колосе преобладало у сорта Памяти Чепелева – 29,8 шт., что достоверно больше, чем у сорта Родник Прикамья. Применение фунгицида достоверно снизило количество зёрен в колосе по всем вариантам ($НСР_{05}=3,9$ шт.).

Другим важным показателем продуктивности колоса является масса 1000 зёрен. Наибольшее значение массы 1000 зёрен (48,7 г) обеспечил приём обработки семян перед посевом с нормой высева 3,5 млн всхожих семян на га сорта Родник Прикамья, однако это прибавка не достоверна. Применение фунгицида на нормах высева 5 и 5,5 млн всх.семян/га при возделывании сорта Родник Прикамья даёт существенную прибавку данного показателя, в вариантах с обработкой семян перед посевом и комплексное применение фунгицида (при $НСР_{05}=0,6$ г). Увеличение нормы высева сорта Родник Прикамья приводит к уменьшению массы 1000 зёрен, что достоверно доказывается ($НСР_{05}=0,7$ г). Масса 1000 зерён на сорте Памяти Чепелева оказалась менее отзывчивой на агротехнические приёмы возделывания, тенденция соответствует сорту Родник Прикамья, однако разница в показателях незначительна.

Выводы. Таким образом, полученные результаты по урожайности подтверждаются данными показателей структуры. Преимущество сорта Памяти Чепелева по урожайности получено не за счёт густоты продуктивного стеблестоя на единице площади, которая была меньше, чем у сорта Родник Прикамья, а за счёт продуктивности колоса и числа зёрен в колосе.

Список использованных источников

1. Плотникова, Т. С. Повышение экономической эффективности производства основных видов сельскохозяйственной продукции (на примере Пермского края) / Т. С. Плотникова // Молодой ученый. – 2022. – № 46(441). – С. 432-435.
2. Рыжов, И. А. Значение технологии возделывания сельскохозяйственных культур в повышении эффективности растениеводства / И. А. Рыжов // Биология в сельском хозяйстве. – 2016. – № 3(12). – С. 14-17. – EDN XAYFBV.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)/Б.А. Доспехов, - МОСКВА: Колос., 2012.- 352 с.

4. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928;(20):165-177.

УДК 631.811.98

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ КАРТОФЕЛЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

А.С. Пономарева, М.Е. Ламмас

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

E-mail: anik_ponomareva@mail.ru

Аннотация. Статья носит обзорный характер и посвящена вопросам ценности картофеля, как одной из важнейших продовольственных культур мира и, в частности, России. Приведены современные данные, позволяющие оценить масштабы распространения и высокую целесообразность выращивания картофеля в современном мире. По оценкам ФАО, площадь возделывания картофеля в странах мира составляет 19 млн га, а общий объем мирового производства картофеля оценивается на уровне 378 млн т. На продовольственное потребление приходится примерно две трети урожая картофеля (64%), на корм для животных – 12%, на семенные и другие цели – 21%.

Перспективы использования картофеля включают в себя селективные работы над созданием новых сортов с лучшими показателями урожайности, устойчивостью к болезням и адаптацией к экстремальным условиям. Также важны инновации в области технологий производства и обработки картофеля, что позволит оптимизировать процессы и улучшить качество конечной продукции.

Ключевые слова: картофель, продовольственная безопасность

Введение. Картофель является третьей по важности продовольственной культурой с точки зрения мирового потребления, а также лидером планеты по урожайности. Его адаптируемость к различным климатическим условиям, простота хранения и высокая питательная ценность делают картофель незаменимым продуктом для обеспечения продовольственной безопасности.

Картофельная промышленность играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Производство картофеля важно как для удовлетворения внутреннего спроса на этот продукт, так и для экспорта. От картофельной промышленности зависит доступность картофеля на рынке, его качество и цена. Картофель подвергается переработке в различные виды продуктов, что дополнительно увеличивает его ценность на рынке. Распределение картофеля также играет важную роль, обеспечивая его доступность в разных регионах страны. Таким образом, картофельная промышленность является неотъемлемой частью стратегии обеспечения продовольственной безопасности и экономического развития страны [1,4].

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности показатель по производству картофеля в РФ не должен опускаться ниже 95% от уровня самообеспеченности. Пока этого можно достичь, в основном, за счет зарубежных сортов. В связи с этим в России активно развиваются научные исследования, связанные с селекцией картофеля и внедрением современных агрономических технологий. Использование генетически улучшенных сортов позволяет существенно повышать урожайность и качество клубней.

Обсуждение. В глобальном масштабе за последние десятилетия наблюдалось значительное увеличение производства картофеля во многих регионах и странах, хотя этот рост сопровождался прежде всего расширением площадей и, во вторую очередь, повышением уровня урожайности. Традиционно наибольшие объемы мирового производства картофеля сосредоточены в умеренной зоне северного полушария, где его выращивают преимущественно в течение летнего сезона в основном как товарную культуру и поэтому для многих производителей он является важным источником дохода. При этом отчетливо прослеживается тенденция смещения производства картофеля в сторону развивающихся стран, преимущественно в Азии и Африке. На продовольственное потребление приходится примерно две трети урожая картофеля (64%), и для сотен миллионов человек картофель остается одним из важнейших и даже основных продуктов питания. Вместе с тем во многих регионах мира значительную часть производимого картофеля используют не только для питания людей, но также и на корм животным. В странах Европы этот показатель оценивается на уровне 19%, Азии – 12%. На семенные цели в среднем по странам мира используют 9% от общего объема производимого картофеля, в то время как в Европе этот показатель составляет 15% [3]. Начиная с 2005 года, общий объем производства картофеля в развивающихся странах впервые превысил сложившиеся показатели производств картофеля в странах развитых. Ситуация в мире меняется, однако десятка крупнейших производителей культуры осталась прежней.

1. Китай - более 99,2 млн.
2. Индия - около 48,2 млн.
3. Россия - около 29,9 млн.
4. Украина - около 22,2 млн.
5. США - около 20,5 млн.
6. Германия - около 11,4 млн.
7. Бангладеш - более 11,0 млн.
8. Польша - около 10,3 млн.
9. Нидерланды - около 7,9 млн.
10. Франция - около 7,4 млн.

Производство картофеля сталкивается с рядом угроз и вызовов, особенно это касается вредителей и болезней, таких как фитофтороз и его различные формы, а также бактериальное увядание, черная ножка,

колорадский жук, увядание листьев, цистообразующая нематода и многие другие. Добиться столь желаемого расширения масштабов выращивания и потребления картофеля, не позволяя также недостаткам цепочки производства и сбыта этой культуры, начиная с низкой доступности качественных семян, нерациональных методов ведения сельского хозяйства и ненадлежащих условий хранения и переработки и заканчивая ограниченным доступом к рынкам [2,4]. Также, что касается вызовов, то основной проблемой для картофелеводов по всему миру остаются постоянно дорожающие семена, удобрения и средства защиты растений.

В России по итогам 2023 года производство картофеля выросло более чем на 9%. Это стало возможным за счет самой высокой с начала 1990-х годов урожайности. По данным Росстата, в 2023 году в общей структуре посевной площади всех сельскохозяйственных культур на картофель приходилось 1,32%. Как показывает динамика, несмотря на снижение посевных площадей на 13 тыс. га в ушедшем году, урожай картофеля по отношению к предыдущему периоду вырос на более чем 9%, до 20,5 млн т.

Увеличение производства продукции стало возможным за счет увеличения урожайности на 9,3%, до 190 ц/га. Это самый высокий показатель урожайности картофеля за последние 30 лет в России. Увеличению валового сбора способствовало расширение площадей в СХО, КФХ и ИП,

Стоит отметить, что за шесть лет площади посева снизились на 23,7%, до 777 тыс. га, а доля ЛПХ в валовом сборе уменьшилась на 21,7% – до 11,9 млн т.

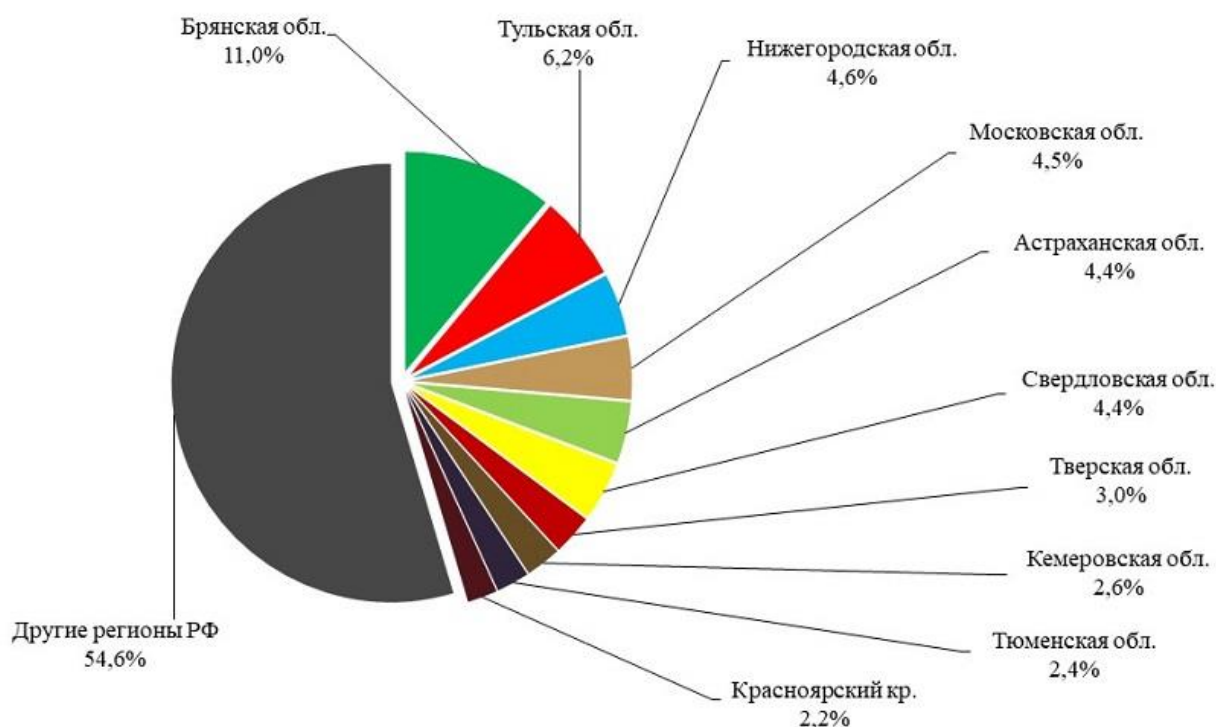
В то же время вырос товарный сектор: за последние три года СХО и КФХ нарастили площади посадки картофеля на 9,7%, до 170 тыс. га, ИП — на 11,9%, до 141 тыс. га. При этом валовой сбор в данном секторе за 2021-2023 гг. увеличился на 28,4%, до 8,6 млн т. Это рекордный показатель за последние 30 лет.

В 2024 году площади выращивания картофеля в промышленном секторе картофелеводства составили 279,8 тыс. га. За год (к 2023 году) они сократились на 10,8% (на 33,9 тыс. га), за 5 лет - на 8,4% (на 25,5 тыс. га), за 10 лет - на 12,9% (на 41,3 тыс. га) (данные по сельскохозяйственным организациям и крестьянско-фермерским хозяйствам, без учета хозяйств населения) [5].

Сокращение посевных площадей картофеля привело и к снижению сборов. Официальная статистика о ходе уборки картофеля в 2024 году еще не представлена. Однако, анализируя статистику цен за июль 2024 года можно сделать вывод, что цены на картофель нового урожая в оптовом звене были в среднем на 42,2% выше уровня цен годичной давности.

В июле картофель собирают главным образом на Юге страны. Краснодарский край является ключевым регионом, формирующим рынок раннего картофеля. Площади здесь под картофелем (практически все площади картофеля в регионе заняты именно под ранний картофель) в 2024 году сократились на 23,0% до 4,6 тыс. га.

Доля ТОП-10 регионов РФ в общих посевных площадях
картофеля в 2024 году, %
Общая площадь – 279,8 тыс. га



Источник: Росстат

Рисунок 1 - Доля регионов РФ в общих посевных площадях картофеля, 2024 г.

Помимо Краснодарского края рынок раннего картофеля формируется и за счет других регионов Юга страны. В Ростовской области площади сократились на 16,2% до 5,9 тыс. га, в Ставропольском крае – на 9,1% до 5,5 тыс. га.

Единственный крупный регион выращивания раннего картофеля, где площади несколько выросли — это Астраханская область (прирост на 1,0% до 12,4 тыс. га), но только за счет одного региона это не позволило сформировать предложение картофеля сопоставимое с прошлогодним.

Помимо сокращения размеров площадей, на объем сборов может оказать влияние и изменение отдачи с единицы площади. Высока вероятность того, что урожайность картофеля по итогам 2024 года будет заметно ниже, чем в 2023 году. Учитывая статистику сокращения площадей и отталкиваясь от среднегодовой за прошедшие 5 лет урожайности, можно оценить объем производства картофеля в 2024 году в 6859,0 тыс. тонн против 8 571,0 тыс. тонн годом ранее.

Также достаточно остро стоят вопросы переработки и хранения полученной продукции. По данным Минсельхоза РФ, емкость единовременного хранения овощей и картофеля в стране на текущий момент составляет 8,8 млн т продукции, к декабрю 2025 года она должна достичь 9,3 млн т, а к 2026 году планируется ввести еще 521,2 тыс. т мощностей. При этом

рекордные с 2017 года мощности на 350 тыс. т картофеля и овощей были введены в 2022 году. По оценке Центра макроэкономического и регионального анализа и прогнозирования РСХБ, увеличение мощностей хранения картофеля и овощей позволит не только увеличить срок хранения отечественной продукции и реализовывать ее в межсезонье, но и существенно сократить долю пищевых отходов и сельскохозяйственных потерь в период хранения и реализации продукции, а также увеличить добавленную стоимость продуктов.

Выводы. Использование картофеля для обеспечения продовольственной безопасности страны сталкивается с рядом вызовов и открывает перспективы для развития сельского хозяйства. Один из главных вызовов - увеличение потребления и производства картофеля в условиях изменения климата. Также важно обеспечить эффективное хранение и транспортировку урожая, чтобы сохранить качество и противостоять потерям. Перспективы использования картофеля включают в себя селективные работы над созданием новых сортов с лучшими показателями урожайности, устойчивостью к болезням и адаптацией к экстремальным условиям. Также важны инновации в области технологий производства и обработки картофеля, что позволит оптимизировать процессы и улучшить качество конечной продукции. Решение этих вызовов и эффективное использование перспективных возможностей помогут обеспечить стабильное производство и доступ к питательной и важной для продовольственной безопасности культуре.

Список использованных источников

1. Карманов СЛ., Кирюхин В.П., Коршунов А.В. Урожай и качество картофеля. - М.: Россельхозиздат, 1988. - 167 с.
2. Актуальные направления развития селекции и семеноводства картофеля в России / Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, С.В. Жевора, А.В. Митюшкин, А.А. Журавлев, А.В. Митюшкин, А.С. Гайзатулин // Картофель и овощи. 2020. №12. С. 22-26.
3. Анисимов Б.В. Мировое производство картофеля: тенденции рынка, прогнозы и перспективы (аналитический обзор) // Картофель и овощи. 2021. №10. С. 3-8.
4. Малько А.М., Говоров Д.Н., Николаев Ю.Н., Живых А.В., Андросова О.В., Бударова Н.А. Россельхозцентр работает на продбезопасность страны // Картофель и овощи. 2022. №2. С. 3-6.
5. Экспертно-аналитический центр агробизнеса "АБ-Центр" www.ab-centre.ru.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛИГНОСУЛЬФОНАТА НАТРИЯ НА РЯД
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА**

Т.Н. Попова, М.Г. Юркевич

Карельский Научный Центр РАН, г. Петрозаводск

E-mail: tatiana99popova@mail.ru

Аннотация. Лигносультонат натрия – водорастворимый побочный продукт, получаемый при сульфитном способе производства целлюлозы. В модельном эксперименте исследовали влияние лигносульфоната натрия на некоторые агрохимические показатели дерново-подзолистого суглинистого почво-грунта. Для модельных экспериментов использовали несколько типов почв: торф верховой, дерново-подзолистые почвы разного гранулометрического состава (песчаную, суглинистую). Лигносультонат натрия вносили в почво-грунт в концентрациях 1 %, 2,5 %, 5 % и 10 % от веса сухой почвы. Образцы инкубировали при постоянной температуре (23 °С), постоянной влажности 70 % в течение 90 дней. Результаты исследований показали, что при внесении лигносульфанаа натрия, в зависимости от дозы внесения отмечается достоверное увеличение содержания нитратного и аммиачного азота, подвижного фосфора и обменного калия. Исследования показали, что в ряду изученных валовых (Fe, Mn, Cu, Zn, Ti, Al, Ni, Co, Cr, Cd, Mo) и подвижных форм (Cu, Zn, Ti, Al, Ni, Co, Cr, Cd, Mo) металлов корреляционная связь с дозой добавки не обнаружена. Но прослеживается положительная зависимость в отношении валовой и подвижной форм Pb и подвижных форм Fe и Mn ($r = 0,9$), что объясняется их исходным содержанием в промышленном растительном сырье.

Ключевые слова: лигносульфонат натрия, подзолистая суглинистая почва, агрохимические показатели почв.

В зонах рискованного земледелия существуют объективные препятствия для развития аграрного сектора экономики, что связано с экстремальным и неустойчивым климатом, а также низким естественным плодородием почв. К подобным зонам, в которых устойчивая урожайность культур подвергается постоянным рискам, относится практически весь Русский Север. Решение задачи повышения производительности сельского хозяйства, наряду с другими мерами, может быть связано с поиском новых приемов и способов повышения эффективности использования почв, в том числе и создание искусственно улучшенных почв. Научно обоснованное создание искусственной почвы позволит существенно расширить базу сельскохозяйственного производства в северных районах страны, где в связи со сложными климатическими условиями естественное восстановление плодородного слоя происходит десятилетиями. Использование результатов

данного исследования внесет вклад в укрепление продовольственной безопасности Европейского Севера нашей страны, где проживает значительная часть населения России.

Создание высокопродуктивных искусственно улучшенных почв и снижение объемов различных видов отходов целлюлозно-бумажной промышленности способствует развитию высокопродуктивного, экологически чистого сельского хозяйства. Одним из вариантов решения проблемы утилизации отходов ЦБК, является создание искусственной улучшенной почвы с использованием нескольких групп отходов целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБК), что и явилось целью наших исследований.

Одним из основных отходов ЦБК является лигносульфонат натрия. Молекула лигносульфоната содержит в своем составе химические группы, способные образовывать хелатные комплексы с катионами металлов, многие из которых являются микроэлементами, некоторыми исследователями было высказано предположение о возможности его использования в сельском хозяйстве для улучшения почвенного плодородия за счет более интенсивного поступления в растения элементов минерального питания [13-15]. Ранее на примере таких растений, как сенполия фиалкоцветная, секвойя вечнозеленая и кукуруза было показано стимулирующее действие ЛС на ростовые процессы [16]. При этом концентрации, оказывающие положительный эффект, различались в зависимости от катиона, который входил в состав лигносульфонатов, а также от вида растения. О негативном воздействии высоких концентраций лигносульфоната на растения ранее также указывалось [17].

Для достижения поставленной цели был заложен многомерный модельный почвенный эксперимент с внесением в почву лигносульфоната натрия.

Оценено влияние лигносульфоната натрия на ряд почвенных показателей, в том числе на содержание тяжелых металлов.

Для модельных экспериментов использовали несколько типов почв: торф верховой, дерново-подзолистые почвы разного гранулометрического состава (песчаную, суглинистую).

Исследования проводились в условиях модельного опыта в вегетационных сосудах. Предварительно высушенные до воздушно-сухого состояния почвы подвергали механической обработке – подзолистую почву просеяли через сито диаметром 1 мм, торфяную почву измельчали вручную. Далее в дозах 1%, 2,5%, 5% и 10% от веса сухой почвы (1 кг) вносили органическую добавку, в качестве которой использовали лигносульфонат натрия, который является побочным продуктом трансформации лигнина в процессе производства целлюлозы. После почвы увлажнили до уровня 70% от полной влагоемкости и инкубировали при постоянной температуре (23 °С) и периодическом перемешивании (1 раз в неделю) в течение 90 суток. Отбор проб на химический анализ был проведен в конце эксперимента.

После окончания периода инкубации анализировали агрохимические свойства созданных почвогрунтов. Водный и солевой рН в исходных почвенных образцах и отходах определяли потенциометрический (рН-метр Hanna, Германия). Содержание общего углерода определяли методом высокотемпературного каталитического сжигания на анализаторе ТОС-L CPN «Shimadzu» (Япония). Азот и фосфор определяли методом сжигания по Кьельдаю со спектрофотометрическим окончанием на спектрофотометре СФ-2000 (Россия). Содержание К, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Cr, Al, Co, Pb определяли атомно-эмиссионным, атомно-абсорбционным методом на атомно-абсорбционном спектрофотометре AA-7000, AA-6800 (Shimadzu, Япония). Разложение образцов для определения элементов проводилось на микроволновой системе разложения (Speedwave four Berghof, Германия). Подвижные формы тяжелых металлов определяли с использованием ацетатно-аммонийного буферного раствора методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой

Результаты исследований показали, что при внесении лигносульфоната натрия, в зависимости от дозы внесения отмечается достоверное увеличение содержания нитратного и аммиачного азота, подвижного фосфора и обменного калия.

Проведены исследования по изучению изменения содержания тяжелых металлов в почвах Карелии (подзолистая суглинистая и болотная верховая торфяная) при внесении в них отходов деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности в качестве органических добавок на примере лигносульфоната натрия. Исследования показали, что в ряду изученных валовых (Fe, Mn, Cu, Zn, Ti, Al, Ni, Co, Cr, Cd, Mo) и подвижных форм (Cu, Zn, Ti, Al, Ni, Co, Cr, Cd, Mo) металлов корреляционная связь с дозой добавки не обнаружена. Но прослеживается положительная зависимость в отношении валовой и подвижной форм Pb и подвижных форм Fe и Mn ($r = 0,9$), что объясняется их исходным содержанием в промышленном растительном сырье. Следует отметить, что содержание всех форм изученных металлов не превышало требования санитарно-гигиенических нормативов и геохимического фона, характерного для почв Карелии.

Список использованных источников

1. Liao S., Jin G., Khan M.A., Zhu Y., Duan L., Luo W., Jia J., Zhong B., Ma J., Ye Z., Liu D. The quantitative source apportionment of heavy metals in peri-urban agricultural soils with UNMIX and input fluxes analysis // *Environ. Technol. Innov.* – 2021. – Vol. 21. 101232.<https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101232>
2. Briffa J., Sinagra E., Blundell R. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans // *Heliyon.* – 2020. Vol.6.– I. 9. e04691.<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>

3. Zhuang P., McBride M.B., Xia H., Li N., Li Z. Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of Dabaoshan mine, South China // *Sci. Total Environ.* – 2009.– Vol. 407.– I. 5. – P. 1551-1561.<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.10.061>
4. Rai P.K., Lee S.S., Zhang M., Tsang Y.F., Kim K-H. Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management // *Environ.Int.* –2019. – Vol. 125.– P. 365-385.<https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.067>
5. Tóth G., Hermann T., Da Silva M.R., Montanarella L. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety // *Environ. Int.* – 2016.– Vol. 88.– P. 299-309.<https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.017>
6. Xiang M., Li Y., Yang J., Lei K., Li Y., Li F., Zheng D., Fang X., Cao Y. Heavy metal contamination risk assessment and correlation analysis of heavy metal contents in soil and crops // *Environ.Pollut.* – 2021.– Vol. 278. 116911.<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116911>
7. Khan Z.I., Ugulu I., Ahmad K., Yasmeen S., Noorka I.R., Mehmood N., Sher M. Assessment of Trace Metal and Metalloid Accumulation and Human Health Risk from Vegetables Consumption through Spinach and Coriander Specimens Irrigated with Wastewater// *Bull Environ ContamToxicol.* – 2018. – Vol. 101. – P. 787-795. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2448-8>
8. Seleiman M.F., Kheir A.M.S. Maize productivity, heavy metals uptake and their availability in contaminated clay and sandy alkaline soils as affected by inorganic and organic amendments // *Chemosphere.* – 2018.– Vol. 204.– P. 514-522.<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.04.073>
9. Федорец Н.Г., Бахмет О.Н., Медведева М.В., Новиков С.Г., Ткаченко Ю.Н., Солодовников А.Н. Тяжелые металлы в почвах Карелии. КарНЦ РАН, Петрозаводск, 2015. 222 с
10. Медведева М.В., Титова Т.С., Бахмет О.Н., Пеккоев А.Н., Харитонов В.А. Исследование влияния аэротехногенного загрязнения на накопление тяжелых металлов в системе растение-почва // *Экология и промышленность России.* – 2019. – Т. 23. – № 6. – С. 52-57
11. Docquier S., Kevers C., Lambe P., Gaspar T., Dommes J. Beneficial use of lignosulfonates in in vitro plant cultures: stimulation of growth, of multiplication and of rooting. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.*, 2007, 90: 285-291 (doi: 10.1007/s11240-007-9267-7).
12. Liu Q. Deng Y., Tang J., Chen D., Li X., Lin Q., Yin G., Zhang M., Hu H. Potassium lignosulfonate as a washing agent for remediating lead and copper co-contaminated soils. *Science of the Total Environment*, 2019, 658: 836-842 (doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.228).
13. Carrasco J., Kovács K., Czech V., Fodor F., Lucena J.J., Vértés A., Hernández-Apaolaza L. Influence of pH, iron source, and Fe/ligand ratio on iron speciation in lignosulfonate complexes studied using Mössbauer spectroscopy. Implications on their fertilizer properties. *J. Agric. Food Chem.*, 2012, 60(13): 3331-3340 (doi: 10.1021/jf204913s).

14. Хабаров Ю.Г., Вешняков В.А., Кузяков Н.Ю. Получение и применение комплексов лигносульфоновых кислот с катионами железа. Лесн. журн., 2019, (5): 167-187 (doi: 10.17238/issn0536-1036.2019.5.167).
15. Sajwan K. S., Lindsay W. L. Response of flooded rice to various sources of zinc. J. Agric. Sci., 1988, 111(1): 197-198 (doi: 10.1017/S0021859600083039).
16. Ertani A., Francioso O., Tugnoli V., Righi V., Nardi S. Effect of commercial lignosulfonate-humate on Zea mays L. metabolism. J. Agric. Food Chem., 2011, 59: 11940 (doi: 10.1007/s11240-007-9267-7).
17. Stapanian M.A., Shea D.W. Lignosulfonates: effects on plant growth and survival and migration through the soil profile. Int. J. Environ. Studies, 1986, 27(1/2): 45-56 (doi: 10.1080/00207238608710276).

УДК: 631.416.8

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СТЕПЕНЬ СОПРЯЖЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОТОРАСТВОРИМЫХ ФРАКЦИЙ СД, РВ, СУ И ZN В СЛОЯХ ЧЕРНОЗЕМА СТАЦИОНАРНОГО ОПЫТА

С.В. Пугаев, Л.Н. Прокина

Мордовский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока

E-mail: niish-mordovia@mail.ru

Тяжелые металлы (ТМ), которые вовлекаются в метаболизм живых организмов, вызывают разнообразные физиологические нарушения и снижают продуктивность и качество сельскохозяйственных растений [1]. ТМ в кормах, сырье и продуктах питания нормируются [2, 3]. Степень перехода ТМ из почвы в растения зависит от фолиарного влияния, условий выращивания [7].

Цель исследования - изучение влияния длительного внесения минеральных удобрений на трансформацию кислоторастворимых фракций (КРФ) ТМ в виде сопряженности металлов в слоях почвы.

Почву, чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый, анализировали из слоев 0-20 и 21-40 см с делянок длительного (с 1972 года) опыта. В работе [8] описаны методика опыта по Доспехову Б.А. [5] и определенные по прописи [6] результаты содержания КРФ металлов, на которые опирались в данном исследовании. Внесение удобрений в вариантах - I: контроль (без удобрений); II: P50K80; III: PK+N30; IV: PK +N90. Удобрения P_{сд}K_х вносили под основную обработку почвы, а N_{аа}- весной. Для выявления сопряженности между содержанием КРФ ТМ использовали коэффициенты корреляции (*r*) [5] и коэффициенты сходства количеств сопряженных элементов Жаккара (*J*) [4].

В слоях вариантов определены 43 пары сопряжений ТМ: в пахотном – 21 и в подпахотном – 22; с отрицательными знаками – 10 и 11 соответственно (таблица). В варианте I в каждом слое выявлено по 6 пар сопряжений металлов. В пахотном - 3, а в подпахотном 4 отрицательных. Суммы

абсолютных величин коэффициентов самыми большими оказались в пахотном слое у Zn, а в подпахотном у Cu. Коэффициенты у Pb и Zn в варианте II остались отрицательными в слоях, но выросли по величине. Сопряжение Pb-Cu стало положительным, а Pb-Cd – осталось отрицательным, но они поменялись количественными значениями между слоями. Соотношение величин Cd-Zn осталось прежним в слоях, но их абсолютные значения снизились. Два коэффициента были отрицательными. Сумма абсолютных величин коэффициентов резко выросла в пахотном слое у Pb до уровня Cd в варианте I, которая и в варианте II не изменялась. Такая сумма в подпахотном слое оказалась наибольшей у Cu.

Таблица - Корреляционные связи между КРФ ТМ в слоях почвы

Вариант опыта	Металлы	Металлы			
		Cd	Pb	Cu	Zn
I	Cd		-0,36/-0,99	0,97/-0,90	0,99/0,32
	Pb			-0,14/0,83	-0,49/-0,19
	Cu				0,93/-0,70
	Σ	2,32/2,21	0,99/2,01	2,04/2,43	2,41/1,21
II	Cd		-0,99/-0,02	-0,62/0,80	0,78/0,24
	Pb			0,60/-0,62	-0,77/-0,97
	Cu				0/0,78
	Σ	2,39/1,06	2,36/1,61	1,22/2,20	1,55/1,99
III	Cd		0/0,59	-0,21/0,45	-0,32/-0,18
	Pb			0,67/-0,96	-0,95/-0,97
	Cu				-0,86/0,99
	Σ	1,12/0,63	2,21/1,93	1,74/2,40	2,13/2,14
IV	Cd		0,97/0	0,98/-0,96	0,96/0
	Pb			0,99/0,44	0,99/-0,50
	Cu				0,99/0,56
	Σ	2,91/0,96	2,95/0,94	2,96/1,96	2,94/1,06
Опыт	Σ	8,74/4,86	8,51/6,49	7,96/8,99	9,03/6,40

Примечание: Числитель - пахотный слой, знаменатель – подпахотный.

Общее количество коэффициентов в слоях осталось прежним в варианте III по сравнению с вариантом II, но по одному стало больше отрицательных. Суммы абсолютных величин коэффициентов также максимальны у Pb в пахотном и у Cu в подпахотном слоях. Корреляции Cd с металлами усиливались в пахотном слое в варианте IV по сравнению с вариантом III и превратились в положительные, а в подпахотном корреляция с Cu стала отрицательной и по абсолютной величине в 2 раза выше. Количество коэффициентов снизилось в слоях до минимума среди вариантов. Отрицательные величины коэффициентов отсутствовали в пахотном слое, а

суммы их абсолютных значений оказались практически равновеликими. В подпахотном максимальна сумма у Cu, как и в общем по опыту. Сумма по Pb преобладала в пахотном слое 3-х вариантов из 4-х, однако наибольшей в опыте она оказалась у Zn.

Коэффициенты Жаккара (J) рассчитывали при величинах коэффициентов корреляций с $r > 0,50$.

КРФ металлов Cd, Cu и Zn имели в пахотном слое I-го варианта 3 пары соотношений, по 1 общему элементу каждая и коэффициенты сходства J=33 %. В варианте II корреляция Cd-Pb имела 2 общих элемента и J=50 %. Другие 4 взаимосвязи имели по 1 общему элементу и J=25 %. В варианте III вновь появилось (как в вар. I) соотношение Cu-Zn. Исчезла корреляция Cd-Pb, а у связей Cd-Cu и Cd-Zn величины r оказались менее 0,50. Взаимосвязи с Cu, Zn и Pb каждая (3 пары) имели по 1 общему элементу и J=33 %. Изучаемые металлы имели в пахотном слое варианта IV 6 сильных корреляций из 6 возможных. Каждое соотношение было с 2 общими элементами и с J=50 %. В тоже время, в пахотных почвах черноземов агропочвенного района IV, к которым относится опыт, не было выявлено достоверных сопряжений между большим количеством ТМ [9].

В подпахотном слое варианта I среди металлов выявлено 3 парных соотношения, по одному общему элементу каждое и J=25-33 %. В варианте II имелись соотношения Cu-Pb, Cu-Zn и Zn-Pb с 1 общим элементом и с J=25-33 %. В варианте III Pb отмечен в 3-х соотношениях, среди которых с Cu и Zn каждая и Cu-Zn с 1 общим элементом и все они с J=25-33 %. В варианте IV имеющиеся взаимосвязи металлов не имели общих элементов.

Удобрения оказали существенное влияние на степени сопряженности металлов и сходства количеств сопряженных элементов в почве опыта.

Список использованных источников

1. Башмаков Д.И., Лукаткин А.С. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений / Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. 236 с.
2. Временный максимально-допустимый уровень (МДУ) некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных / М.: Глав. управл-е ветеринарии Госагропрома СССР, 1987. 3 с.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы / СанПиН 2.3.2.1078-01. М.: Интер СЭН, 2002. 51 с.
4. Грейг-Смит П. Количественная экология растений / М.: Мир, 1967. 360 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / М.: Колос. 1985. 423 с.
6. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства М.: ЦИНАО, 1992. 61 с.

7. Пугаев С.В. Содержание и транслокация поллютантов в компонентах антропогенно измененных биогеоценозов в условиях Республики Мордовия: Автореф. дис. канд. биол. наук / Н. Новгород: ННГУ. 2013. 23 с.

8. Пугаев С.В., Прокина Л.Н. Влияние длительного применения средств химизации на содержание фракций Cd, Pb, Cu и Zn в слоях чернозема выщелоченного тяжелосуглинистого // Агрохимия. 2022. № 5. С. 43-55.

9. Пугаев С.В. О степени схождения содержания и коэффициентах схождения количества сопряженных тяжелых металлов в пахотных почвах Республики Мордовия / Научные основы современных агротехнологий в сельскохозяйственном производстве. Мат. Всеросс. науч.-практ. конф., г. Саранск, 25-26 июня 2015 г. Саранск, 2015. С. 193–201.

ИНТЕГРАЦИЯ TDR350 И ГИС ДЛЯ ТОЧНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Ш.О.Пыгамов, А.Нарбайева

Туркменский сельскохозяйственный институт

Туркменистан, г. Дашогуз

E-mail: pygamowshatlyk@gmail.com

Аннотация. В статье представлено определение засоления почв и картирование засоления сельскохозяйственных полей с использованием ГИС-технологий на основе полученных данных. В данном исследовании засоленность почвы определялась по электропроводности почвы с помощью оборудования FieldScout TDR 350 на полях Учебного хозяйства Туркменского сельскохозяйственного института. Полученные данные были нанесены на карту в QGIS, и были идентифицированы области солёности.

Ключевые слова: toprak, ГИС, проводимость почвы, FieldScout TDR 350, программное обеспечение QGIS.

Введение. Как известно, земля является общим ресурсом для всех других сфер материальной деятельности человека в сельском хозяйстве, промышленности, на транспорте. Сегодня в мире, в том числе и в нашей стране, стало ощущаться засоление почв. Сегодня важными вопросами являются эффективное использование земельных ресурсов, предотвращение деградации и засоления земель. Поэтому необходимо использовать современные методы эффективного управления земельными ресурсами, разрабатывать и совершенствовать основу инновационных методов агрохимических исследований, изучать имеющиеся возможности. Важность выбранной темы поясняют комментарии выше.

Основные методы определения засоления: Измерение электропроводности; Химический анализ; Физические методы; Биологические методы; Дистанционное зондирование. Каждый из этих методов имеет преимущества и недостатки [1].

Засоление почв является серьезной проблемой в сельском хозяйстве и может существенно снизить урожайность сельскохозяйственных культур. Для его оценки и мониторинга используются различные методы. Засоленные почвы – это почвы с высокой концентрацией растворимых солей или ионов натрия [2]. Соли удерживают почвенную воду при высоком осмотическом потенциале, что ограничивает поглощение воды и питательных веществ корнями растений. В результате снижается всхожесть и рост сельскохозяйственных культур. В конце 1970-х годов впервые было установлено, что глобальное распределение засоленных земель по всему миру составляет примерно 1 миллиард гектаров (Szabolcs, 1979; Abrol et al., 1988). [2] Основными категориями методов картирования засоленных почв являются: [5]

- ✓ Методы, основанные на почвенных картах и экспертном мнении;
- ✓ Применение дистанционного зондирования;
- ✓ Моделирование почвенных индикаторов солевых проблем.

Технологии ГИС можно использовать для создания различных типов земельных карт. Геоинформационные системы (ГИС) – это обобщенная программная система, используемая под контролем специалистов и заключающаяся в сборе, хранении, управлении, анализе, моделировании и отображении геопространственных данных природных и социальных явлений с помощью специальных инструментов [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Научно-исследовательская работа проводилась на сельскохозяйственных полях Учебно-опытного хозяйства института. Почвенные и погодные условия сельскохозяйственных полей хозяйства подходят для выращивания сельскохозяйственных культур. Но, несмотря на это, на полях есть и участки засоления. Для точного выявления засоленных территорий определяли электропроводность почвы с помощью прибора FieldScout TDR 350. Прибор Field Scout TM TDR 350 измеряет влажность почвы, электропроводность и температуру поверхности почвы [6]. Электропроводность (ЕС) зависит от влажности и засоленности почвы. Данное устройство имеет ряд удобных функций, а именно: при погружении прибора в почву нажатием кнопки «Read» он определяет температуру, влажность и электропроводность почвы и сохраняет данные в своей памяти. Устройство имеет встроенный GPS, который позволяет отображать собранные образцы в FieldScout Mobile или нескольких приложениях, связанных с ГИС. Внешние размеры устройства приведены на рисунке 1.

требований технической безопасности. Для того, чтобы прибор TDR 350 мог производить измерения, необходимо выбрать следующие параметры, а именно Rod length (длина стержня), Soil Type (тип грунта – его грансостав). После поправок на местные условия измерения были проведены в полевых условиях на площади 20х20 метров. Измерения проводились на площади 4,3 га под контуром № 7, грансостав почвы хозяйства – суглинки (рисунок 2).



Рисунок 1 - Габариты устройства TDR 350, см

Измерения с помощью прибора проводились с соблюдением

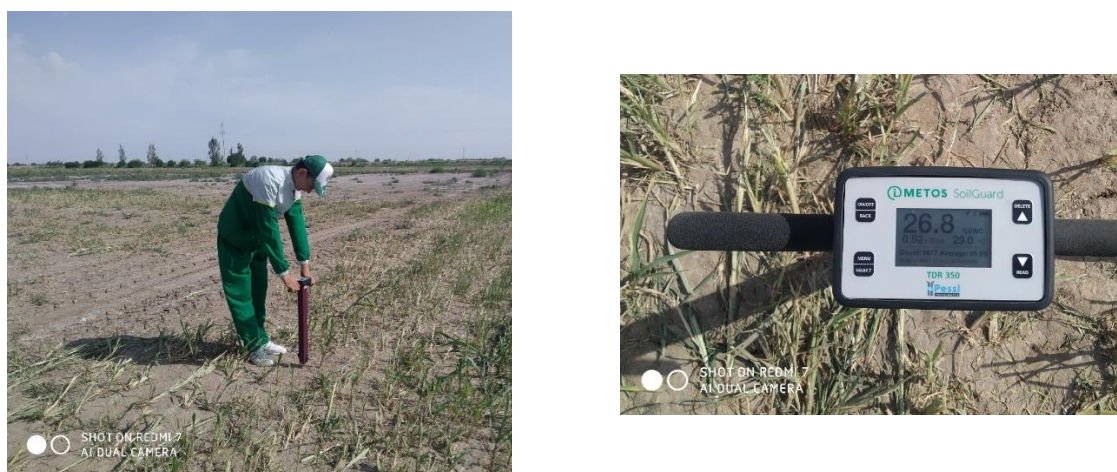


Рисунок 2 - Проведение полевых измерений

После завершения съемки данные, хранящиеся в памяти прибора TDR 350, были перенесены на компьютер и отображены с помощью модуля интерполяции в программе QGIS 3.14. Интерполяция — это широко используемый метод ГИС для создания непрерывной поверхности из дискретных точек. Это было сделано с помощью модуля Интерполяция в QGIS 3.14. Проводимость почвы была нанесена на 4-цветную шкалу (рисунок 3).

Если обратиться к таблице 3 руководства Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций «Инновационные подходы и технологии управления засолением маргинальных земель Центральной Азии» [4], территории с электропроводностью почвы до 0,75 дСм./м слабозасоленные (рисунок 3 зеленые зоны), 0,75- 2,0 дСм/м (рис. 3 слабозеленые зоны) умеренно засоленные, области с 2,0–4,0 дСм/м (коричневые области на рисунке 3) являются сильно засоленными, а области с проводимостью более 4,0 дСм/м (красные области на рисунке 3) — очень сильно засоленными.

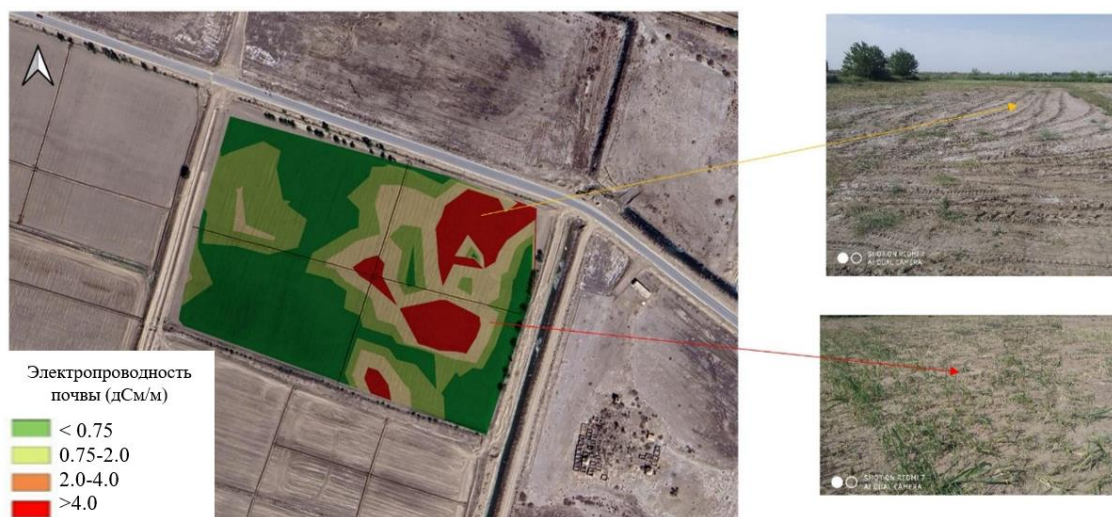


Рисунок 3 - Картографирование электропроводность

Если обратиться к таблице 3 руководства Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций «Инновационные подходы и технологии управления засолением маргинальных земель Центральной Азии» [4], территории с электропроводностью почвы до 0,75 дСм. /м слабозасоленные (рисунок 3 зеленые зоны), 0,75- 2,0 дСм/м (рис. 3 слабозеленые зоны) умеренно засоленные, области с 2,0–4,0 дСм/м (коричневые области на рисунке 3) являются сильно засоленными, а области с проводимостью более 4,0 дСм/м (красные области на рисунке 3) — очень сильно засоленными.

Картограммы, составленные на основе почвенно-агрохимических анализов сельскохозяйственных угодий, и методики их составления относятся к числу научно обоснованных сельскохозяйственных документов. Эти документы повысят эффективность использования земель. Это может быть основой для планирования землепользования, севооборота, точного определения зон засоления и разработки восстановительных мер.

Список использованных источников

1. Е.В. Каллас, Т.А. Марон. Мелиорация засоленных почв и методы их изучения: учебно-методическое пособие. - Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2018.
2. Р.В. Ковин, Н.Г. Марков. Геоинформационные системы: учебное пособие. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.
3. Руководство по управлению засоленными почвами. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций. Рим, 2017.
4. Учебное руководство. Инновационные подходы и технологии управления засолением маргинальных земель Центральной Азии. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций Нур-Султан, 2022.

5. Mapping of salt-affected soils. Technical manual. FAO. Rome, 2020.
6. TDR 350 Soil Moisture Meter product manual. Paul Martis, Hardware Engineering Manager, 2017.

РОЛЬ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В АГРОХИМИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЫ

Ш.О.Пыгамов

Туркменский сельскохозяйственный институт

Туркменистан, г. Дашогуз

E-mail: pygamowshatlyk@gmail.com

Аннотация. Засоление сельскохозяйственных земель является серьезной экологической и экономической проблемой, особенно в засушливых регионах. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) представляет собой эффективный инструмент для мониторинга и оценки состояния почв. В данной работе рассмотрено использование спутниковых снимков для анализа степени засоленности сельскохозяйственных угодий. Для создания карт засоленности использовались методы геоинформационных систем (ГИС) и классификации изображений. Результаты показывают, что использование данных ДЗЗ позволяет точно и своевременно определять зоны с высоким уровнем засоленности, что способствует улучшению мониторинга и разработки мероприятий по восстановлению почв.

Ключевые слова. Засоление почвы, дистанционное зондирование, спутниковые снимки, геоинформационные системы (ГИС), сельское хозяйство, картирование засоленности, мониторинг экосистем.

Введение. Засоление сельскохозяйственных угодий представляет собой одну из главных проблем, влияющих на продуктивность сельского хозяйства и устойчивость экосистем. Это явление особенно актуально в засушливых и полузасушливых регионах, где оно может привести к значительному снижению урожайности и ухудшению качества земель. В центральной Азии и других странах засоление почв затрудняет эффективное использование земель, что требует разработки эффективных методов мониторинга и восстановления. Одним из наиболее перспективных методов изучения и мониторинга засоленных территорий является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ). Эта технология позволяет эффективно получать информацию о состоянии почв и растительности на больших территориях, используя спутниковые снимки [1]. Современные геоинформационные системы (ГИС) и программное обеспечение, такие как QGIS, дают возможность анализировать данные дистанционного зондирования и создавать карты засоления, что способствует более точному и своевременному принятию управленческих решений [2]. Целью данного исследования является использование данных дистанционного зондирования

для мониторинга засоления сельскохозяйственных угодий, а также создание карт засоленности с помощью спутниковых снимков и методов ГИС. Ожидаемые результаты позволят улучшить эффективность землепользования, а также выработать рекомендации по восстановлению засоленных земель.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является мониторинг засоления сельскохозяйственных полей с использованием спутниковых снимков, а также картографирование зон засоления с помощью программного обеспечения QGIS. Задачи работы включают:

- Загрузку космических снимков исследуемой территории.
- Геометрическую расшифровку космических изображений.
- Оценку засоления пахотных земель и создание карт засоленности с помощью инструментов дистанционного зондирования.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является Учебного хозяйства Туркменский сельскохозяйственный институт, а предметом исследования – использование космических спутников для создания почвенных карт и мониторинга засоления сельскохозяйственных угодий.

Методы исследования. Методы, используемые в работе, включают: Сбор данных с помощью спутниковых снимков; Геометрическая расшифровка изображений, т.е. определение особенностей земной поверхности на основе анализа полученных данных; ГИС-методы (геоинформационные системы) для анализа данных и картографирования; Статистический и сравнительный анализ для интерпретации полученных результатов и оценки степени засоления; Важность исследования. Данное исследование поможет повысить эффективность землепользования в сельском хозяйстве, а также будет способствовать:

- Разработке карт засоленности почв.
- Прогнозированию изменений в аграрных ландшафтах.
- Разработке мер по восстановлению и сохранению сельскохозяйственных земель.

Территория исследования находится в Дашогузском велаяте Туркменистана, который характеризуется жарким климатом с выраженными сезонными колебаниями температур. Почвы в этом регионе формировались на основе аллювиальных отложений рек и имеют значительное количество солей. Это особенно актуально для сельского хозяйства, где засоление почв влияет на урожайность.

Основные методологические аспекты. Засоление почв: Засоленные почвы имеют высокую концентрацию растворимых солей (например, хлоридов натрия). Такие почвы имеют низкую способность удерживать воду, что ограничивает возможность растений получать необходимую влагу и питательные вещества.

Глобальный опыт картирования засоления:

– Первые исследования по картированию засоленных почв начали проводиться в 1970-х годах. Основными инструментами для этого являются геоинформационные системы (ГИС) и спутниковые снимки, которые позволяют создать карты засоленных территорий и мониторить динамику изменений [3].

– Использование спутниковых данных (например, Landsat, Sentinel и MODIS) стало ключевым для создания карт засоления. Эти данные позволяют получать изображения, которые анализируются для выявления признаков засоления, таких как изменение структуры растительности [4].

Методы дистанционного зондирования: Спутниковые снимки с датчиков, таких как Landsat, используются для оценки состояния почвы. Спутники снимают Землю в разных спектральных диапазонах, что позволяет анализировать, как почва и растительность взаимодействуют с электромагнитным излучением. Индексы засоления: Для мониторинга засоления почв часто применяются индексы, такие как: Нормализованный индекс засоления (NSI). Индекс засоления (SI). Индекс растительности с учетом почвы (SAVI). Эти индексы позволяют оценить, насколько сильно почва загрязнена солями и как это влияет на растительность [5].

Использование QGIS для картографирования: QGIS – это бесплатное программное обеспечение для анализа геопространственных данных, которое активно используется для обработки спутниковых изображений и создания карт. В рамках исследования, используя QGIS, создаются карты засоления на основе спутниковых снимков, с использованием растровых калькуляторов и индексов засоления [6].

Для подготовки карт используется информация из спутников Landsat, которая загружается через портал EarthExplorer. Процесс создания карт в QGIS: Загрузка спутниковых данных с помощью EarthExplorer. Расчет индексов засоления (например, NSI) с использованием спутниковых данных и инструментов QGIS. Обработка изображений, вырезание зон для анализа с помощью инструментов QGIS. Генерация карт с отображением уровней засоления и подготовка отчетов (рисунок).

Ожидаемые результаты. На основе проведенного исследования можно ожидать создание карт засоления для определенных сельскохозяйственных территорий, а также предложений по восстановлению засоленных земель. Применение полученных результатов позволит более точно планировать использование земельных ресурсов, проводить восстановительные работы и оптимизировать аграрные практики.

Заключение. Дистанционное зондирование представляет собой мощный инструмент для мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий, особенно в условиях засоления почв. Использование современных спутниковых технологий и методов анализа данных позволит эффективно решать проблему засоления, что будет способствовать улучшению сельскохозяйственного производства и устойчивости экосистем.

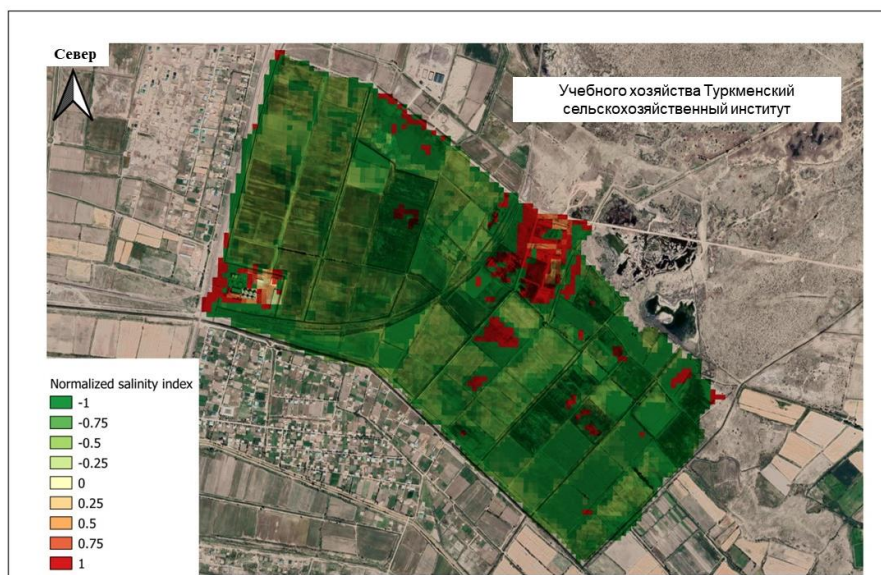


Рисунок - Карта нормализованный индекс солености (NSI) учебных хозяйства Т.С.Х.И.

Список использованных источников

1. Аллаков М. Геоинформационные системы. Учебник для вузов. Ашхабад: ТДКП, 2010.
2. Р.В. Ковин, Н.Г. Марков. Геоинформационные системы: учебное пособие. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.
3. Руководство по управлению засоленными почвами. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций. Рим, 2017.
4. Учебное руководство. Инновационные подходы и технологии управления засолением маргинальных земель Центральной Азии. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций Нур-Султан, 2022.
5. Mapping of salt-affected soils. Technical manual. FAO. Rome, 2020.
6. Руководство пользователя QGIS. Тестирование выпуска. 2015.

УДК 633.352.1:633.13:631.524.7:631.816:632.91

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВИКООВСЯНОЙ СМЕСИ

Е. А. Рябкин,

Мордовский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока

E-mail: e.ryabkin@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию влияния средств химизации на качественные показатели викоовсяной смеси, используемой в сельском хозяйстве. В условиях современного агропроизводства применение химических средств становится все более актуальным для повышения и улучшения качества сельскохозяйственной продукции. В работе

представлены результаты экспериментов, проведенных на различных вариантах викоовсяной смеси с использованием средств химизации. Результаты показывают, что комплексное использование средств химизации способствует значительному улучшению качества зеленой массы.

Ключевые слова: викоовсяная смесь, лизиметр, качество, опыт, средства химизации.

В современном сельском хозяйстве требования к качеству продукции становятся все более строгими. Увеличение населения планеты и растущий спрос на продовольствие ставят перед аграрным сектором задачи, требующие инновационных подходов и применения современных технологий. В этом контексте химизация сельского хозяйства, в том числе использование удобрений, стимуляторов роста и защитных средств, играет ключевую роль в повышении продуктивности и улучшении качественных характеристик сельскохозяйственных культур [1].

Викоовсяная смесь является важным компонентом кормовой базы и используется как для скотоводства, так и для улучшения структуры почвы. Однако эффективность ее использования во многом зависит от агрономических условий и применения химических средств, которые могут значительно повлиять на ее качественные показатели. Исследования показывают, что правильный выбор и дозировка химических добавок могут не только повысить урожайность, но и улучшить питательную ценность и устойчивость к болезням и вредителям [3, 4].

Исследования были проведены в 2023 году на базе полевой лизиметрической лаборатории МГУ им. Н. П. Огарева. В качестве почвы в лизиметрах использовался чернозем тяжелосуглинистый, выщелоченный, среднемощный (55–60 см). Площадь одного лизиметра составляет 4 м², объем почвы 4 м³. Климатические условия в данный период времени были благоприятными для возделывания викоовсяной смеси.

Был заложен лизиметрический двухфакторный опыт в трехкратной повторности для изучения влияния применения минеральных удобрений и средств защиты растений на качественные показатели викоовсяной смеси. В опыте применялись следующие сорта: вика яровая – Льговская 28, овес – Горизонт. Посев проводился рядовым способом с шириной междурядий 15 см. Норма высева овса составила 80 кг/га, вики яровой – 120 кг/га. В качестве предшественника выступал яровой ячмень.

В первом факторе изучаются дозы внесения минеральных удобрений: 1) контроль (без применения удобрений), 2) умеренная доза (N₄₅P₆₀K₆₀), 3) высокая доза (N₉₀P₁₂₀K₁₂₀). В роли удобрений применялись – аммиачная селитра, суперфосфат двойной и хлористый калий. Удобрения вносились в осенний период времени под предшествующую культуру.

Во втором факторе изучается применение химических средств защиты растений: 1) контроль (без применения средств защиты), 2) применение комплекса средств защиты растений от вредных биофакторов. В составе

комплекса защитных мероприятий применяется регулятор роста Силк, ВЭ (100 г/л), инсектицид Борея, СК (150 г/л), фунгицид Колосаль, КЭ (250 г/л) в зависимости от целесообразности с учетом порогов вредоносности и биологии культур. Способ применения средств защиты – опрыскивание.

В исследованиях применялись количественно-весовой, лабораторный и статистический методы анализа.

Содержание сырой клетчатки, сырой золы и сырого протеина определяли с помощью БИК анализатора «Инфралюм ФТ-10».

Оценку качества викоовсяной смеси в растительных образцах, отобранных после уборки, проводили в соответствии со стандартами: 1) Содержание сырой клетчатки – ГОСТ 31675–2012. 2) Содержание сырой золы – ГОСТ 32933–2014. 3) Содержание сырого протеина – ГОСТ 13496.4–2019.

Учеты и анализы в своих исследованиях проводили согласно методике, разработанной для научно-исследовательских институтов зон.

Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили на ПЭВМ, согласно методике Б. А. Доспехова. Был использован дисперсионный метод анализа данных [2].

Цель исследования – изучение влияния применения минеральных удобрений и средств химизации на качественные показатели викоовсяной смеси в условиях лизиметрического опыта.

В задачу исследования входило определение качества зеленой массы викоовсяной смеси от применения средств химизации.

Качественные показатели викоовсяной смеси представлены в таблице.

Таблица – Качественные показатели викоовсяной смеси

Доза удобрений (Фактор А)	Средства защиты (Фактор В)	Показатели, % на абс. сухое вещество		
		Сырая клетчатка	Сырая зола	Сырой протеин
Контроль	0	25,0	7,6	5,9
	СЗР	25,5	8,2	6,1
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	0	25,8	8,6	6,0
	СЗР	27,7	9,7	6,4
N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0	29,0	9,0	6,6
	СЗР	30,6	9,9	6,7
НСР ₀₅		0,6	0,4	0,4
Фактор А		0,4	0,3	0,3
Фактор В		0,3	0,2	0,2
Фактор АВ		0,3	0,2	0,2

В 2023 году нами было установлено, что показатель сырой клетчатки изменялся в большую сторону от применения средств химизации с 25,0 % до 30,6 %. Существенные прибавки сырой клетчатки были отмечены на вариантах с применением умеренной и повышенной доз удобрений с комплексом средств защиты. Высокие значения сырого протеина были получены при применении повышенной техногенной нагрузки. В среднем

прибавка по отношению к абсолютному контролю составила 0,8 %. Показатель сырой золы показал значительную прибавку на всех вариантах, за исключением абсолютного контроля.

Исходя из вышеописанных данных, можно сделать следующий вывод: длительное применение различных доз минеральных удобрений и средств защиты растений в условиях лизиметрического опыта способствует улучшению качественных характеристик зеленой массы викоовсяной смеси.

Список использованных источников

1. Бельтюков Л. П. Сорт, технология, урожай: учебное пособие / Л. П. Бельтюков. – Ростов-на-Дону: ООО «Терра Принт», 2007. – 160 с. – ISBN 5-87259-223-X. – Текст: непосредственный.

2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва: Альянс, 2011. – 350 с. – ISBN 978-5-903034-96-3. – Текст: непосредственный.

3. Торилов В. Е. Производство продукции растениеводства: учебное пособие для вузов / В. Е. Торилов, О. В. Мельникова. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 512 с. – ISBN 978-5-8114-8263-4. – Текст: непосредственный.

4. Чухина О. В. Удобрения и качество зеленой массы викоовсяной смеси / О. В. Чухина, Е. И. Куликова, Н. В. Токарева, К. А. Усова. – Текст: непосредственный // Кормопроизводство. – 2011. – № 8. – С. 6–8.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ФОСФАТНОГО УРОВНЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ОСНОВНОЙ И ПОБОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

А.И. Семенова

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

E-mail: anastasiya.semenova96@list.ru

Аннотация. Приведены данные о влиянии азотных удобрений на дерново-подзолистых почвах с различным содержанием фосфора в течение 3 лет исследований. Установлены закономерности между различными дозами азота и содержанием азота, фосфора и калия в зерне и соломе яровой пшеницы сорта Тризо.

Ключевые слова: применение удобрений, азотные удобрения, подвижный фосфор, вегетационные опыты, основные элементы питания, яровая пшеница.

Работа выполнена под руководством д.с.-х.наук С.А. Шафрана

Интенсивная химизация, проведенная в середине прошлого столетия, способствовала значительному повышению плодородия почв, улучшив их

фосфатный режим. Количество внесенных удобрений в Московской области значительно превышало показатели других регионов страны. Затем применение удобрений существенно снизилось и привело к снижению содержания подвижного фосфора в почве. Вследствие этого количество почв с очень низким и низким содержанием P_2O_5 возросло и снизило уровень их плодородия [1,2].

В настоящее время доля земель, имеющих среднее содержание P_2O_5 в Нечерноземной зоне, составляет около 20 %, а с низкой и очень низкой степенью обеспеченности подвижным фосфором 46 %, тогда как для развития яровой пшеницы, особенно на начальных стадиях роста, ей необходимо интенсивное фосфорное питание [3].

Наряду с этим, яровая пшеница среди прочих злаковых культур является наиболее чувствительной к внесению азотных удобрений.

Данная культура прекращает потребление азота из почвы в периоде цветения или формирования зерна, а при затяжном созревании из-за повышенной влажности и прочих факторов – молочной спелости зерна.

В связи с устойчивой в настоящее время тенденцией снижения обеспеченности пахотных почв подвижным фосфором эта культура значительно страдает от дефицита фосфора в почве, поскольку поглощение фосфора из почвы пшеницей происходит до начала молочной спелости зерна [4]. Калия – до колошения-цветения. Затем начинается отток калия из вегетативных органов через корни, также он выщелачивается осадками из листьев. К моменту уборки в растениях остается около 60–80 % калия [5].

Объектом исследования была выбрана мягкая яровая пшеница сорта Тризо немецкой селекции. Сорт среднепоздний, среднерослый, имеет высокую урожайность, хлебопекарные качества и устойчивость к полеганию, средняя урожайность зерна около 30 ц/га. Вегетационный период составляет 85-92 дня.

Исследования в вегетационных сосудах проводились в 2021-2023 годах в сосудах Митчерлиха в четырех повторностях на трех образцах почвы, различных по содержанию фосфора.

Содержание фосфора на почвах с низким содержанием составляло 26-50 мг/кг, со средним – 51-100 мг/кг, с высоким – 151-250 мг/кг, содержание калия – 171-250 мг/кг. В течение трехлетнего периода почвы характеризовались средней поглотительной способностью: 10-20 мг-экв/100 г.

Вегетационный период в разные годы проведения опыта характеризовался различным количеством осадков и температуры, так, в 2021 году и в июле 2023 года количество осадков было значительно выше нормы, а 2022 и 2023 году температурные показатели на 2-6 °С превышали норму.

Внесение азотных удобрений повышало содержание азота в зерне и соломе и увеличивалось с повышением доз азотных удобрений независимо от степени обеспеченности почвы подвижным фосфором. Содержание

фосфора закономерно возрастало в зависимости от его содержания в почве. Содержание калия в основной продукции оставалось практически неизменным, в побочной продукции изменялось с увеличением доз азотных удобрений (таблица).

Таблица – Содержание элементов питания в зерне и соломе яровой пшеницы сорта Тризо

Вариант	Доза азота, г/сосуд	Содержание в среднем за 3 года, %					
		Основная продукция			Побочная продукция		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Низкая обеспеченность фосфором							
0 - контроль	0	1,9	0,6	0,5	0,3	0,2	1,2
N50	250	1,7	0,6	0,5	0,3	0,1	1,3
N150	750	2,2	0,5	0,4	0,4	0,1	2,2
N150 + Si	750	2,2	0,6	0,4	0,4	0,1	2,2
N250	1250	2,5	0,5	0,4	0,6	0,1	2,3
Средняя обеспеченность фосфором							
0 - контроль	0	2,2	0,7	0,4	0,3	0,3	1,4
N50	250	1,9	0,6	0,4	0,3	0,1	1,4
N150	750	2,6	0,6	0,4	0,3	0,1	2,0
N150 + Si	750	2,3	0,5	0,4	0,4	0,1	2,1
N250	1250	2,8	0,4	0,4	0,6	0,1	2,1
Высокая обеспеченность фосфором							
0 - контроль	0	1,8	0,7	0,5	0,3	0,3	1,5
N50	250	1,5	0,7	0,5	0,3	0,2	1,6
N150	750	2,3	0,6	0,4	0,6	0,2	1,9
N150 + Si	750	2,2	0,7	0,4	0,6	0,2	2,0
N250	1250	2,6	0,6	0,4	0,8	0,2	2,0

Согласно представленным данным, можно сделать вывод, что азотные удобрения под яровую пшеницу значительно повлияли на содержание азота в основной и побочной продукции. Также с увеличением содержания подвижного фосфора в почве увеличивается и его количество в зерне и соломе. Содержание калия возрастало с повышением доз азотных удобрений, но практически не реагирует на изменение фосфатного фона.

Список использованных источников

1. Шафран С.А., Кирпичников Н.А., Ермаков А.А., Семенова А.И. Динамика содержания подвижного фосфора в почвах Нечерноземной зоны и его регулирование // Агрохимия. 2021. №5. С. 14-20.

2. Адрианов С.Н., Сушеница Б.А. Роль фосфора в современном земледелии России // Плодородие. 2004. № 3. С. 13-15.

3. Шафран С.А., Ермаков А.А., Виноградова С.Б., Семенова А.И. Изменение плодородия почв Нечерноземной зоны за 50-летний период // Агрохимический вестник. 2021. №5. С. 3-7

4. Афанасьев Р.А., Иванчик В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Нечерноземья при внесении минеральных удобрений // Плодородие – 2019, №6, с. 11-13.

5. Особенности питания и удобрения яровой пшеницы [Электр. ресурс]. Дата выпуска 01.09.2021 г. Режим доступа URL: <https://www.activestudy.info/osobennosti-pitaniya-i-udobreniya-yarovojs-pshenicy/> (Дата обращения: 07.08.2023 г.)

УДК 631.8:631.839

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИРОДНЫХ СЫННЕРИТОВ КАК КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗЕ С КАРТОФЕЛЕМ

Я.А. Сидоров

ФГБОУВО «Донской государственный аграрный университет»,

Урожайность картофеля в земледелии Московской области существенно ниже реально возможного уровня, что связано с низким плодородием почв. Возникает потребность разработки прогрессивных технологий возделывания культуры с учетом оптимизации минерального питания, в том числе калийного. Одним из перспективных представителей калийных удобрений может быть бесхлорное калийное удобрение, производимое на основе природных синнеритов. Для решения поставленной задачи были проведены комплексные исследования по эффективности применения в возрастающих дозах природных синнеритов, как калийных удобрений.

Синнериты представляют собой ультракалиевые лейкократовые лейцитовые сиениты, состоящие из лейцита с небольшим количеством слюды и пироксена. Это новый вид комплексного калийсодержащего сырья для производства бесхлорных калийных удобрений. Прогнозные ресурсы сырья, доступные для открытой разработки, оцениваются в 2.6 млрд т.

Методика проведения исследований: Картофель – одна из важнейших продовольственных, кормовых и технических культур в России и мире. Среди основных продовольственных культур он занимает 4-ое место после пшеницы, риса и кукурузы. К важнейшим биологическим особенностям картофеля относится высокая потребность в калии. В большинстве научных работ [1, 3-4, 12] отмечено положительное влияние калийных удобрений на повышение урожайности картофеля. Цель наших исследований - дать сравнительную оценку эффективности различных видов калийных удобрений в технологии возделывания картофеля в зависимости от доз вносимых удобрений.

Схема опыта:

1. Контроль (без удобрений)
2. N90P90
3. N90P90+ K90 (KCl)
4. N90P90+ K90 (сынныриты)
5. N90P90+ K120 (KCl)
6. N90P90+ K120 (сынныриты)

Калий в сыннырите находится в водонерастворимой форме, что предохраняет его от вымывания из пахотного слоя. В сыннырите содержится 60-65% калиевого полевого шпата и 30-35% кальсиглита, при этом распределение примерно поровну между указанными минералами. Содержание доступного калия 16,5-20%

Расчёт доз сынныритов проводили через содержание в нем калия. Сынныриты и хлористый калий вносили осенью под вспашку (на глубину 22 см). Размещение делянок последовательное. Объект исследования - картофель сорта Гала. Схема посадки – 30×70. Обработка почвы общепринятая для Московской области. Общая площадь делянки 50 м².

Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая среднегумусированная (2,2%), реакция среды слабокислая (рН_{KCl} 5,2), содержание подвижного фосфора - среднее (152 мг/кг) и подвижного калия - низкое (89 мг/кг).

В Московской области, согласно данным агрохимцентра, около 70% пахотных земель нуждается в известковании, поэтому важно исследование вопроса применения сынныритов в качестве химического мелиоранта.

При использовании сынныритов в дозе 90 и 120 кг К₂О/га (вар. 4 и 6) получена достоверная прибавка урожая клубней картофеля (таблица 1).

Таблица 1 - Влияние сынныритов на урожайность картофеля (2023 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая	
		общая, т/га	%, к фону
Контроль (без удобрений)	14,5	-	-
N90P90	18,7	4,2	-
N90P90+ K90 (KCl)	21,7	7,2	15,8
N90P90 + K90 (сынныриты)	22,1	7,6	18,2
N90P90+K120 (KCl)	24,8	10,3	32,6
N90P90+K120 (сынныриты)	25,6	11,1	36,9
НСР ₀₅	2,1		

Урожай клубней картофеля в варианте с применением 90 кг К₂О/га в виде сынныритов составил 22,1 т/га, получена общая прибавка – 7,6 т/га, что составляет 52,4% к контролю, или 18,2% к фону. Урожайность в варианте с такой же дозой калия при внесении хлористого калия составила 21,7 т/га, получена прибавка – 7,2 т/га, что составляет 49,6% к контролю или 15,8% к фону.

При повышении дозы калийных удобрений урожайность картофеля увеличилась, однако, преимущество сынныритов сохранилось. В варианте с применением 120 кг K_2O /га в виде сынныритов урожай клубней составил 25,6 т/га, получена общая прибавка – 11,1 т/га, что составляет 76,6% к контролю, и 36,9% к фону. Урожайность в варианте с такой же дозой калия при внесении хлористого калия составила 24,8 т/га, получена прибавка – 10,3 т/га, что составляет 71,0% к контролю и 32,6% к фону.

Использование сынныритов было высокоэффективным, их влияние на формирование урожайности картофеля превосходило действие хлористого калия.

Повышение урожайности картофеля в вариантах 4 и 6 получено за счёт увеличения массы клубней с куста, массы 1 клубня и количества клубней в кусте (таблица 2). Выход товарной фракции клубней картофеля составил в варианте 5 – 84 %, в варианте 12 – 88 %. Максимальный выход товарной фракции 94 % получен в варианте 15 «фон 2 + калийно-натриевое глинистое удобрение 150 кг K_2O /га».

Таблица 2 – Влияние калийных удобрений на структуру урожайности картофеля

Вариант	Масса		Кол-во клубней шт/куст	Товарная фракция, %
	клубней, г/куст	клубня, г		
Контроль (без удобрений)	437	42	9,2	68
N90P90	597	51	10,6	81
N90P90+ K90 (KCl)	639	54	12,0	78
N90P90+K90 (сынныриты)	672	56	12,2	84
N90P90+K120 (KCl)	783	62	11,5	84
N90P90+K120 (сынныриты)	790	70	12,6	88
HCP ₀₅	177	11	2,6	7

Максимальное содержание сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля наблюдали в контрольном варианте (без удобрений) – 20,8 и 15,6%, соответственно (таблица 3). В клубнях вариантов, где применяли сынныриты, отмечено снижение содержания нитратов, в сравнении с аналогичными вариантами с внесением хлористого калия. Однако ни в одном варианте не выявлено превышения ПДК.

Применение сынныритов способствовало улучшению кислотно-основных свойств почвы, достоверно увеличился показатель pH_{KCL} . с 5,2 (контроль) до 5,8 ед. Увеличение pH_{KCL} зависело от доз сынныритов.

Таблица 3 – Влияние калийных удобрений на качество клубней картофеля

Вариант	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг
Контроль (без удобрений)	20,8	15,6	179
N90P90	20,6	14,6	202
N90P90+ K90 (KCl)	21,0	14,3	195
N90P90+ K90 (сынныриты)	21,3	14,8	166
N90P90+K120 (KCl)	21,6	13,7	225
N90P90+K120(сынныриты)	22,0	14,7	143
НСР ₀₅	2,1	1,3	62
ПДК	-	-	250

Внесение минеральных удобрений привело к существенному увеличению в почве минерального азота (в 1,5 раза), как за счёт аммонийной, так и нитратной части. При внесении сынныритов отмечено увеличение накопления минерального азота. Содержание подвижного фосфора в почве достоверно возросло при использовании азотного и фосфорного удобрения, однако, на фоне внесения сынныритов отмечена тенденция увеличения показателя в сравнении с фоном и вариантами с внесением хлористого калия.

Содержание подвижного калия в почве существенно увеличилось при внесении калийных удобрений. Однако, при использовании сынныритов как в дозе 90 кг K₂O/га, так и 120 кг K₂O/га величина показателя превышала варианты с внесением хлористого калия в тех же дозах (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние калийных удобрений на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы (0-20 см)

Вариант	рН _{KCL}	N-NH ₄	N-NO ₃	N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O
		мг/кг				
1	5,2	8,5	15,0	23,5	152	89
2	5,2	9,6	23,3	32,9	186	91
3	5,2	9,8	23,3	33,2	193	127
4	5,5	9,7	25,8	35,5	204	135
5	5,3	10,7	23,6	34,3	198	142
6	5,8	11,3	25,1	36,4	212	156
НСР ₀₅	0,1	23,2	18,9	34,5	25	31

Результаты исследований показали, что в условиях применения калий-кремневого удобрения на основе природных сынныритов получена достоверная прибавка урожайности картофеля 18-36%. Выход товарной фракции клубней картофеля в этих вариантах составил 84-88 % (контрольный вариант -68%). Повышение урожайности картофеля произошло за счёт увеличения массы клубней с куста, массы 1 клубня и

количества клубней в кусте. Применение сынныритов способствовало улучшению показателя pH_{KCL} , существенному увеличению в почве (0-20 см) содержания подвижного калия и отмечена тенденция повышения содержания фосфора.

УДК 631.415:631.821

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДА СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ ИЗВЕСТКОВОГО УДОБРЕНИЯ В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Симаков В.В.

ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»

E-mail: Simakov.vadim@mail.ru

Обеспечение продовольственной безопасности страны, которая может быть решена только при сохранении и расширенном воспроизводстве плодородия почв – материальной основы урожаев. В условиях возрастания стоимости удобрений и затрат на их применение важнейшей народно-хозяйственной проблемой стала разработка наиболее рациональных и эффективных приемов применения минеральных и известковых удобрений, обеспечивающих максимальную окупаемость их сельскохозяйственной продукцией. Особенно актуально это для зоны, где преобладают почвы с низким естественным плодородием и уже установлены резко отрицательный баланс питательных веществ и, как следствие, рост площадей с избыточной кислотностью и снижением доступных растениям питательных элементов.

Цель исследований состояла в оценке агроэкологической эффективности отхода содового производства АО «Башкирская содовая компания» при использовании в сельскохозяйственном производстве в качестве химического мелиоранта. Удобрение выпускается в виде гранул цилиндрической формы светло-серого цвета. Суммарная массовая доля углекислого кальция и углекислого магния, в пересчете на сухое вещество составляет 65%, массовая доля серы – 3%, содержание АДВ- не менее 60%.

Полевой опыт был заложен на опытном полигоне Института семеноводства и агротехнологий – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», в Рязанской области, Рязанский район, с. Подвязье (координаты: 54°35'19" с. ш. 39°32'34" в. д.).

Учитывая дефицит известковых удобрений, основной целью исследований явилось изучение закономерностей действия новой формы известковых удобрений на плодородие дерново-подзолистых почв и урожайность ячменя. В задачу исследований входило установление действия возрастающих доз Мелиоранта известкового на основные агрохимические свойства дерново-подзолистых почв, продуктивность и качество зерна ячменя.

Объектом исследований был яровой ячмень сорта Яромир. Дозы возрастающие (4 дозы извести, представленных в долях гидролитической кислотности от 0,5 до 2,0 г.к., полная доза – 7,5 т/га).

Схема опыта:

1. Контроль
2. Фон (N60P60K60)
3. Фон + Мелиорант известковый по 0,5 г.к.
4. Фон + Мелиорант известковый по 1,0 г.к.
5. Фон + Мелиорант известковый по 1,5 г.к.
6. Фон + Мелиорант известковый по 2,0 г.к.

Общий период вегетации ярового ячменя составил 89 дней.

В таблице 1 представлены результаты структуры урожая ячменя. Проведение известкования почв существенно отразилось на ростовых процессах: высота растений увеличивалась прямолинейно возрастающим дозам известкового удобрения. Наибольшая высота растений -60,0 см наблюдалась в варианте с внесением 1,5 г.к., увеличение дозы извести до 2,0 г.к. в первый год действия мелиоранта не обусловило дальнейшего роста растений.

Таблица 1 – Структура урожая ярового ячменя, 2024 год

Варианты опыта	Высота расте- ний	Длина колос а	Коли- чество колосков в колосе, шт.	Коэффициент кустистости	
	см			общей	продук- тивной
Контроль -без удобрений	50,0	5,4	17	2,3	1,6
Фон (NPK)	56,2	6,4	18	2,4	1,8
Фон+Мелиорант по 0,5 г.к.	57,1	6,8	18	2,4	2,0
Фон+Мелиорант по 1,0 г.к.	58,9	7,3	18	2,6	2,2
Фон+Мелиорант по 1,5 г.к.	60,0	7,5	19	2,7	2,3
Фон+Мелиорант по 2,0 г.к.	58,6	6,6	18	2,5	2,1
НСР05	2,1	0,5		0,3	0,3

Аналогичная закономерность выявлена в отношении длины колоса, и продуктивной кустистости. Известкование в дозах 0,5, 1,0 и 1,5 г.к. обеспечило нарастающий эффект, увеличение дозы до 2,0 г.к. при прямом действии Мелиоранта было эффективно, но нарастающего эффекта не было получено. Под коэффициентом общей кустистости понимают отношение всех стеблей к количеству растений. Наилучшие показатели длины колоса и

продуктивной кустистости получены при внесении дозы 1,5 г.к. – 7,5 см и 2,7 соответственно. При прямом действии известкования только при внесении Мелиоранта в дозе 1,0 г.к. получены достоверные различия по всем показателям.

Урожай сельскохозяйственных культур - основной интегрирующий показатель, характеризующий плодородие почвы и эффективность того или иного агрономического приема, в том числе и применения удобрений. В опыте получена очень высокая отзывчивость на известкование ячменя.

Возрастающие дозы извести обеспечивали повышение урожай зерна ярового ячменя. При этом следует отметить, что применение 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0 г.к. Мелиоранта способствовали получению прибавки урожая в сравнении с фоновым вариантом на 3,7, 5,1, 6,3 и 6,8 ц/га, или на 14,1, 19,4, 24,0 и 25,9% соответственно (таблмца 2).

Таблица 2 - Влияние возрастающих доз Мелиоранта на урожай зерна, 2024 год

Вариант опыта	Урожай зерна, ц/га	Прибавка урожая		
		общая	от извести	%
		ц/га		
Контроль- без удобрений	13,1	-	-	-
НРК	26,3	13,2	-	-
НРК + Мелиорант по 0,5 г.к.	30,0	16,9	3,7	14,1
НРК + Мелиорант по 1,0 г.к.	31,4	18,3	5,1	19,4
НРК + Мелиорант по 1,5 г.к.	32,6	19,5	6,3	24,0
НРК+ Мелиорант по 2,0 г.к.	33,1	20,0	6,8	25,9
НСР _{0,5}	1,7			

При внесении Мелиоранта известкового в дозах 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0 г.к. (3, 4, 5 и 6 вар.) отмечено достоверное увеличение урожая биомассы соломы и сужение соотношения зерно :солома с 1:2,21 до 1:2,06 по сравнению с этими показателями на контрольном варианте. При этом отмечено улучшение качества зерна, главным образом, увеличение в зерне с 14,4 до 15,1%.

Известкование способствовало нейтрализации всех видов почвенной кислотности и насыщению почвенно-поглощающего комплекса основаниями.

Наибольшая нейтрализация форм почвенной кислотности обусловлена дозами извести рассчитанными по 1,5 и 2,0 г.к. (общий сдвиг рН_{kcl} и Нг составил 1,5 -1.7 и 1.4-1.6 мг.экв/100 г соответственно). В то же время наиболее интенсивное снижение кислотности почвы наблюдалось от

применения Мелиоранта известкового в дозе по 0,5 и 1,0 г.к. (сдвиг pH_{kcl} и Нг от одной тонны Мелиоранта составил 0,14-0,19 ед.рН и 0,22-0,16 мг.экв/100 г соответственно.

В контрольном варианте (без применения Мелиоранта известкового и минеральных удобрений) значение рН - 4,9. В фоновом варианте наблюдается еле заметное подкисление почвы на 0,1 мг-экв/на 100 г почвы.

Сумма поглощенных оснований (S), как в контрольном, так и в варианте с N60P60K60, большому изменению не подвергалась. В контрольном варианте она остается почти на том же уровне и составляет 3,2-3,3 мг-экв/100 г почвы.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОЛОКНА

С.Г. Сон

ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»

E-mail: sonsergei328@gmail.com

Аннотация. Изучено влияние доз азота в амидной форме при внесении карбамида под лен-долгунец в условиях вегетационного опыта. Определены урожайность льносоломы, тресты после мацерации, масса льноволокна после механической обработки тресты. Проанализированы и получены результаты качества волокна БИК- анализом. Установлена оптимальная доза азотного удобрения, с учётом её влияния на показатели качества льноволокна.

Ключевые слова: лен-долгунец, дозы азота, волокно, мочеви́на (карбамид).

Лён-долгунец является одним из самых пластичных растений среди лубоволкнистых культур. С давних пор его возделывают в Европе, Америке, Азии, Африке и России [1]. Он так же является стратегически важной прядильной культурой [5].

В России наиболее подходящие условия возделывания для льна является ее Северо-Западная часть [1]. Потребность в льняном волокне превышает его производство более, чем в 2,5 раза [5]. По данным Росстата в России в 2023 г площадь возделывания льна-долгунца составляла 35,2 тыс. га.

К азотному питанию лен довольно требовательная культура, так как при низких и высоких дозах азотного удобрения качество волокна ухудшается [2]. Его корневая система слабо развита, но при этом он может довольно много потреблять макроэлементов из почвы. С учетом этих условий выявление оптимальных доз минеральных удобрений для льна-долгунца с целью повышения урожайности и качества льноволокна являются важным фактором [3,4].

Цель исследований – определить урожайность льносоломы, волокна и его качественный состав при различных дозах азотного удобрения.

Методика. Исследования проводили в вегетационном домике на кафедре агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Закладка вегетационного опыта была осуществлена в сосудах Митчерлиха на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве. Агрохимические показатели почвы: содержание гумуса 1,8%; pH_{KCl} 5,4; H_r 3,3; S 9,7; $N_{лг}$ (легкогидролизующий азот) 49; P_2O_5 - 288 мг/кг; K_2O - 380 мг/кг. Величину pH солевой вытяжки определяли по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483 - 85), гидролитическую кислотность - по методу Каппена (ГОСТ 26212-2021), сумму поглощенных оснований - по методу Каппена (ГОСТ 27821-2020), содержание подвижных форм фосфора и калия - по методу Кирсанова (ГОСТ Р 54650-2011).

Для закладки опыта использовали сосуды Митчерлиха, вмещающие 5,2 кг сухой почвы. Сорт льна-долгунца – Визит. Схема опыта включала контроль (без удобрений) и пять вариантов с возрастающими дозами азота, каждый из которых был заложен в десятикратной повторности. Варианты опыта: 1) контроль; 2) N 30 мг/кг почвы; 3) N 50 мг/кг почвы; 4) N 70 мг/кг почвы; 5) N 90 мг/кг почвы; 6) N 110 мг/кг почвы.

Учет урожайности осуществлялся в фазу зеленой спелости. Оценочные показатели были: масса льносолемы г/сосуд, масса тресты г/сосуд, масса волокна г/сосуд, процент содержания целлюлозы и лигнина в волокне. Масса льносолемы, тресты и волокна устанавливались гравиметрическим методом путем мацерации льна от льносолемы до тресты. Волокно извлекалось механическим способом с помощью мялки на кафедре химии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Так же на этой кафедре был проведен спектроскопический БИК анализ на приборе SpectraStar 2600XT-R.

Результаты и обсуждения. В результате вегетационного опыта дозы азотного удобрения оказали различное, но значимое влияние на биохимические процессы льна-долгунца. Урожайность льносолемы в варианте без удобрений была наименьшей и составляла 7,2 г/сосуд (таблица).

Таблица - Влияние доз азотного удобрения на урожайность льносолемы, тресты, волокна и качественный состав волокна

Вариант	Урожайность льносолемы, г/сосуд	Масса тресты, г/сосуд	Масса волокна, г/сосуд	Содержание волокна в тресте, %	Содержание в льноволокне, %	
					Целлюлоза	Лигнин
Контроль	7,2	4,9	2,6	53	62,9	5,3
30 мг N/кг	19,1	15,2	6,6	43	64,0	5,3
50 мг N/кг	23,2	18,5	8,1	44	66,8	5,1
70 мг N/кг	26,3	19,5	8,8	45	66,2	5,0
90 мг N/кг	29,1	19,8	9,1	46	66,0	4,9
110 мг N/кг	34,9	22,0	8,0	36	63,0	5,3
НСР₀₅	3,0	-	-		-	-

При повышении доз азота до 110 мг/кг почвы, отчётливо видно, что урожайность возрастает и достигает максимума – 34,9 г/сосуд. Также стоит отметить, что существенная разница видна только между контролем и опытными вариантами, а между близкими дозами она не значительна.

Урожайность тресты с увеличением доз существенно увеличивается: с 4,9 г/сосуд в контроле до 22,0 г/сосуд при максимальной дозе азота – 110 мг/кг почвы. В тоже время, при повышении доз азота свыше 50 мг/кг почвы, урожайность волокна практически не увеличивается, что связано с некоторым снижением его содержания в льнотресте с 44-45% до 36%.

Для более глубокого понимания модели влияния доз азота на урожайность льна, требуется определить качество волокна, т.е. содержание в нём целлюлозы и лигнина.

При исследовании качественных показателей волокна методом ИК спектроскопией, средние результаты показали, что содержание целлюлозы начинает возрастать до варианта с дозой 50 мг N /кг почвы, а дальше ее содержание уменьшается.

По содержанию лигнина, значения колеблются от 4,9–5,3%, что свидетельствует о том, что варианты не имеют существенной разницы по данному показателю. Это может быть обусловлено тем, что изучаемый диапазон доз азотного удобрения, не оказывает существенного влияния на лигнификацию льноволокна.

Заключение. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что при повышении дозы азотного удобрения до 110 мг азота/кг почвы повышается урожайность льносоломой и тресты. При этом самый высокий выход волокна отмечается при внесении азота в интервале от 50 до 90 мг/кг почвы.

По содержанию целлюлозы в льноволокне проявляются сходные закономерности.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что оптимальными дозами азота для льна-долгунца в условиях вегетационного эксперимента, являются диапазон от 50-90 мг/кг почвы.

Список использованных источников

1. Кошкин Е.И., Гатаулина Г.Г., Дьяков А.Б. и др. Частная физиология полевых культур // КолосС, 2005. – 344 с.
2. Налиухин А.Н. Оптимизация азотного питания льна-долгунца при его возделывании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Агрохимия, 2013. – № 3. – С. 36-43.
3. Методические указания по проведению исследований в длительных полевых опытах с удобрениями / Под. ред. В.Г. Минеева. – М.: ВИУА им. Д.Н. Прянишникова, 1985 – 132с.
4. Технология и организация производства высококачественной продукции льна-долгунца / Под общ. ред. В.П. Понажева. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004 - 148 с.

5. Смирнова Л.А., Поздняков Б.А., Рожмина Т.А. Льяной комплекс России: факторы и условия эффективного развития. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 140 с.

КОРНЕВЫЕ ГНИЛИ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОПРИЕМОВ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

А.В. Старцева^{1,2}, Э.Д. Акманаев²

¹Пермский НИИСХ – филиал ПФИЦ УрО РАН

^{1,2}ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

E-mail: frolova.al87@mail.ru

Важнейший прием повышения урожайности сельскохозяйственных культур – это совершенствование сортовой агротехники. В последние годы большое внимание уделяется разработке и внедрению в технологии возделывания культур биологических препаратов. Данные препараты способствуют повышению продуктивности растений, качества получаемой продукции, в том числе за счет устойчивости растений к различным заболеваниям, снижению отрицательной нагрузки на окружающую среду [1, 2].

К числу распространенных заболеваний зерновых культур относят корневую гниль. Развитие в посевах корневой гнили может обеспечить недобор урожая до 30 % [3]. Поэтому целью наших исследований являлось изучение влияния биологических препаратов на распространенность и развитие корневой гнили в посевах озимой тритикале.

Материалы и методы. В 2023 году на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве опытного поля Пермского НИИСХ – филиала ПФИЦ УрО РАН был заложен полевой трехфакторный опыт. Схема опыта включала следующие варианты: фактор А – сорт тритикале озимой: А₁ – Цекад 90, А₂ – Сибард; фактор В – биопрепарат: В₁ – Альбит, ТПС (регулятор роста, биофунгицид), А₂ – ЭКО СП (удобрение на основе гумусовых веществ); фактор С – способ и срок применения препарата: С₁ – без обработки, С₂ – обработка семян, С₃ – обработка семян и опрыскивание посевов осенью, С₄ – опрыскивание посевов осенью, С₅ – обработка семян и опрыскивание посевов весной, С₆ – опрыскивание посевов весной. Закладка и проведение эксперимента проведены в соответствии с методикой Доспехова [4].

Агротехника в опыте соответствует научной системе земледелия, рекомендованной для Среднего Предуралья. Обработку семян изучаемыми препаратами провели перед посевом, опрыскивание в осенний период провели в фазе начало кущения, весной – в фазе кущения вручную, ранцевым опрыскивателем согласно схеме опыта. Учет распространенности корневой гнили проводили в фазе выхода в трубку и молочной спелости зерна согласно Методике государственного сортоиспытания [5].

Результаты исследований. При изучении распространенности и развития корневых гнилей в посевах озимой тритикале в 2024 году наблюдалось несколько видов гнилей, однако считались они суммарно, без деления по возбудителям. Установлено положительное влияние обработки биопрепаратами на распространенность корневой гнили в опыте. В фазе выход в трубку распространенность болезни на сорте Цекад 90 составила 20,5%, на сорте Сибард – на 4,7% выше, однако повышение было в пределах ошибки опыта. При анализе способа и срока применения агропрепаратов снижение распространенности корневой гнили на 3,6-10,4% на сорте Цекад 90 отмечено во всех вариантах опыта, достоверно ниже на 6,8-10,4% заболевание было в тех вариантах, где проводили обработку семян перед посевом, а также при проведении весеннего опрыскивания посевов ($НСР_{05}=4,4\%$). Аналогичная ситуация наблюдалась и на сорте Сибард, где проведенные обработки обеспечили достоверное снижение распространенности болезни на 8,9-12,2% при $НСР_{05}=4,4\%$.

В фазе молочного состояния распространение корневой гнили повысилось и составило в среднем на сорте Цекад 90 53,5%, на сорте Сибард – 51,8%. Самые низкие значения распространенности корневой гнили на сорте Цекад 90 отмечены в вариантах с обработкой семян (49,4%), обработкой семян и посевов осенью (48,6%) и обработкой семян и посевов весной (51,6%), что существенно на 10,8-13,8% меньше, чем на контроле (62,4%) при $НСР_{05}=8,3\%$. На сорте Сибард достоверное снижение распространенности болезни на 9,4% отмечено при обработке семян и комплексной обработке семян и посевов осенью.

Таким образом, на основании проведенных исследований, можно сделать предварительный вывод, что биологические препараты оказывают положительное влияние на снижение распространенности корневой гнили в посевах озимой тритикале. Наиболее эффективным приемом является использование обработки семян.

Список использованных источников

1. Альбит в системе защиты ржи и тритикале / А.К. Злотников, Е.В. Кирсанова, А.А. Фадеев [и др.] // Защита и карантин растений. – 2020. – № 2. – С. 14-17.
2. Микроэлементные удобрения, регуляторы роста, бактериальные препараты в технологии возделывания озимой тритикале в лесостепи Среднего Поволжья / П.Г. Аленин, С.А. Кшникаткин, Г.В. Ильина, Е.А. Зуева // Нива Поволжья. – 2020. – № 2(55). – С. 2-9.
3. Медведева, И.Н. Влияние регуляторов роста из группы халконов на Урожайность и болезни яровых зерновых культур в Предуралье / И.Н. Медведева, С.В. Чирков, Ж.А. Упилкова // Нива Поволжья. – 2022. – № 1(61). – С. 1007.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования): учебник для

студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепечат. с 5-го изд. 1985. – Москва: Альянс, 2011. – 351 с.

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

УДК 631.41: 631.812: 631.839

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАЛИЙСОДЕРЖАЩЕГО ГЛИНИСТО-СОЛЕВОГО ШЛАМА ПРИ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ

А.А. Стромский

000 «ПроТехЛаб», г. Санкт-Петербург

E-mail: aleksandr.stromsky@pte.eurochem.ru

Технология производства калийных удобрений базируется на извлечении хлористого калия из природной руды. В процессе производства калийных удобрений образуются два типа отходов: галитовые отходы и глинисто-солевой шлам (ГСШ). Галитовые отходы направляются на хранение в солеотвале или на закладку выработанного пространства рудника. Накопление и хранение ГСШ осуществляют в огромных, размером в несколько футбольных полей, открытых резервуарах - шламохранилищах.

Жидкие ГСШ представляют собой растворы хлорида натрия с остаточным содержанием не извлечённых солей калия, включающие также нерастворимые компоненты скальной породы (песок, глину и т.д.). Минеральная нерастворимая составляющая представлена глинистыми минералами структурно относящихся к группе алюмосиликатов.

Существенным фактором, сдерживающим возможность использования шламов, является высокое содержание жидкой фазы. Для решения проблемы сокращения объема хранения шламовых отходов в шламохранилище предлагается рассмотреть вариант применения современного оборудования для обезвоживания шламов. Выполненные на Усольском калийном комбинате (УКК) исследования выявили возможность обезвоживания шламов до состояния, позволяющего их транспортировку автомобильным и/или железной дорогой, а проведенные дополнительные исследования процесса обезвоживания шламов позволили получить продукт, не теряющий своих свойств (рассыпчатость) даже в процессе длительного хранения. Исследования показали, что для обезвоживания ГСШ могут применяться два альтернативных варианта: обезвоживание в пресс-фильтрах и обезвоживание в геотубах.

Лучшим вариантом решения проблемы со шламами является их использование в различных отраслях народного хозяйства. На сегодняшний момент одним из перспективных является обезвоживание ГСШ и дальнейшее их применение в следующих направлениях:

использование обезвоженных ГСШ в сельском, лесном и парковом хозяйстве в чистом виде в качестве удобрения и/или мелиоранта;

использование обезвоженных ГСШ при рекультивации полигонов ТБО;

использование обезвоженных ГСШ в качестве компонента для производства гранулированных комплексных удобрений и /или мелиорантов, компостов и органоминеральных почвогрунтов.

В настоящее время ведутся широкомасштабные исследования по эффективности использования обезвоженных шламов в сельском и лесном хозяйстве.

В целях разработки агроприемов при агролесомелиорации в условиях Самарской области была исследована возможность применения ГСШ в лесопитомниках. Объектом исследований был Тополь чёрный (*Pópulus nígra*) или Осокорь. Листопадное крупное дерево. Примерно 15–20 лет своей жизни он активно растёт, развивается, набирает массу. Максимальный возраст равен 150 годам. Ветроустойчив, выдерживает сильные ветры. К плодородию почвы малотребователен, может расти на сравнительно бедных почвах. Хорошо себя чувствует на богатых гумусом, аэрированных, водопроницаемых, влажных, некислых почвах (рН=5-7).

Черенки тополя нарезали с маточных растений в лесном питомнике Безенчукского лесничества. Средняя длина черенка 25 см, а толщина - 1 см. При этом учитывалось, что на черенке должно находиться не менее 4 живых почек.

Заготовленный материал до посадки хранили в зимнем хранилище, в снеговом прикопке, под соломой, в полиэтиленовых мешках с влажными опилками. В первых числах мая нижнюю часть нарезанных черенков по 600 штук для каждого варианта опыта погружали на 24 часа в приготовленные растворы ГСШ в соответствии со схемой опыта:

1. Контроль (*водопроводная вода*);
2. Раствор органического удобрения (*навоз КРС*);
3. Раствор органического удобрения + $N_{40}P_{40}$;
4. Раствор органического удобрения + $N_{40}P_{40}$ + ГСШ 400 кг/га;
5. Раствор органического удобрения + $N_{40}P_{40}$ + ГСШ 600 кг/га

После замачивания в растворах черенки высаживали в укоренительное отделение питомника. Опыт предусматривал 3-кратную повторность. В общей сложности в укоренительном отделении питомника было высажено 4500 шт. опытных черенков.

Посадка черенков проводилась широкорядно, с междурядьями 60 см и расстоянием в рядке 30 см. Почва участка чернозем типичный с содержанием гумуса 4,8%, подвижного фосфора и обменного калия соответственно 18,0 и 24,6 мг/100 г почвы. Осенью – после завершения вегетации подсчитывалось число прижившихся черенков, определялась средняя высота стволиков и вычисления средних значений.

В ходе опыта велись наблюдения за опытными саженцами тополя черного, высаженными на лесокультурной площади полевых защитных полос. Перед посадкой корневая система саженцев на 24 часа погружалась в питательные смеси, приготовленные аналогичным образом, что и для замачивания черенков. Дозы удобрений рассчитывались с учетом того, что каждый саженец на лесокультурной площади будет занимать территорию 2,2 м². После этого саженцы высаживались в почву со схемой посадки: междурядья - 3 м, шаг посадки 0,75 м. Повторность опыта 3-х кратная. К концу вегетации был проведен учет их приживаемости годового прироста стволиков в высоту.

В лесоводческой литературе имеются сведения, что черенки достаточно хорошо укореняются в плодородной влажной почве. Приживаемость может находиться на уровне 60-70%. Примерно такой уровень регенерации древесного вида отмечался в проведенном опыте в контрольном варианте - 72,5%, высота их стволиков к концу вегетации составила в среднем 65 см (таблица 1).

Таблица 1 - Приживаемость черенков тополя черного, 2024 г.

Варианты опыта	Показатели			
	Высажено черенков, шт.	Приживаемость черенков		Средняя высота саженцев, см
		шт.	%	
Контроль (водопроводная вода)	300	218	72,5	68
Раствор органического удобрения (навоз КРС)	300	265	88,4	76
Раствор органического удобрения + N ₄₀ P ₄₀	300	280	93,2	88
Раствор органического удобрения + N ₄₀ P ₄₀ + ГСШ 400 кг/га	300	286	95,4	95
Раствор органического удобрения + N ₄₀ P ₄₀ + ГСШ 600 кг/га	300	290	96,7	98

Выдерживание черенков перед посадкой в болтушке из коровяка позволяет добиться получения 88,4% регенерированных растений, из 300 шт. высаженных черенков к концу вегетации сохраняется 265 дерева готовых к посадке на лесокультурной площади. Это на 21,6% больше, чем в контрольном варианте. К тому же они имеют достаточно высокий ствол, достигающий в среднем 76 см, что на 8 см выше стволиков контрольных деревьев.

Добавление к раствору коровяка повышенных доз минеральных удобрений существенно повышало число прижившихся черенков. Из 300 шт., высаженных в данном варианте опыта черенков тополя черного, 280 шт., или 93,2% сформировали корневую систему и надземную вегетативную массу с высотой стволика 88 см. Это уже на 28,4% и 29,4% больше значений контрольного варианта.

Добавление в питательную смесь ГСШ в большей степени стимулировало способность к регенерации. В этих вариантах приживаемость черенков равнялась соответственно 95,4% и 96,7%, что на 31,2 % и 33,0% больше контрольного показателя, а высота стволиков деревьев равнялась 95 см и 98 см.

Таким образом, в традиционно используемые в лесных питомниках органические и органо-минеральные растворы для замачивания черенков тополя, ГСШ из расчета 400 кг/га и 600 кг/га способствует увеличению приживаемости черенков.

Выявлено, что саженцы тополя черного при своевременной посадке достаточно хорошо приживаются в почве. Предпосадочное их выдерживание в течении 24 часов в обычной воде обеспечивает приживаемость около 86,0% высаженных деревьев, а их средняя высота к осени достигает 158 см.

При выдерживании посадочного материала в течении суток в растворе коровяка (органическое удобрение) количество успешно прижившихся растений возрастает до 89,2%, из 200 высаженных весной саженцев к осени сохраняется 178 шт. молодых деревьев. Высота их стволиков достигала 171 см, что на 3,5% и 8,2% больше контроля (таблица 2).

Установлено, что наилучшая приживаемость саженцев тополя происходит при добавлении в раствор коровяка минерального удобрения и ГСШ. Из 200 шт. высаженных саженцев, к концу 1-го года жизни в посадках оставалось соответственно 193 шт. и 194 шт. выживших деревьев, это на 12,2% и 12,8% больше контрольного варианта. Приживаемости деревьев равнялся соответственно – 96,5% и 97,2%, против 86% - в контрольной посадке. При этом деревья к концу лета имели высоту стволиков 197 см и 210 см.

Таблица 2 - Приживаемость саженцев тополя черного в посадках, 2024 г.

Варианты опыта	Показатели			
	Высажено черенков, шт.	Прижилось черенков, шт.	Приживаемость, %	Средняя высота деревьев, см
Контроль (водопроводная вода)	200	172	86,0	158
Раствор органического удобрения (навоз КРС)	200	178	89,2	171
Раствор органического удобрения + N ₄₀ P ₄₀	200	187	93,4	188
Раствор органического удобрения + N ₄₀ P ₄₀ + ГСШ 400 кг/га	200	193	96,3	197
Раствор органического удобрения + N ₄₀ P ₄₀ + ГСШ 600 кг/га	200	194	97,2	210

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Н.В. Сухова

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»

В настоящее время актуальным является вопрос о поиске приемов повышения эффективности применяемых минеральных удобрений. Важным фактором в решении этой проблемы является использование биотехнологий, позволяющих наиболее полно раскрыть почвенно-климатический потенциал агрофитоценоза и сельскохозяйственных культур.

Микробиологические биопрепараты широко используются в сельскохозяйственной практике для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений. Разработан способ нанесения бактерии на поверхность гранул минеральных удобрений, что позволяет повысить коэффициент усвоения растениями питательных веществ из удобрений и почвы.

Цель исследований заключалась в агроэкологической оценке эффективности применения модифицированных биоминеральных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы в условиях Волгоградской области на светло-каштановой почве. В качестве объекта исследований использовали сорт мягкой озимой пшеницы – Камышанка -5.

Схема опыта включала 7 вариантов:

1. Контроль без удобрений
 2. N30P30K30
 3. N30P30K30 БМ*
 4. N45P45K45
 5. N45P45K45 БМ
 6. N30P30K30 + подкормка карбамидом в дозе N15 в фазу трубкования
 7. N30P30K30 БМ+ подкормка карбамидом БМ N15 в фазу трубкования
- *БМ- биомодифицированные удобрения

Площадь делянки – 100 м². Повторность опыта 4-х кратная. Размещение вариантов рендомизированное. Предшественник - многолетние травы. Агротехника возделывания соответствовала зональной технологии. Уборку урожая проводили поделочно.

Почва опытного поля светло-каштановая, слабосолонцеватая, по гранулометрическому составу тяжелосуглинистая. Водный режим почвы непромывного типа. Содержание гумуса 1,6-1,7%. Реакция почвенного раствора нейтральная и слабощелочная (рНводн. = 6,5- 7,4). Пахотный слой почвы характеризуется средней обеспеченностью общего азота (0,11-0,13%), валового фосфора (0,10-0,12%), повышенное –обменным калием (1,53-1,67%)

В качестве носителя бактерий использовали диатомит, отличительная особенность которого - макропористая структура.

Внесение минеральных удобрений обусловило достоверное повышение урожайности озимой пшеницы (таблица 1). На фоне дозы N30P30K30 прибавка урожая составила 0,57 т/га, или 16%. Применение той же дозы нитроаммофоски, но модифицированной, обусловило дальнейшее увеличение прибавки урожая, которая составила 0,86 т/га, или 24,1%. Обработка удобрения микробиологическим препаратом обеспечила получение дополнительного урожая 0,29 т/га, или 7,02%.

Таблица 1 - Формирование урожая зерна озимой пшеницы в условиях применения модифицированных биоминеральных удобрений

Вариант опыта	Урожай зерна, т/га			Среднее за три года						Соотно шение зерно : солома
	2019	2020	2021	зерно			солома			
				урожай т/га	прибавка		масса т/га	прибавка		
					т/га	%		т/га	т/га	
Контроль	3,41	4,18	3,08	3,56	-	-	4,25	-	-	1,19
N30P30K30	4,05	4,71	3,63	4,13	0,57	16,0	4,72	0,47	11,1	1,14
N30P30K30 БМ*	4,33	5,11	3,83	4,42	0,86	24,1	4,95	0,71	16,5	1,12
N45P45K45	4,83	5,22	3,94	4,66	1,10	30,9	5,13	0,88	20,7	1,10
N45P45K45 БМ	5,06	5,89	4,42	5,02	1,46	41,0	5,33	1,08	25,4	1,06
N30P30K30 + N15	5,13	5,49	4,25	4,74	1,18	33,1	5,07	0,82	19,3	1,06
N30P30K30 БМ+ N15 БМ	5,67	5,95	4,71	5,24	1,68	47,2	5,10	0,85	20,0	0,97
НСР05	0,21	0,25	0,19	0,23			0,31			
P%	5,2	4,3	3,6	4,7						

*БМ- модифицированные биоминеральные удобрения

Увеличение дозы нитроаммофоски до N45P45K45 способствовало формированию урожая в среднем за три года 4,66 т/га, что на 1,10 т/га, или 30,9% больше в сравнении с контролем и на 0,53 т/га, или 12,8% в сравнении с дозой N30P30K30. За счет внесения модифицированной нитроаммофоски получена прибавка урожая 1,46 т/га, или 41,0% в сравнении с контролем. Сравнение одинаковых доз удобрения показало, что за счет включения микробиологического препарата в гранулу удобрения получено 0,36 т/га, или 7,7%.

Наиболее эффективным приемом повышения продуктивности озимой пшеницы было внесение N30P30K30 в предпосевную культивацию и подкормка в фазу трубкования N15. Прибавка урожая зерна в сравнении с контролем составила 1,18 т/га, или 33,1%, причем на фоне модифицированных удобрений 1,68 т/га и 47,2% соответственно. Использование в этом варианте двух видов модифицированных удобрений

позволило дополнительно получить прибавку 0,5 т/га или 10,6% в сравнении с такой же дозой стандартных удобрений.

Следует отметить, что использование модифицированных удобрений позволяет снизить дозу минеральных удобрений без ущерба для урожайности озимой пшеницы. Так, на фоне дозы N30P30K30 БМ урожай 4,42 т/га, а при внесении N45P45K45 - 4,66 т/га, разница между вариантами находится на пределе достоверности. Этот факт заслуживает внимания не только с экономической позиции, но и с экологической безопасности.

Условия минерального питания оказали значительное влияние на формирование структуры урожая озимой пшеницы (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на формирование элементов продуктивности урожая зерна озимой пшеницы (в среднем за три года)

Вариант опыта	Высота растений, см	Количество, шт.			Длина колоса, см	Масса, г	
		продуктивных стеблей	колосков	зерен главного колоса		зерна главного колоса	1000 зерен
Контроль	84	299	14,6	28,8	6,6	1,22	41,8
N30P30K30	89	336	14,8	29,0	6,8	1,24	42,6
N30P30K30 БМ*	91	362	14,8	29,2	6,8	1,25	42,8
N45P45K45	95	375	14,9	30,3	6,8	1,27	42,3
N45P45K45 БМ	99	385	14,9	30,1	6,9	1,30	43,2
N30P30K30 + N15	94	378	14,9	29,9	6,8	1,27	42,8
N30P30K30 БМ+ N15 БМ	100	396	14,9	31,0	7,0	1,32	42,9
НСР05	4,2	19,0	0,81	0,95	0,61	0,08	1,19

За счет внесения традиционных минеральных удобрений в зависимости от дозы высота растений и число продуктивных стеблей увеличились на 6,1-11,9 см и 12,4- 26,4 шт. соответственно, а использование модифицированных удобрений обеспечило прирост на 8,3-19,1 см и 21,1-32,4 шт. соответственно.

В исследованиях за период с 2019 по 2021 годы установлена корреляционная зависимость урожайности озимой пшеницы от высоты растения ($r=+0,81$) и количества продуктивных колосьев на единице площади ($r=+0,92$). В зависимости от метеорологических условий года, главным образом из-за засушливости и высоких температур летнего периода, теснота связи с указанными элементами структуры урожая значительно колебалась.

Анализ качества зерна показал, что наибольшее содержание белка 14,3 - 14,9% и клейковины 32,4-34,3% получено при внесении минеральных удобрений в предпосевную культивацию и при сочетании с подкормкой модифицированными биоминеральными удобрениями (таблица 3).

Применение нитроаммофоски N16P16K16 в дозе 30 кг/га по д.в. обусловила повышение содержания белка в сравнении с контролем на 0,8%. Использование той же дозы биоминерального удобрения способствовало улучшению азотного питания, хотя разница по показателю находится на пределе достоверности, но отмечается положительная тенденция к увеличению белка.

Таблица 3 – Качество зерна озимой пшеницы (в среднем за 2019-2021г.)

Вариант опыта	Содержан ие белка	Прибавка к контролю	Стекловид ность	Сбор белка, кг/га	Прибавка к контролю, кг/га
	%				
Контроль	13,5	-	63	480,6	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	14,3	0,8	70	590,6	110,0
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ БМ	14,5	1,0	72	640,9	160,3
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	14,7	1,2	72	685,0	204,4
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ БМ	14,9	1,2	72	747,9	267,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅	15,1	1,3	76	715,7	235,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ БМ+ N ₁₅ БМ	15,3	1,4	81	801,7	321,1
НСР05	0,2		1,2	34,6	

Повышение дозы удобрений привело не только к увеличению урожайности озимой пшеницы, но и улучшению качества её зерна. Не отмечено отрицательной зависимости между урожаем зерна и содержанием в нем белка. Наилучшие показатели отмечены на фоне сочетания N30P30K30 + N15. При повышении дозы нитроаммофоски и использование подкормки карбамидом обеспечило повышение содержания белка на 1,3-1,4%, причем наибольшая величина наблюдается в условиях применения модифицированных удобрений (таблица 4).

Таблица 4 – Качество клейковины зерна озимой пшеницы (в ср. за 3 года)

Вариант опыта	Содержание клейковины, %	ИДК, усл.ед.	Характеристика качества клейковины
Контроль	31,7	90	Удовлетворительная слабая, II слабая
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	32,4	85	Удовлетворительная слабая, II слабая
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ БМ	32,6	84	Удовлетворительная слабая, II слабая
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	33,8	81	Удовлетворительная слабая, II слабая
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ БМ	33,9	80	Удовлетворительная слабая, II слабая
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅	34,0	76	Хорошая, I группа
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ БМ+ N ₁₅ БМ	34,3	72	Хорошая, I группа
НСР05	1,1	3,0	

В результате проведенных трехлетних полевых исследований выявлено, что такой способ биологизации земледелия, как применение биомодифицированных минеральных удобрений, позволяет увеличить окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая зерна. Полученные результаты могут быть использованы для развития экологически безопасных агробιοтехнологий при возделывании озимой пшеницы.

УДК 631.416.2:633.31/37:631.582

ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ПОД РАЗЛИЧНЫМИ БОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ В СЕВООБОРОТАХ

В. И. Турусов, Е. А. Балюнова, Р. В. Сальников,

ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В. В. Докучаева»

E-mail: sevooborot-150@yandex.ru

В плодородии почвы, в оптимизации ее агрохимических свойств немаловажное значение принадлежит фосфору. Фосфор, как и азот, является важнейшим элементом питания, при участии которого формируется урожай. Он оказывает большое влияние на формирование репродуктивных органов растений, ускоряет созревание, повышает качество продукции, недостаток фосфора, как и азота, задерживает рост и развитие растений, особенно в молодом возрасте. [3]

В отличие от азота, дефицит фосфора не восполняется биологическим путем. Пополнение его может быть за счет трансформации фосфатов в почве и внесения фосфорных удобрений. Соединения фосфора в почве образуются в результате разрушения первичных фосфатных минералов и последующих превращений продуктов выветривания под влиянием химических, физико-химических и биологических процессов. Почвенные фосфаты могут быть представлены минеральными и органическими соединениями. [1, 2]

Фосфаты в почве весьма разнообразны и установить их роль в питании растений сложно из-за большого количества минеральных соединений и изменения их устойчивости при различных условиях почвенной среды. Наибольшую ценность для растений представляют подвижные соединения фосфора.

Наблюдения за динамикой подвижных форм фосфора показали, что в слое почвы 0-40 см под изучаемыми культурами содержалось в среднем от 12,5 (нут - зернотравянопропашной севооборот) до 18,1 мг/100г почвы (зернотравянопропашной - эспарцет на сидерат) (таблица).

Как весной, так и в фазу цветения, в почве под однолетними зернобобовыми культурами различия по содержанию подвижного фосфора были минимальными, увеличиваясь лишь к уборке. Так по гороху в зернопропашном севообороте количество P_2O_5 в почве увеличилось на 20,0%, по нуту в зернотравянопропашном на 34,5%, по сое на 12%. Наиболее существенным повышением содержания подвижного фосфора от всходов до

цветения происходило в почве под эспарцетом: в зернотравянопропашном севообороте под эспарцетом на сидерат оно составило 69,0%, под эспарцетом на сено 75,0%.

Таблица – Содержание подвижного фосфора под бобовыми культурами в различных севооборотах в слое почвы 0-40см в 2022-2024гг., мг/100г почвы

Вариант опыта	Фаза развития			Среднее
	Всходы	Цветение	Созревание	
Зернопропашной Горох	12,0	12,8	14,4	13,0
Зернотравянопропашной Нут	11,0	11,6	14,8	12,5
Зерновой Соя	12,3	13,8	14,0	13,4
Зернотравянопропашной Эспарцет на сидерат	14,1	23,8	16,4	18,1
Зернотравянопропашной Эспарцет на сено	12,0	21,1	14,7	15,9
НСР ₀₅	0,7	1,0	1,0	1,8
Варианты с удобрением N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀				
Зернопропашной Горох	15,6	13,9	18,7	16,0
Зернотравянопропашной Нут	17,5	11,4	16,7	15,7
Зерновой Соя	16,0	14,4	18,0	16,1
Зернотравянопропашной Эспарцет на сидерат	22,7	27,6	24,3	24,8
Зернотравянопропашной Эспарцет на сено	17,2	28,4	20,0	21,9
НСР ₀₅	2,3	2,5	1,9	2,1

В значительной степени это связано с активным ростом корневых систем растений, воздействием корневых выделений на почвенные фосфаты и перевод их в подвижную форму, а также перемещением фосфатов стержневыми корневыми системами как однолетних, так и многолетних культур из нижних горизонтов в верхние. У растений с глубоко проникающей корневой системой этот процесс происходит наиболее интенсивно, что и прослеживалось в наших опытах с эспарцетом различного вида пользования, соей и нутом.

Проведенные исследования свидетельствуют, что включение в структуру севооборотов как однолетних, так и многолетних бобовых культур в значительной мере способствует оптимизации фосфатного режима почвы. Особенно следует отметить многолетние бобовые травы: судя по данным табл. 1 количество P₂O₅ в почве под эспарцетом разного вида пользования в среднем за вегетацию превышало аналогичные показатели под однолетними бобовыми на 22,0-40,0%.

Применяемые в опыте удобрения также достоверно повышали содержание P_2O_5 в почве под однолетними бобовыми культурами в среднем на 35,8%, под эспарцетом на сено на 37,0%, под эспарцетом на сидерат на 37,7%. Более высокая концентрация P_2O_5 в почве под многолетними травами по сравнению с другими культурами отмечалась на протяжении всей вегетации.

С точки зрения улучшения фосфатного режима почвы однолетние и особенно многолетние бобовые культуры являются хорошими предшественниками для озимых зерновых хлебов. В значительной мере они оптимизируют и агрофизические свойства почвы, что позволяет их рассматривать как эффективные культуры-фитомелиоранты в современных севооборотах.

Список использованных источников

1. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии - 2-е изд.: Учебное пособие / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев и др. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
2. Минеев В.Г. Удобрение озимой пшеницы / В.Г. Минеев. – М.: Колос, 1973. – 208 с.
3. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. – М.: Колос, 1963. Т.3. -647с.
4. Соколов А.В. Агрохимические методы исследования почв / А.В. Соколов. – М.: «Колос», 1975. – 235 с.
5. Ягодин Б.А. Агрохимия: учебное пособие / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М.: «Колос», 2002. – 655 с.

УДК 574.502

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ХВОЙНОГО ДЕРЕВА ТУИ (THUJA) В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ ОЧИЩЕНИЯ ВОЗДУХА

М. О. Хаджыева, Дж. Б. Гурбанова А. Б. Ягмырова

Туркменский сельскохозяйственный институт

Туркменистан, г.Дашигуз

E-mail: mayaorazgeldiyewna@gmail.com

Туя (Thuja) — род хвойных деревьев семейства кипарисовых, широко распространённый в декоративном садоводстве. Она известна не только своей привлекательной внешностью и долговечностью, но и уникальной способностью очищать воздух. В последние годы особое внимание уделяется экологической роли хвойных деревьев в городах, поскольку они активно способствуют улучшению качества атмосферы.

В условиях современных городов, где уровень загрязнения воздуха достигает критических значений, важнейшей задачей становится поиск эффективных способов улучшения экологической ситуации. Одним из перспективных направлений является использование зеленых насаждений, в частности хвойных деревьев, таких как туя. Этот вид не только способен

улучшать качество воздуха, но и обладает рядом других преимуществ, что делает его идеальным для городских условий.

Туя характеризуется густой, вечнозеленой хвоей и могут достигать значительной высоты. Туя обладает хорошей морозостойкостью и способна адаптироваться к различным типам почвы, что делает её подходящей для различных климатических условий. Одной из ключевых особенностей туи является её способность к фотосинтезу в условиях низкой освещенности, что позволяет ей успешно расти в городских условиях, где уровень света может быть ограничен. Для успешного выращивания туи в городских условиях необходимо учитывать несколько ключевых факторов. Туя предпочитает солнечные или полутенистые участки. При этом важно учитывать наличие защитных сооружений, которые смогут защитить растения от сильного ветра и загрязнений.

Туя обладает множеством экологических преимуществ, которые делают её ценным элементом городской флоры. Хвойное дерево являются эффективными фильтрами для воздуха. Их листья (или иголки) имеют восковое покрытие, которое помогает задерживать мелкие частицы загрязнителей, такие как пыль, грязь и сажу. В дополнение к этому, иголки хвойных деревьев выделяют фитонциды — вещества, которые обладают антисептическими свойствами и могут нейтрализовать микроорганизмы в воздухе.

Туя отличается высокой способностью поглощать загрязняющие вещества. Исследования показывают, что хвойные деревья способны абсорбировать в значительной степени азотные оксиды (NO_x), которые являются одними из главных загрязнителей в городах, а также другие опасные химические вещества, такие как угарный газ (CO), аммиак и сернистые соединения. Эти вещества поступают в листья растений, где они связываются с клетками и химически нейтрализуются или выводятся из организма дерева. Процесс фотосинтеза, который происходит в иголках туи, также способствует очищению воздуха. В ходе фотосинтетической активности растения поглощают углекислый газ, который является основным компонентом парниковых газов. Это помогает снизить концентрацию CO_2 в атмосфере, что особенно важно в условиях глобального потепления.

Туя не только очищает воздух, но и выполняет функцию природного экранирования шума. Благодаря своей густой и плотной листве, она эффективно снижает уровень шума, поглощая звуковые волны, что является важным фактором для улучшения качества жизни в городах, особенно в районах с интенсивным движением. Она снижает температуру воздуха летом благодаря испарению влаги с поверхности иголок. Это способствует улучшению климата в жарких районах, создавая прохладу и улучшая комфортность для людей.

Для того чтобы туя могла максимально эффективно очищать воздух, её необходимо правильно высаживать и ухаживать за ней. Лучше всего растения чувствуют себя в местах с хорошей освещённостью, но при этом

защищённых от сильных ветров. Туя предпочитает влажные, но хорошо дренированные почвы и нуждается в регулярном поливе, особенно в первые годы после посадки. Важно также учитывать, что туя является вечнозелёным растением, что означает её способность работать как фильтр воздуха в любое время года. В зимний период, когда многие растения теряют листья, туя продолжает активно выполнять свою роль по очистке воздуха.

Туя привлекает различных животных и насекомых, что способствует увеличению биоразнообразия в городских экосистемах. Это особенно важно в условиях урбанизации, когда естественные сокращаются.

Туя хорошо растет на различных типах почвы, однако предпочтительнее использовать легкие, хорошо дренированные почвы с нейтральной или слабокислой реакцией. Перед посадкой рекомендуется провести анализ почвы и при необходимости внести удобрения. В первые годы после посадки туя требует регулярного полива, особенно в засушливые периоды. Важно избегать переувлажнения, так как это может привести к гниению корней.

Для улучшения роста и здоровья растений рекомендуется использовать комплексные удобрения, содержащие необходимые микроэлементы. Удобрения следует вносить весной и осенью, следуя рекомендациям. Обрезка туи позволяет формировать аккуратную крону и способствует лучшему воздухообмену. Рекомендуется проводить обрезку в конце зимы или ранней весной, удаляя сухие и поврежденные ветви.

Выращивание хвойного дерева туи в городских условиях представляет собой эффективный способ улучшения качества воздуха и создания более комфортной городской среды. Учитывая биологические особенности этого растения и правильный подход к его культивации, туя может стать важным элементом городской экосистемы, способствуя не только очищению воздуха, но и улучшению общего микроклимата.

Список использованных источников

1. Кузнецов, А. В. (2015). «Зеленые насаждения в городской среде». Москва: Научное издательство.
2. Смирнов, И. Н. (2018). Хвойные растения: особенности агрономии и экологии». Санкт-Петербург: Издательство «Наука».
3. Григорьев, Д. И. (2016). «Экологические аспекты использования растений в городах». Москва: Издательство «Экология».

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, МЕГАМИКС И АЛЬБИТА НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА И СЕМЯН КУКУРУЗЫ

Т. В. Хныкин¹, А. П. Еряшев²

¹ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева»,

²Мордовский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ г. Саранск

E-mail: Eryashev_alex@mail.ru

В условиях современных реалий требуется максимально упрощенное производство продуктов питания для удовлетворения растущих потребностей населения в мясе, молоке и других продуктах животного происхождения. И возможно это лишь при дальнейшем развитии животноводства и создании прочной кормовой базы. Основное направление в увеличении ее прочности – всемирная интенсификация кормопроизводства.

Актуальность наших исследований состоит в определении влияния минеральных удобрений, внесенных под запланированную урожайность зерна 6,2 т/га, подкормок жидкими комплексными удобрениями и регулятором роста на качество зерна и семян кукурузы в условиях Республики Мордовия.

Цель исследования – научное обоснование формирования качественных показателей зерна и семян кукурузы от воздействия минеральных, жидких комплексных удобрений Мегамикс и регулятора роста Альбит.

Задачи исследования – оценить динамику изменения массы 1000 семян, их водопотребления, натуры на разных уровнях питания.

Материал и методы исследований. Для выполнения поставленных задач, закладывались опыты в 2021–2023 годы на полях первичного семеноводства Мордовского НИИСХ по схеме, приведённой в таблице 1.

Размер делянок I порядка – 28 м² (2,8 × 10 м), II порядка – 140 м² (14 × 10 м). Повторность в опытах четырехкратная. Размещение вариантов систематическое. Объект исследования – районированный сорт кукурузы РОСС 190 МВ. Минеральные удобрения под запланированную урожайность зерна 6,2 т/га (N₁₂₈P₃₇K₃₇ кг/га действующего вещества) вносились перед второй культивацией. Использовали азофоску (N₁₆P₁₆K₁₆) 2,31 ц/га и аммиачную селитру (N₃₄) 2,68 ц/га, жидкие комплексные удобрения Мегамикс-Профи (1 л/га) и Мегамикс-Азот (2 л/га), регулятор роста Альбит (0,05 л/га) в период вегетации согласно схемы опыта (поделяночно). Расход рабочей жидкости 200 л/га. Посев проведен сеялкой СН-16 с шириной междурядий 75 см. В период вегетации проводились три прополки вручную.

В ходе исследований проводились следующие наблюдения, учеты и анализы: 1. Уборку и учет урожая выполняли вручную поделяночно сплошным методом (наземной массы – скашивали все растения с делянки, взвешивали и переводили урожайность на гектар). 2 Определяли массу 1000 семян [1], натуру зерна [2], потребное количество влаги для набухания семян [3]. 3. Статистическая обработка результатов анализов, учетов и урожайных

данных проводилась методом дисперсионного анализа и корреляции по Б. А. Доспехову на персональном компьютере IBM PC [4].

Изучение качества зерна и семян, полученных в среднем за 2021–2023 годы исследований приведены в таблице.

Таблица – Влияние минеральных удобрений, сроков применения жидких комплексных удобрений и регулятора роста на качество зерна и семян

Варианты опыта		Масса 1000 семян, г	Натура, г/л (при стандартной влажности зерна 14 %)	Потребность воды для набухания воздушно-сухих семян, %
Сроки применения жидких комплексных удобрений и регуляторов роста (Фактор А)	Фон минерального питания (Фактор В)			
В фазе 3–4 листьев	1. Естественный (контроль)	232	745	20,1
	2. Удобрения (У)	277	763	41,2
	3. У + МП	244	758	32,7
	4. У + МА	251	756	34,4
	5. У + А	261	764	25,6
В среднем в фазе 3–4 листьев		253	757	30,8
В фазе 3–4 + 5–6 листьев	1. Естественный (контроль)	232	746	20,1
	2. Удобрения (У)	277	763	41,2
	3. У + МП	244	751	41,4
	4. У + МА	259	749	44,4
	5. У + А	265	757	43,8
В среднем в фазе 3–4 + 5–6 листьев		255	753	38,2
В фазе 5–6 листьев	1. Естественный (контроль)	232	746	20,1
	2. Удобрения (У)	277	763	41,2
	3. У + МП	250	758	21,9
	4. У + МА	251	762	25,2
	5. У + А	245	754	38,6
В среднем в фазе 5–6 листьев		251	757	29,4
В среднем по фону минерального питания (Б)	1. Естественный (контроль)	232	746	20,1
	2. Удобрения (У)	277	763	41,2
	3. У + МП	246	756	32,0
В среднем по фону минерального питания (Б)	4. У + МА	254	755	34,7
	5. У + А	257	758	36,0
В среднем по опыту		253	756	32,8
НСР ₀₅ А		9	8	1,7
НСР ₀₅ В		12	10	2,2
НСР ₀₅ АВ		12	10	2,2
НСР ₀₅ частных различий		20	18	3,8

Примечание: 1. – Без удобрений (контроль); 2. – Минеральные удобрения под запланированную урожайность зерна 6,2 т/га (У); 3. У + МП – Удобрения + Мегамикс-Профи; 4. У + МА – Удобрения + Мегамикс-Азот; 5. У + А – Удобрения + Альбит.

Сроки внесения новых «агрохимикатов» не повлияли на массу 1000 семян. Минеральные удобрения повысили её на 19,4 %. Однако на их фоне не наблюдалось такого воздействия от жидких комплексных удобрений и регулятора роста. Для частных различий она была максимальной, по сравнению с контролем, в варианте с применением туков и на их фоне с опрыскиванием Альбитом в фазе 3–4-х листьев, а также 3–4+5–6 листьев Мегамикс-Азотом и Альбитом. Не выявлено взаимодействия факторов.

Натура существенно не изменялась по изучаемым вариантам ($F_p < F_t$).

Наибольшее потребление влаги для набухания воздушно сухих семян было при двухкратной обработке кукурузы «новыми агрохимикатами». Оно преобладало в варианте с применением туков, на их фоне при опрыскивании жидкими комплексными удобрениями и регулятором роста данный показатель снижался, хотя был также выше, чем на контроле. При рассмотрении частных различий преимущественное использование воды для набухания семян отмечено на удобренном фоне, а также с внесением Мегамикс-Профи, Мегамикс-Азота, Адьбита в фазах 3–4-х + 5–6-и листьев и Альбита в фазе 5-6 листьев. Хотя применяемые препараты существенно не изменили данный показатель, по сравнению с вариантом применения минеральных удобрений. Имело место взаимодействие факторов.

Список использованных источников

1. ГОСТ 10842–89. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 6 с.
2. ГОСТ 10840 – 64. Зерно. Методы определения натуры (с изменениями). – М.: Изд-во стандартов, 1964. – 4 с.
3. Майсuryн Н. А. Растениеводство: лабораторные занятия / Изд. 4-е перераб. и доп. – М., Сельхозгиз, 1960. – С. 9–10.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: учебник / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 631.8:631.821

ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Д.Н. Цыганков

ФГБУ "Станция агрохимической службы "Рыльская"

В Курской области более половины пахотных угодий имеют в разной степени кислую реакцию среды, причем за последние годы площади кислых почв увеличились. В условиях Центрального Черноземья длительное сельскохозяйственное использование земель приводит к повышению темпов и масштабов подкисления почв. Это обусловлено, с одной стороны, повышением выщелачивания верхних слоев почвы, с другой стороны, некомпенсированными потерями оснований (Ca^{2+} , Mg^{2+}) в результате выноса урожаем культур и применения минеральных удобрений. При этом

ухудшаются структура, агрофизические свойства почвы, что ведет к заплыванию и сокращению водопроницаемости, нарушению экологического равновесия ландшафта.

Чернозёмы являются наиболее распространенными и наиболее плодородными почвами на территории области. В пахотном слое чернозёмов оподзоленных неэродированных и эродированных реакция солевой вытяжки слабокислая - $pH=5,2-5,4$, гидролитическая кислотность высокая - $4,6-7,1$ мг·экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований составляет 22-30 мг·экв/100 г почвы, содержание гумуса 5,0-6,9 %. В пахотном слое чернозёмов выщелоченных неэродированных и эродированных реакция солевой вытяжки близкая к нейтральной - $pH\ 5,6-6,0$, гидролитическая кислотность высокая 2,9-5,5 мг·экв./100 г почвы, сумма поглощенных оснований- 33-39 мг·экв./ 100 г почвы, содержание гумуса 5,0-7,0 %.

Серые лесные почвы по распространению в области занимают второе место после чернозёмов. Химико-физические свойства серых лесных почв могут колебаться в значительных пределах: реакция солевой вытяжки от сильнокислой до нейтральной (4,2-6,0); гидролитическая кислотность от низкой до высокой (0,7-9,4 мг·экв/100 г почвы); сумма поглощенных оснований от 6,0 до 16,0 мэкв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями варьирует от очень низкой до высокой (53-93%).

Вниз по профилю почв во всех их разновидностях происходит снижение кислотности. Реакция почвенного раствора темно-серых лесных почв колеблется от сильнокислой (4,3) до нейтральной (6,9), гидролитическая кислотность 0,5 -8,4 мг·экв/100 г почвы, сумма обменных оснований 5,0 - 34,0 мг·экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями 60-97%. Содержание гумуса в супесчаных разновидностях - 1,1-3,2%, в тяжелосуглинистых - 2,3-5,9 %.

Результаты агрохимического мониторинга показывают, что средневзвешенная величина pH на уровне 5,4 ед. в почвах длительное время оставалась относительно стабильной, однако отмечена устойчивая тенденция сокращения доли нейтральных почв и увеличения доли среднекислых, достигая >60%. Выявлены площади почв с кислой реакцией среды.

В зависимости от кислотности почв, а также с учетом почвенных и климатических факторов региона, важно исследовать эффективность известкования почв как первоочередного, так и периодического, с целью оптимизации кислотно-основных свойств почв, определяющих уровень плодородия и продуктивности сельскохозяйственных культур.

Исследования в течение 2018 – 2022 годов по эффективности известкования проведены в ООО "Знаменское" Рыльского района на темно-серых лесных почвах. Исходный уровень кислотности почвы составлял 5,1 ед. pH . Объектом исследований была яровая пшеница сорта Дарья. Норма посева — 5 млн всх. зер./га. Способ посева — рядовой, глубина заделки семян — 4–5 см. Пересчет урожая проводили на 100 %-ную чистоту и 14 %-ную влажность зерна.

Влияние минеральных удобрений на урожай зерна яровой пшеницы изучали на двух фонах: с известью и без извести. В качестве мелиоранта использовали стандартную известковую муку (содержание CaCO_3 85%), которую вносили из расчёта 2,5 и 3,5 т/га поверхностно с последующей заделкой дисковой бороной в 2 следа на глубину 12-15 см и вспашкой. Повторность опыта четырехкратная.

Анализ урожайных данных, полученных в опытах, свидетельствует о высокой эффективности известкования при возделывании яровой пшеницы.

При известковании темно-серой лесной почвы известняковой мукой в дозе по 2,5 и 3,5 т/га величина pH_{KCl} уже на следующий год после внесения мелиоранта уменьшалась на 0,57-0,68 ед. Известкование почвы способствовало значительному снижению гидролитической кислотности. К периоду уборки яровой пшеницы она снизилась на 0,81-1,35 мг-экв/100 г почвы. Внесение известняковой муки обусловило увеличение содержания обменно-поглощенных оснований в пахотном слое темно-серой лесной почвы на 1,0-1,4 мг-экв/100 г почвы.

Внесение минеральных удобрений NPK (16-16-16) в дозе N60P60K60 повысило урожайность яровой пшеницы на 6,6 ц/га, или 24,0 % в сравнении с контролем, а внесение той же дозы удобрений в сочетании с известкованием в дозе 2,5 т/га - на 8,2 ц/га, или 31,3%, в дозе 3,5 т/га – на 8,9 ц/га 32,4%.

Установлено влияние известкования на агрохимические свойства почв. Содержание общего азота в 0-20 см слое почвы колебалось от 0,123 до 0,131% к массе почвы. Содержание легкогидролизуемого азота колебалось от 29 до 34 мг/кг почвы в пахотном слое. Известкование увеличивало подвижность азота в серой лесной почве. Содержание щелочно-гидролизуемого азота, было выше легкогидролизуемого в 2,3-2,5 раза.

Экспериментальные данные показали, что органический почвенный азот в основном был представлен не гидролизруемыми и трудно-гидролизруемыми соединениями, доля которых в почве достигала 82,0-84,0% от общего содержания азота. Доля легкогидролизуемой фракции составляет 9,9-10,6% от общего азота. Определение фракционного состава органических веществ почвенного азота в составе гумуса показало, что в темно-серой лесной почве отношение азота гуминовых кислот к азоту фульвокислот меньше единицы (0,92-0,95).

Известкование, проведенное перед закладкой опыта с яровой пшеницей осенью, не оказало значительного влияния на соотношение азота в группах гумуса. Однако, выявлены существенные изменения во фракционном составе азотистых веществ, связанных с гумусовыми соединениями, что проявилось в снижении количества азота, связанного в полимерном комплексе с углеродом 1-ой фракции гуминовых и фульвокислот и «агрессивной» - фульвокислот, с одной стороны, и с ростом количества азота, связанного с гуминовыми и фульвокислотами, предположительно связанными с кальцием.

Известкование темно-серой лесной почвы обусловило рост «зрелости» состава азотистых веществ почвы, с одной стороны, и увеличение содержания минерального азота – с другой. В конкретных почвенно-климатических условиях Курской области это обусловлено физико-химическими и биологическими процессами в почве.

Результаты определения содержания минеральных соединений азота в пахотном слое почвы показали, что преимущественной формой азота в темно-серой лесной почве является аммонийная, в форме обменного аммония. Количество минерального азота изменялось по годам исследований и в течение вегетации яровой пшеницы.

Известкование среднекислой темно-серой лесной почвы и использование минеральных удобрений приводило к колебаниям режима минеральных форм азота. Известкование увеличивало содержание обеих форм азота: нитратной на 27,8%, аммонийной - на 21,1%. Под влиянием минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) содержание нитратного и аммиачного азота возрастало на 11-25% в зависимости от срока отбора образцов почвы в течение вегетационного периода.

Суммарной оценкой всех статей азотного баланса является установление потенциала минерализации или азотминерализующей способности почвы. Изучение количественных показателей N_0 и констант скорости (k) минерализации азота в зависимости от доз известковых удобрений и применения минеральных удобрений показало их значительную вариабельность. Количество потенциально минерализуемого азота (N_0) увеличивалось при известковании с 49 до 63 мг/кг почвы. Наибольшее его накопление при использовании полного минерального удобрения на ($N_{60}P_{60}K_{60}$) на фоне известкования – 119 мг/кг почвы.

Скорость реакции минерализации органического азота колебалась от 2,5 до 8,1 мг/кг за одну неделю. В полевых условиях в зависимости от температуры воздуха и влагообеспеченности константы скорости минерализации будут изменяться и, как правило, несколько меньшими даже при оптимальной кислотности почвы, что обусловлено колебаниями гидротермических показателей.

Исследование азотминерализующей способности почвы (АМС) показало, что с изменением величины pH_{KCl} и при использовании минеральных удобрений она меняется. За вегетационный период (май-август) АМС возрастает с 49 кг/га на контроле до 71-89 кг/га при известковании и применении $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Анализ полученных свидетельствует о том, что определение АМС позволяет с достаточно высокой точностью устанавливать величины доступного растениям азота почвы в течение вегетационного периода с учетом гидротермических условий и величины pH и прогнозировать возможный урожай зерна.

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

А.Ю. Чевердин, Л.А. Пискарева

ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В.Докучаева»

E-mail: cheverdin@bk.ru

Аннотация. В исследованиях, проведенных на территории Воронежского ФАНЦ им. В.В.Докучаева в полевом трехфакторном опыте изучено изменение элементного состава растений кукурузы под действие комплексных минеральных удобрений. По результатам исследований отмечено положительное влияние разных доз удобрений на количество элементов питания в растениях.

Ключевые слова. Кукуруза, удобрения, азот, фосфор, растения.

Введение. Химический состав растений является важным показателем и находится в тесной зависимости с почвенным плодородием.

Использование высоких доз минеральных удобрений способствует увеличению содержания в растениях основных элементов питания: азота, фосфора, калия, марганца, цинка, кобальта и меди [1, 3].

Современные биопрепараты имеющие состав бактериальной природы применяемые как в чистом виде так и в комплексе с минеральными удобрениями показали высокую эффективность в увеличении показателей почвенного плодородия и обеспеченности растений элементами питания [2, 4].

Методика исследований. Исследования проведены в «Воронежский ФАНЦ им.В.В. Докучаева» (2022-24 гг.). Почвенный покров опытного участка представлен черноземом обыкновенным (сегрегационным) среднесуглинистым среднегумусным тяжелосуглинистым. Содержание гумуса - 6,5-6,8%, рНвод - 7,1.

Объект исследований - кукуруза. Исследования проведены с использованием полевого и лабораторного опыта. Предшественник – яровой ячмень. Площадь посевной делянки-46,2 м², учетной 14,84 м². Повторность – 3-х кратная. Опыт трехфакторный: фактор первого порядка – уровни удобренности (без удобрений, (NPK)₃₀, (NPK)₆₀, (NPK)₉₀). Фактор второго порядка биопрепараты, фактор третьего порядка гибриды кукурузы. Основная обработка почвы - вспашка на 20-22 см.

Результаты и обсуждение. Анализ результатов исследований по содержанию азота в растениях кукурузы показал (таблица), что на естественном фоне удобренности наибольшее значение отмечено на гибриде Докучаевский 220-2,38% а.с.в. При этом на остальных исследуемых гибридах концентрация азота находилась в интервале 1,80-2,19% а.с.в. Повышение уровня удобренности до N₃₀P₃₀K₃₀ под кукурузу обеспечило увеличение (в среднем 0,12%) содержания азота в растениях в фазу выбрасывания метелки. Максимальная величина также отмечена у гибрида

Докучаевский 220-2,39% а.с.в. Близкие значения были у гибридов Докучаевский 210 и Золотой початок 227МВ; 2,36 и 2,35% а.с.в. соответственно.

Таблица – Химический состав растениеводческой продукции кукурузы в фазу выбрасывания метелки (2022-2023 гг., % абс. сух. в-ва)

Нормы внесения удобрений (фактор А)	Гибриды (фактор С)	N	P ₂ O ₅
N ₀ P ₀ K ₀	Кросби	1,80	0,483
	Жаклин	2,20	0,498
	Докучаевский 210	2,17	0,451
	Докучаевский 220	2,38	0,660
	Докучаевский 230	2,06	0,519
	Золотой початок 227МВ	2,19	0,586
	среднее	2,13	0,533
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Кросби	1,93	0,555
	Жаклин	2,30	0,532
	Докучаевский 210	2,36	0,504
	Докучаевский 220	2,39	0,541
	Докучаевский 230	2,17	0,552
	Золотой початок 227МВ	2,35	0,608
	среднее	2,25	0,548
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Кросби	2,31	0,650
	Жаклин	2,53	0,635
	Докучаевский 210	2,40	0,658
	Докучаевский 220	2,49	0,516
	Докучаевский 230	2,34	0,614
	Золотой початок 227МВ	2,56	0,644
	среднее	2,44	0,619
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Кросби	2,78	0,777
	Жаклин	2,71	0,653
	Докучаевский 210	2,52	0,618
	Докучаевский 220	2,56	0,530
	Докучаевский 230	2,66	0,600
	Золотой початок 227МВ	2,77	0,694
	среднее	2,66	0,645

Дальнейшее увеличение фона удобренности до среднего и высокого уровня также способствовало сохранению тенденции повышения количества азота в растениях и в среднем составило 2,44 и 2,66% соответственно. На уровне удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ по содержанию азота в растительных образцах гибриды расположились следующим образом: Золотой початок 227МВ-2,56%; Жаклин-2,53%; Докучаевский 220-2,49%; Докучаевский 210-2,40%; Докучаевский 230-2,34%; Кросби-2,31%. Внесение высоких доз удобрений

способствовало максимальному содержанию элементов питания в растениях: Кросби-2,78%; Золотой Початок 227МВ-2,77%; Жаклин-2,71%; Докучаевский 230-2,66; Докучаевский 220-2,56%; Докучаевский 210-2,52% (таблица).

Содержание оксида фосфора в растениях кукурузы зависело от доз удобрений и колебалось в пределах 0,586-0,645%. Рассматривая содержания фосфора в растениях на разных уровнях удобренности в зависимости от генной принадлежности гибрида, можно выстроить следующие ряды в сторону увеличения количества фосфора. На неудобренном фоне: Докучаевский 210-0,451%; Кросби-0,483%; Жаклин-0,498%; Докучаевский 230-0,519%; Золотой початок 227МВ-0,586%; Докучаевский 220-0,660%. На низком фоне: Докучаевский 210-0,504%; Жаклин-0,532%; Докучаевский 220-0,541%; Докучаевский 230-0,552%; Кросби-0,555%; Золотой початок 227МВ-0,608%. На (NPK)₆₀: Докучаевский 220-0,516%; Докучаевский 230-0,614%; Жаклин-0,635%; Золотой початок 227МВ-0,644%; Кросби-0,650%; Докучаевский 210-0,658%. И на высоком варианте минерального питания: Докучаевский 220-0,530%; Докучаевский 230-0,600%; Докучаевский 210-0,618%; Жаклин-0,653%; Золотой початок 227МВ-0,694%; Кросби-0,777%.

Выводы. Содержание основных элементов в растениях кукурузы в наших исследованиях определялось как количеством минеральных удобрений, так и генетической обособленностью изученных в опыте гибридов.

Список использованных источников

1. Занозина, О. Д. Влияние различных доз удобрений и средств защиты растений на обеспеченность элементами питания озимой пшеницы / О. Д. Занозина, И. В. Шабанова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко, Краснодар, 26–30 ноября 2016 года / А. Г. Кошаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 23-24.

2. Приходько А.В. Влияние обработки фитомассы сидератов микробными препаратами на продуктивность и показатели качества зерна озимой пшеницы / А. В. Приходько, И. А. Каменева, А. И. Якубовская [и др.] // Рациональное использование природных ресурсов в агроценозах : Материалы международной научно-практической конференции, Симферополь, 12–13 октября 2020 года / Научный редактор В.С. Паштецкий. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2020. – С. 41-42. – DOI 10.33952/2542-0720-15.05.2020.23. –

3. Фокин, С. А. Влияние применения жидких удобрений на динамику распределения элементов питания в растении / С. А. Фокин // Пермский

аграрный вестник. – 2022. – № 1(37). – С. 81-89. – DOI 10.47737/2307-2873_2022_37_81.

4.Чевердин, Ю. И. Микробные препараты в посевах зерновых культур Центрального Черноземья / Ю. И. Чевердин, А. Ю. Чевердин, М. Ю. Сауткина. – Каменная степь: Издательство Истоки, 2021. – 278 с. – ISBN 978-5-4473-0302-0.

ЛАБОРАТОРНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ СЕМЕННОЙ ИНФЕКЦИИ ГОРОХА

О.В. Шевченко

ФГБУН Хабаровский ФИЦ ДО РАН, ОП Дальневосточный НИИСХ

E-mail: Shevchenko_4212@mail.ru

Аннотация: Исследования проведены в лаборатории физиологии и биохимии сельскохозяйственных растений Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства в 2023 г. Цель исследований – изучить влияние фунгицидов при обработке семян гороха посевного на всхожесть семян и поражение их болезнями. Испытывали 3 фунгицида, которые направлены на борьбу с фузариозной корневой гнилью, плесневением семян и бактериозом, разрешённых к применению на территории РФ. Семена на лабораторную всхожесть закладывали в условиях влажной камеры в растительных на песке по ГОСТ 12038-84 и ГОСТ 12044-93. Лабораторная всхожесть семян гороха в контроле без обработки составила 96 %, тогда как в вариантах с протравителями – на 2-3 % выше за счёт снижения семенной инфекции. Биологическая эффективность фунгицидов, рекомендованных для борьбы с бактериальной и фузариозной инфекциями гороха, изменялась в широких пределах: от бактериоза – 6,7-100,0 % и фузариоза – 2,4-95,6 % в зависимости от сорта и уровня зараженности семени. 100-процентную эффективность проявил фунгицид Тирада, СК при обработке им семян гороха сорта Ямал и несколько ниже – сорта Демос. Биологическая эффективность при обработке остальных сортов была низкой и не превышала 23,1 %.

Ключевые слова: горох, лабораторная всхожесть, энергия прорастания, семенная инфекция, бактериоз, фузариоз, фунгициды, протравители, Среднее Приамурье

Введение. Урожайность и качество семян являются одними из основных показателей, определяющих эффективность растениеводства. Они зависят от многих факторов, в том числе от генотипа, условий внешней среды при развитии растений, а также от созревания, хранения, отбора, проращивания и очистки семенного материала. В связи с продолжающимися изменениями климата воздействие стрессовых факторов среды обитания на семена в процессе развития и созревания разнообразно и сложно. В целом их действие вредно, портит и проявляется в уменьшении количества и качества

семян. Масштаб воздействия этих факторов зависит от интенсивности и продолжительности стресса, стадии развития семян и вида и сорта растений, выращиваемых в этих условиях. В результате действия ряда факторов среды обитания наблюдались различия в химическом составе, размерах и массе семян, а также их всхожести и силе роста [3]. Одна из главных проблем растениеводства заключается в том, что посеянные семена не всегда наилучшим образом реализуют заложенный генетический потенциал продуктивности [2]. Для необходимости решения этой проблемы ведется поиск рациональных агроприемов в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур, в том числе и способов предпосевной обработки семян, в связи с вышесказанным важное место в технологии возделывания гороха посевного отводится предпосевной обработке семян. Современные технологии включают протравливание семян как обязательный прием, поскольку качеству семенного материала принадлежит ведущая роль в получении высоких и стабильных урожаев [4].

Предложенные на рынке многочисленные протравители семян для сельхозпроизводителей не имеют конкретных рекомендаций по степени их воздействия на растения, тем более информации о чувствительности к тому или иному фунгициду сортов культур. Экстремальные условия, с точки зрения интенсивного использования этих химических веществ, могут привести к недобору урожая из-за их прямого вмешательства в метаболические процессы растения. С другой стороны, остро стоит вопрос об устойчивости сортов гороха к агрессии болезней. Для создания форм и сортов сельскохозяйственных культур, отвечающих требованиям производства, необходима не только разработка методов отбора, генетические и физиолого-биохимические исследования растений, а также массовая проверка и сравнение результатов, полученных в условиях лаборатории и поля [11].

Это позволяет защитить семена от семенной и почвенной инфекции, стимулировать рост и развитие проростков обработанных семян, повысить продуктивность растений и улучшить качество выращенной продукции [8].

Особенно актуально это для регионов Дальнего Востока, в том числе и Среднего Приамурья. Повышение среднегодовой температуры приземного слоя воздуха в течение последних 60 лет на 1,4 °С привело к повышению инфекционного фона и усилило риск поражения бобовых культур различными болезнями [3].

Цель исследований – изучить влияние фунгицидов при обработке семян гороха посевного на всхожесть семян и поражение их болезнями.

Материалы и методы. Лабораторный опыт провели в лаборатории физиологии и биохимии сельскохозяйственных растений Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства в 2023 г. Объект исследования: горох посевной сорта Демос, Казанец, Орк, Спартак, Ямал.

Схема опыта представлена в таблице 1.

Закладка вариантов лабораторного опыта проводилась в 4-кратной повторности.

Таблица 1 – Схема опытов и технологических приемов

№ п/п	Название препарата, содержание д.в.	Способ обработки
1	Контроль (без обработки)	Увлажнение водой 10 л/т
2	Тирада, СК, тирама 400 г/л+дифеноконазол 30 г/л	Протравливание семян рабочим раствором Тирада, СК из расчета 1,5 л/т семян за трое суток до закладки опыта.
3	Оплот, ВСК, дифеноконазол, 90 г/л + тебуконазол 45 г/л	Протравливание семян рабочим раствором Оплот, ВСК из расчета 0,6 л/т семян за трое суток до закладки опыта.
4	Синклер, СК, флудиоксонил 75 г/л	Протравливание семян рабочим раствором Синклер, СК из расчета 0,5 л/т семян за трое суток до закладки опыта.

Все выбранные для лабораторного опыта препараты направлены на борьбу с фузариозной корневой гнилью, плесневением семян и бактериозом.

Для учета лабораторной всхожести семена закладывали в условиях влажной камеры в растильне на песке по 100 штук в четырёхкратной повторности. Энергию прорастания у семян гороха определяли на 4 сутки. Лабораторную всхожесть семян определяли через 8 суток. Песок увлажняли непосредственно перед раскладкой семян на проращивание на 80 % от его полной влагоемкости.

Всхожесть считали по общему количеству проросших семян. При подсчете в каждой пробе выделили нормально проросшие семена (при прорастании должны иметь не менее двух нормально развитых корешков размером больше длины семени).

К непроросшим относили семена, которые набухали, но не проросли, без признаков поражения какой-либо болезнью и твердые, которые не набухали и не изменили внешний вид [6].

Лабораторную оценку поражения семян болезнями проводили биологическим методом [5]. Метод применяют для выявления внешней и внутренней зараженности семян болезнями. Он основан на стимуляции развития и роста микроорганизмов в зараженных семенах.

Зараженность семян определяли при проращивании их во влажной камере, на песке.

Расчёт биологической эффективности фунгицидов осуществляли по формуле Аббота [7]:

$$БЭ\% = ((K - O) / K) \times 100,$$

где БЭ – биологическая эффективность, %;

К – развитие (поражённость) болезни в контроле (без обработки);

О – развитие (поражённость) болезни в испытываемом варианте после обработки

Результаты и обсуждение. Анализ результатов опыта показал, что лабораторная всхожесть семян гороха у всех исследуемых сортов высокая (таблица 2).

Таблица 2 - Лабораторная всхожесть и энергия прорастания гороха

Наименование сорта	Контроль		Тирада, СК		Оплот, ВСК		Синклер, СК	
	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Демос	96,0	97,0	98,0	99,0	97,0	97,0	99,0	100,0
Казанец	97,0	98,0	99,0	99,0	97,0	98,0	99,0	100,0
Орк	97,0	99,0	98,0	99,0	98,0	99,0	98,0	100,0
Спартак	96,0	96,0	98,0	98,0	100,0	100,0	98,0	99,0
Ямал	97,0	97,0	100,0	100,0	99,0	100,0	99,0	99,0

В среднем по опыту в контрольном варианте она достигла значения 97,8%, что соответствует показателям лабораторной всхожести по ГОСТ Р – 52325-2005, где минимальная лабораторная всхожесть 87% для товарно репродукционных семян [7].

Фитосанитарный анализ семенного материала показал, что семена поражены фузариозом совместно с бактериозом. Семена, пораженные фузариозом, были покрыты хорошо развитым пушистым белым или розово-белым мицелием. Дислоцировались они исключительно на семенной оболочке, не оказывая негативного влияния на лабораторную всхожесть и не вызывая поражения проростков.

В результате исследований установлено, что наибольшее влияние на лабораторную всхожесть семян оказало применение препарата Синклер, СК, так, данный показатель у сортов Спартак и Демос увеличился на 3 %, у сортов Казанец и Ямал – на 2 %, сорта Орк – на 1 % по сравнению с контрольным вариантом. Положительное влияние на лабораторную всхожесть семян оказала также обработка фунгицидом Тирада, СК. Прибавка по сорту Ямал составила 3%, по сортам Демос и Спартак – 2%. При определении лабораторной всхожести в варианте с протравителем Оплот, ВСК было отмечено незначительное увеличение всхожих семян у сортов Демос, Казанец и Орк. Прибавка по сравнению с контролем у сорта Спартак составила – 2 %, а у сорта Ямал – 2 %.

Увеличение лабораторной всхожести семян гороха произошло за счет снижения внутренней бактериальной и фузариозной семенной инфекции (таблица 3).

Фитосанитарная оценка семян гороха показала, что по уровню поражения их бактериозом только у сорта Демос незначительно превышен порог вредоносности, который составляет не более 8 - 10% [8]. У остальных сортов поражение семян бактериозом варьировало в пределах 1,8-7,5 %.

Таблица 3 - Количество пораженных бактериальной и фузариозной инфекций семян гороха в лабораторных условиях после использования фунгицидных протравителей

Наименование сорта	Контроль		Тирада, СК		Оплот, ВСК		Синклер, СК	
	Бактериоз (%)	Фузариоз (%)	Бактериоз (%)	Фузариоз (%)	Бактериоз (%)	Фузариоз (%)	Бактериоз (%)	Фузариоз (%)
Демос	11,3	24,0	0,3	12,0	10,3	20,0	3,5	16,0
Казанец	5,5	21,0	5,0	20,5	4,5	13,5	1,5	10,5
Орк	7,5	67,0	7,0	24,5	0,5	14,0	1,0	19,0
Спартак	6,5	22,5	5,0	4,8	0,0	7,0	2,0	1,0
Ямал	1,8	7,8	0,0	1,5	0,0	2,8	1,0	1,5

Поражение семян и проростков гороха фузариозом было значительно выше, чем бактериозом и составило, в зависимости от сорта, 7,8-67,0 % что превышает порог вредоносности. Из исследуемых сортов наибольшее поражение болезнями отмечено у сорта Орк, наименьшее – у сорта Ямал (таблица 3).

Биологическая эффективность фунгицидов, рекомендованных для борьбы с бактериальной и фузариозной инфекциями гороха, изменялась в широких пределах: от бактериоза – 6,7-100,0 % и фузариоза – 2,4-95,6 % в зависимости от сорта и уровня зараженности семени. 100-процентную эффективность проявил фунгицид Тирада, СК при обработке им семян гороха сорта Ямал и несколько ниже – сорта Демос. Биологическая эффективность при обработке остальных сортов была низкой и не превышала 23,1 %. Биологическая эффективность фунгицида в подавлении фузариозной инфекции на семенах была достаточно высокой и превышала 50,0 % на всех сортах кроме сорта Казанец, где действие препарата было самым низким и составило всего 2,4 % (таблица 4).

Таблица 4 - Биологическая эффективность фунгицидных протравителей в отношении бактериальной и фузариозной инфекции семян гороха в лабораторных условиях

Наименование сорта	Тирада, СК		Оплот, ВСК		Синклер, СК	
	Бактериоз (%)	Фузариоз (%)	Бактериоз (%)	Фузариоз (%)	Бактериоз (%)	Фузариоз (%)
Демос	97,8	50,0	8,9	16,7	68,9	33,3
Казанец	9,1	2,4	18,2	35,7	72,7	50,0
Орк	6,7	63,4	93,3	79,1	86,7	71,6
Спартак	23,1	78,9	100,0	68,9	69,2	95,6
Ямал	100,0	80,6	100,0	64,5	42,9	80,6

Высокую биологическую эффективность в подавлении как бактериозной, так и фузариозной инфекции на семенах гороха проявил фунгицид Синклер, КС при поражении семян инфекцией более 5,0 %.

Высокий защитный эффект показал препарат Оплот, ВСК, рекомендованный для подавления фузариозной инфекции на зерновых культурах и сои. При обработке им семян гороха биологическая эффективность в подавлении бактериоза составила 100 % при уровне пораженности семян не выше 6,5 % у сортов Спартак и Ямал. При повышении пораженности на 1 % у сорта Орк биологическая эффективность снизилась до 93,3 %. При обработке семян сортов Демос и Казанец препарат был не эффективен. При подавлении фузариозной инфекции препарат уступал рекомендованным фунгицидам и, тем не менее, при высоком уровне зараженности семян сорта Орк он был самым эффективным (таблица 4).

В ходе наших исследований установлено, что фунгициды влияли на растения в основном как ингибиторы, уменьшая длину главного корешка и длину ростков у обработанных семян по сравнению с контролем: у сорта Демос на 71-87%, сорта Казанец на 14-59%, сорта Орк с 19,6-26%, сорта Спартак с 65-76%, сорта Ямал с 59-79% (рисунки 1 и 2).

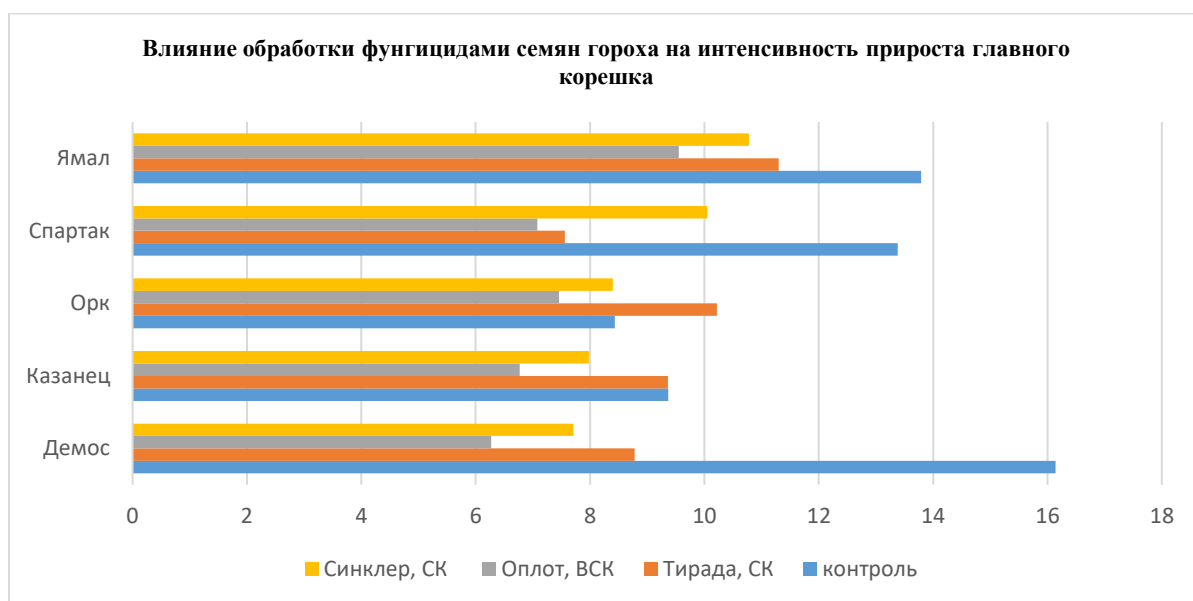


Рисунок 1 - Влияние обработки фунгицидами семян гороха на силу роста интенсивность прироста главного корешка

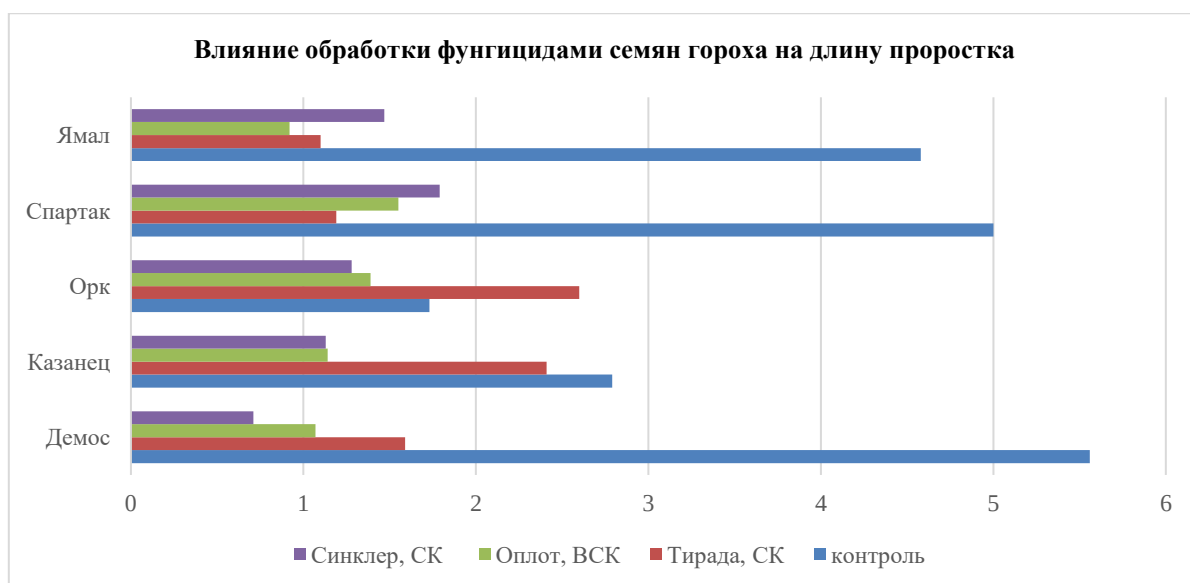


Рисунок 2 - Влияние обработки фунгицидами семян гороха на длину проростка

Выводы. Установлено, что предпосевное протравливание семян гороха оказывает положительное влияние на лабораторную всхожесть. Обработка семян фунгицидами Тирада, СК, Оплот, ВСК и Синклер, СК повышает лабораторную всхожесть семян на 2-3 % по сравнению с контролем за счет эффективного подавления внешней и внутренней семенной инфекции бактериальной и фузариозной этимологии. Использование системных фунгицидов способствует снижению пораженности семян фузариозной и бактериозной инфекциями до безопасного уровня.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что препарат для предпосевной обработки семян гороха следует подбирать индивидуально не только для культуры в целом, но и для каждого сорта в частности. Таким образом, предпосевная обработка семян гороха в агротехнологии культуры должна быть обязательным агротехническим приёмом.

Список использованных источников

1. Алексейчук Г.Н. Сила роста семян зерновых культур и ее оценка методом ускоренного старения. Минск: Право и экономика, 2009. 44 с.
2. Алексейчук Г.Н., Ламан Н.А. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки – Мн.: Право и экономика, 2005. – 48 с.
3. Асеева Т.А., Федорова Т.Н., Степанов А.С. Изменение параметров регионального климата и влияние антропогенного фактора на продуктивность сои/ Вестник ДВО РАН. 2022. №3. С. 138-148
4. Борзенкова Г.А. Оптимизация технологии комплексного применения пестицидов и физиологически активных веществ в защите гороха от вредителей и болезней. – Сб. науч. трудов «Повышение устойчивости

производства сельскохозяйственных культур в современных условиях». Орел, 2008, – С.356 - 367.

5. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ, 2011. 64 с.

6. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями М.: Стандартинформ, 1995. 64 с.

7. ГОСТ Р 52325-2005. Сортовые и посевные качества. М.: Стандартинформ, 2005. 20 с.

8. ГОСТ 9669-75. Сортовые и посевные качества. Технические условия М.: Стандартинформ, 1986. 20 с.

9. Зотиков В.И., Павловская Н.Е., Ерохин А.И., Гаврилова А.Ю. Семеноведение зернобобовых культур. Орёл: ПФ «Картуш». - 2016. - 182 с.

10. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Под ред.В.И. Долженко. – СПб., 2009. – С. 27

11. Мысак Е.В., Селихова О.А. Влияние водного стресса на основные показатели продуктивности и посевные качества семян сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2016. №4(40). С. 67-74

12. Чибис С.П., Кротова Л.А., Мухина Я.В. Влияние химического препарата Алькасар на посевные качества семян пшеницы яровой / «Научные инновации – аграрному производству»: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию юбилею Омского ГАУ (21 февраля 2018 года). – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2018. – С. 772-775

«ГК СОЮЗАГРОХИМ»

современная технология защиты растений!

Познакомьтесь с продукцией СОЮЗАГРОХИМ, разработанной на основе мирового опыта и собственных исследований.



азот (NH_2), 95 г/л + магний (MgO), 12,5 г/л + бор (B), 2,5 г/л + медь (Cu), 12,5 г/л + цинк (Zn), 5 г/л + железо (Fe), 15 г/л + марганец (Mn), 20 г/л + молибден (Mo), 0,25 г/л + дигидрокверцетин, 0,5 г/л

Преимущества:

- Быстро и эффективно снабжает растения микроэлементами и предотвращает их дефицит
- Активизирует образование хлорофилла, повышая интенсивность процесса фотосинтеза, увеличивая объем зеленой массы растения.
- Нормализует обмен веществ и купирует междужилковый хлороз, позволяя набрать растениям максимальную массу урожая.
- Позволяет купировать недостаток микроэлементов на стадии формирования плода, увеличивая урожайность.
- Уменьшает отток микроэлементов из листьев в другие части растения, чем улучшает качество сельскохозяйственной продукции и позволяет набрать нужную массу урожая.



ООО «Союзагрохим»
117452 Россия Москва, Симферопольский бульвар, д. 29, к. 8
info@s-ah.ru
+7 495 287-85-36



It's time to be the first



АГРУСХИМ
АЛАБУГА

«ГК СОЮЗАГРОХИМ»

современная технология защиты растений!

Познакомьтесь с продукцией СОЮЗАГРОХИМ, разработанной на основе мирового опыта и собственных исследований.



азот (NH_2), 110 г/л + магний (MgO), 12,5 г/л + бор (B), 2,5 г/л + медь (Cu), 5 г/л + цинк (Zn), 10 г/л + железо (Fe), 10 г/л + марганец (Mn), 10 г/л + молибден (Mo), 3 г/л + кобальт (Co), 1 г/л + дигидрокверцетин, 0,5 г/л

Преимущества:

- Быстро и эффективно снабжает растения микроэлементами и предотвращает их дефицит.
- Регулирует активность ферментов, участвующих в азотистом обмене, окислительно-восстановительных процессах (нитрогеназа - фиксация N_2 , нитратредуктаза- редукция NO_3 , ксантиндегидрогеназа), снижает риск накопления нитратов.
- Повышает фиксацию атмосферного азота, способствует образованию клубеньковых бактерий у бобовых, за счет чего повышается урожайность и качество продукции.
- Предотвращает абортёрность растений, на фоне сильных стрессов.
- Ускоряет формирование, рост и развитие листьев, формирование и развитие мощной корневой системы.

ООО «Союзагрохим»:
117452 Россия Москва, Симферопольский бульвар, д. 29, к. 8
info@s-ah.ru
+7 495 287-85-36

Союзагрохим
EXTRA QUALITY
It's time to be the first
АГРУСХИМ
АЛАБУГА

«ГК СОЮЗАГРОХИМ»

современная технология защиты растений!

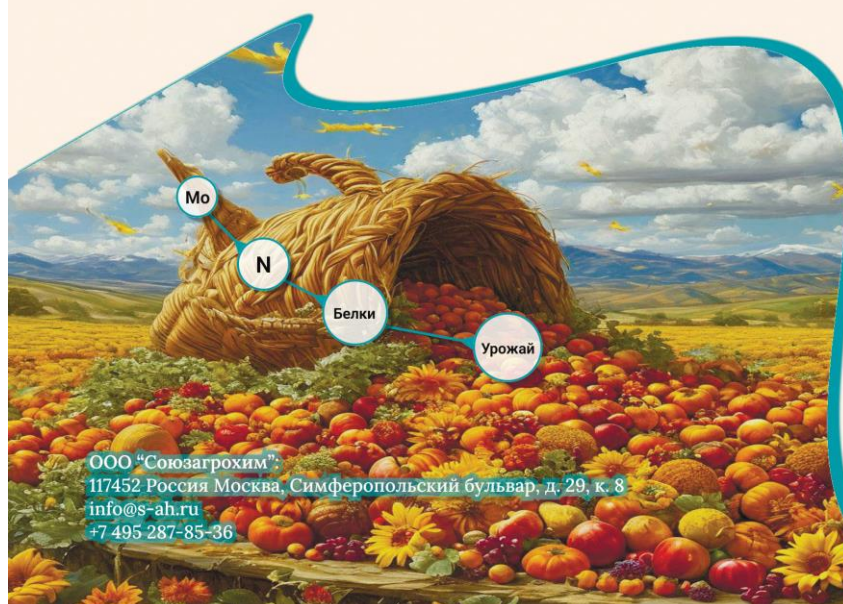
Познакомьтесь с продукцией СОЮЗАГРОХИМ, разработанной на основе мирового опыта и собственных исследований.

агро СТИМУЛ

молибден (Mo), 150 г/л + азот (N), 12 г/л + фосфор (P2O5), 250 г/л + дигидрокверцетин, 0,5 г/л

Преимущества:

- Быстро и эффективно снабжает растения молибденом и предотвращает его дефицит в растениях;
- Улучшает углеводный обмен, синтез хлорофилла и метаболизм витаминов;
- Увеличивает содержание белка, углеводов, повышает зимостойкость и стрессоустойчивость растений;
- Регулирует активность ферментов, участвующих в азотистом обмене, окислительно-восстановительных процессах (нитрогеназа — фиксация N₂; нитратредуктаза — редукция;
- NO₃, ксантиндегидрогеназа), снижает риск накопления нитратов;
- Повышает фиксацию атмосферного азота, способствует образованию клубеньковых бактерий у бобовых, за счет чего повышается урожайность и качество продукции;
- Увеличивает коэффициент использования минеральных удобрений;
- Прекрасно совместим с протравителями семян и инокулянтами, отличное покрытие и адгезия элементов питания на поверхности семян.



ООО «Союзагροхим»
117452 Россия Москва, Симферопольский бульвар, д: 29, к. 8
info@s-ah.ru
+7 495 287-85-36



It's time to be the first



АГРУСХИМ
АЛАБУГА