МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АГРОХИМИИ ИМЕНИ Д. Н. ПРЯНИШНИКОВА

Материалы 57-й Всероссийской конференции с международным участием молодых учёных, специалистов-агрохимиков и экологов

(Москва, 29 ноября 2023 г.)

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ АГРОХИМИИ

(к 300-летию Российской академии наук и 220-летию со дня рождения Юстуса фон Либиха)

Под редакцией академика РАН Завалина А.А.

Москва ВНИИА 2024

УДК 631
ББК40.4

Актуальные проблемы и инновационные решения в области агрохимии. Материалы 57-й Всероссийской конференции с международным участием молодых учёных, специалистов-агрохимиков и экологов / *Под редакцией академика РАН Завалина А.А.* – М.: ВНИИА, 2024. – 192 с.
ISBN 978-5-9238-0275-7
DOI 10.25680/VNIIA.2019.53.95.092

В сборнике статей представлены результаты исследований научных сотрудников, специалистов агропромышленного комплекса, аспирантов, магистров, студентов. Сборник предназначен для научных работников, учёных, студентов, магистрантов и аспирантов – специалистов сельскохозяйственного производства.

ISBN 978-5-9238-0275-7 УДК 631
DOI 10.25680/VNIIA.2019.53.95.092 ББК40.4

© ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2024

НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Шкуркин Сергей Иванович, к.ю.н., директор ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»;

Завалин Алексей Анатольевич, академик РАН, д.с.-х., профессор, научный руководитель ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»;

Рухович Ольга Владимировна, д.б.н., заместитель директора по науке ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»;

Мухина Мария Тимофеевна, к.б.н., заведующая Лабораторией испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»»;

Потапов Денис Викторович, к.с.-х.н., директор ООО ТД «Кирово-Чепецкая Химическая Компания»;

Бекасова Марина Викторовна – к.с.-х.н., руководитель агрохимической службы ООО ТД «Кирово-ЧепецкаяХимическая Компания»;

Орлова Дарья Игоревна – руководитель управления развития ООО ТД «Кирово-Чепецкая Химическая Компания».

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВЫХ ФОРМ УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Ф.Г. Игралиев[1], В.М. Лапушкин[1,2], А.А. Лапушкина[1,2]

[1]ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
[2]ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» имени Д.Н. Прянишникова
127434, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31 А

Работа выполнена под руководством профессора С.П. Торшина

В условиях микрополевого опыта в Центральном районе нечерноземной зоны России проводились исследования эффективности новых форм удобрений пролонгированного действия на рост, развитие и урожайность яровой пшеницы сорта Любава. Результаты показали, что как защитное покрытие гранул удобрений, так и использование ингибитора нитрификации повышали урожай пшеницы и улучшали его качество.

Ключевые слова: яровая пшеница, аммофоска, покрытие гранул, азотные удобрения, ингибитор нитрификации, удобрения пролонгированного действия.

С начала развития земледелия и по сей день основной проблемой сельского хозяйства является оптимизация питания растений необходимыми элементами. В начале 20 века интенсивный технологический рост во всех сферах человеческой деятельности, в частности сельского хозяйства привел к решению большинства проблем земледелия. Развитие туковой промышленности в нашей стране привело к увеличению применения удобрений и, следовательно, росту урожайности. Несмотря на все достижения агрономической науки, до сих пор остро стоит проблема в оптимальном обеспечении растений азотом, как наиболее мобильным

элементом питания. Это обусловлено как частными агротехническими приемами, такими как проведение корневых и некорневых подкормок азотом, так и большими потерями азота в результате различных почвенных процессов. В связи с этим сельское хозяйство является одним из крупнейших антропогенных источников выбросов в атмосферу различных парниковых газов [1]. Так с конца 20-го века по наше время разработалось достаточно большое количество путей сохранения азота удобрений и повышения их коэффициентов использования [2,3]. Самой распространенной технологией стали удобрения пролонгированного действия. Все удобрения пролонгированного действия можно разделить на 3 группы по принципу пролонгации: капсулированные, ингибированные, матричные. Касулированные удобрения – это удобрения, покрытые слоем какого-либо материала, после растворения или за счет частичной проницаемости которого действующее вещество постепенно высвобождается в почву. Ингибированные удобрения – это стандартные удобрения, которые применяются совместно с ингибитором нитрификации и/или уреазной активности, подавляющие почвенную микрофлору. Матричные удобрения – это удобрения, в которых действующее вещество связано с матрицей носителем постепенно растворимой в почве. Основной проблемой всех таких удобрений остается экономическая эффективность и/или возникновение дополнительных проблем для окружающей среды, в связи с чем туки пролонгированного действия не получили высокого спроса и до сих пор не способны конкурировать с классическими удобрениями. Так часть удобрений с полимерным покрытием поначалу вызывали большой интерес, однако капсула не полностью растворялась в почве и ввела к дополнительному загрязнению микропластиком [4].

Нами совместно с НИУИФ имени Я.В. Самойлова были проведены исследования новых форм удобрений пролонгированного действия с покрытием фосфатом кальция различной толщины, а также с применением ингибитора нитрификации DMPP [5].

В связи с этим в мае 2023 был заложен мелкоделяночный опыт по изучению эффективности разных азотных удобрений с последующим анализом биометрических данных по фазам роста и развития, структуры урожая и химического состава. Опыт проводили на полевой опытной станции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Почвенный покров представлен дерново-подзолистой легкосуглинистой,

среднеокультуренной почвой. Агрохимическая характеристика почвы представлена в таблице 1.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы

Содержание гумуса, %	$pH_{сол}$	$H_г$	S	T	V, %	N*	P_2O_5**	K_2O**
		мг·экв/100 г				мг/кг		
2,4	5,8	1,5	14,2	15,7	90	119	172	86

* по Корнфилду
** по Кирсанову

В качестве опытной культуры использовали яровую пшеницу сорт «Любава», селекции ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», включенный в реестр селекционных достижений с 2012 года. Сорт устойчив к полеганию, среднерослый, умеренно устойчив к ржавчине и мучнистой росе, вегетационный период составляет 70-86 дней, масса тысячи семян 32-42 г, средняя урожайность 2,2 т/га.

Опыт закладывали в пятикратной повторности, площадь делянки 1 $м^2$. Доза азота – 90 кг/га, количество внесенного фосфора и калия во всех вариантах выравнивали исходя из их содержания в капсулировнных удобрениях. В течение вегетационного периода проводилась обработка посевов пропиконозолом, спироксамином, тебуконазолом и триадименолом (препараты прогноз и фалькон) против мучнистой росы и ржавчины. Закладка опыта – 18.05.2023. Сбор урожая – 08.08.2023. Вегетационный период – 81 суток.

Схема опыта:

1. PK – контроль без внесения азота;
2. NPK – стандартная аммофоска;
3. NPK ($N_{50}P_{50}K_{50}$) – капсулированная аммофоска с покрытием толщиной 50 мкм;
4. NPK ($N_{100}P_{100}K_{100}$) – капсулированная аммофоска с покрытием толщиной 100 мкм;
5. NPK+инг – аммофоска с ингибитором нитрификации DMPP.

В течение вегетации в основные фазы роста и развития яровой пшеницы измерялись биометрические характеристики. Варианты опыта с испытуемыми удобрениями давали прибавку сухой массы на всех стадиях развития (рис. 1.), что свидетельствует о более эффективном усвоении питательных веществ.

Результаты опыта показали, что исследуемые азотные удобрения положительно влияют на растения в течение вегетации. Наблюдался рост высоты стебля и сухой массы. Урожайные данные (рис. 2) показали, что наибольшие

показатели были получены в вариантах с наибольшей толщиной покрытия гранул и с ингибитором нитрификации – 470 и 480 г/м^2, соответственно.

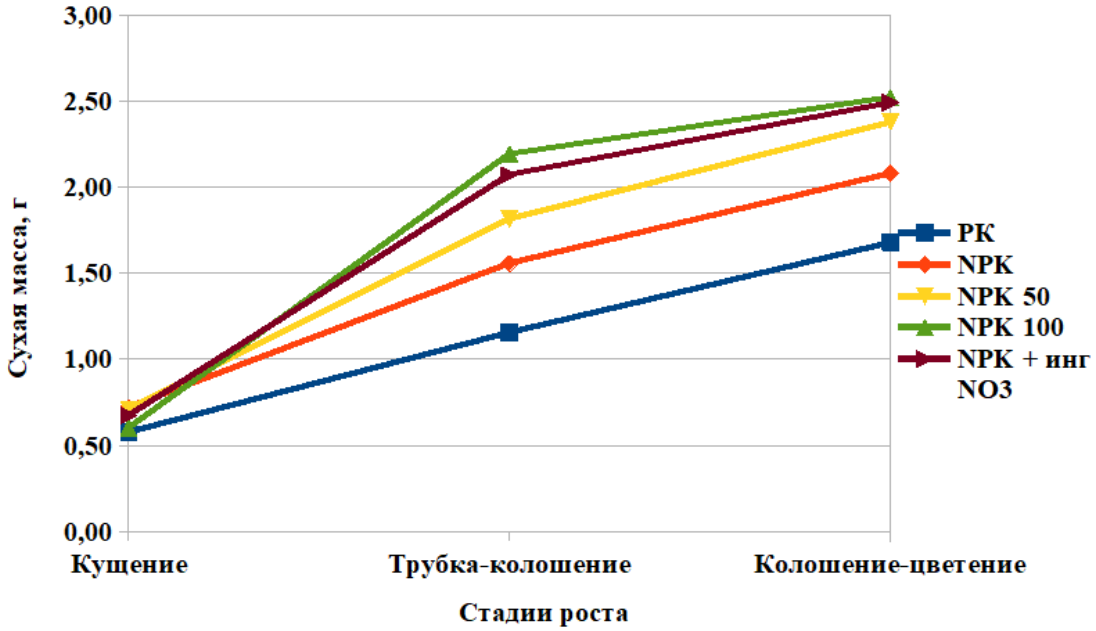


Рис. 1. Динамика сухой массы растения на различных этапах развития, г

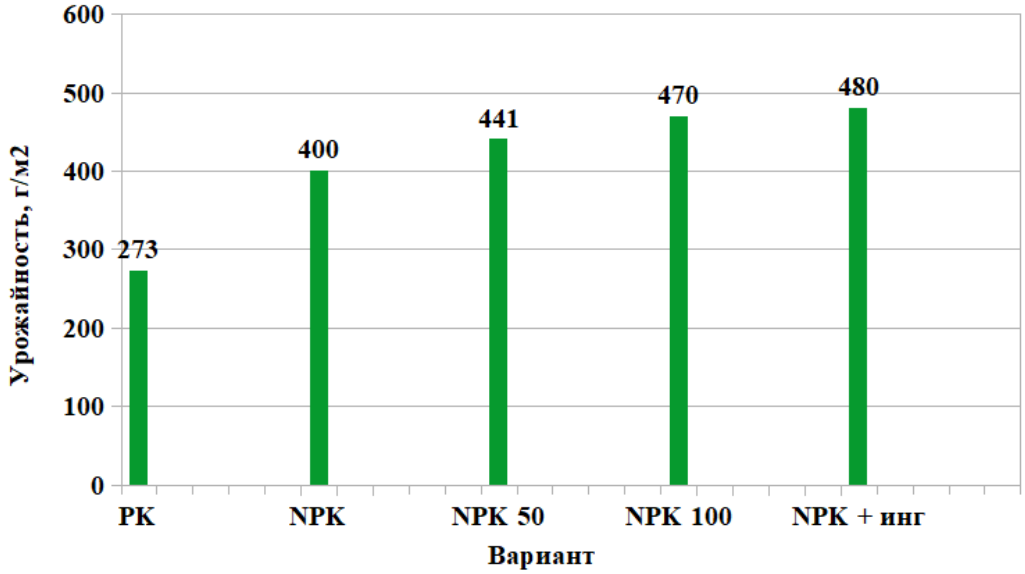


Рис. 2. Средняя урожайность яровой пшеницы, г/м^2 (НСР$_{0,95}$=59)

Анализ структуры урожая (рис. 3) показал эффективность применения, как ингибитора, так и удобрений с покрытиями различной толщины по сравнению со стандартной аммофоской. В среднем наилучшие показатели показали варианты с применением аммофоски совместно с ингибитором и NPK100, это подтверждается уменьшением соотношения побочной и основной продукции на 15,6 и 7,7%, ростом урожайности на 11,6 и 11,9%, увеличением массы тысячи зерен (рис. 4) на 11,7 и 12,0% соответственно. В меньшей степени

улучшились показатели при применении NPK50. Урожайность и масса тысячи зерен в этом варианте повысились на 7,5%, соотношение побочной и основной продукции уменьшилось на 5,7%.

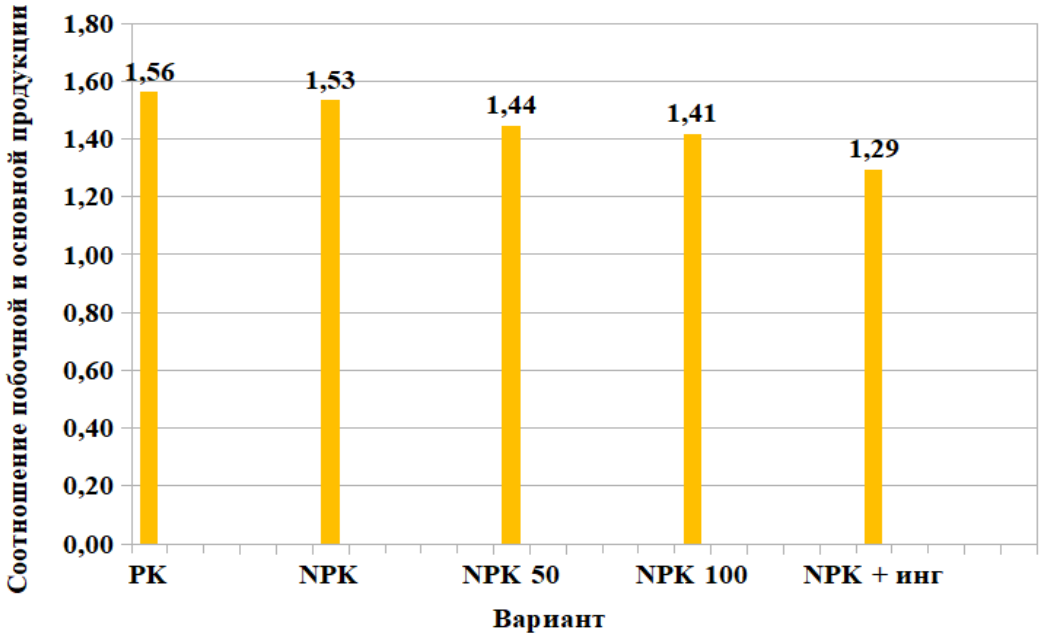


Рис. 3. Соотношение побочной и основной продукции

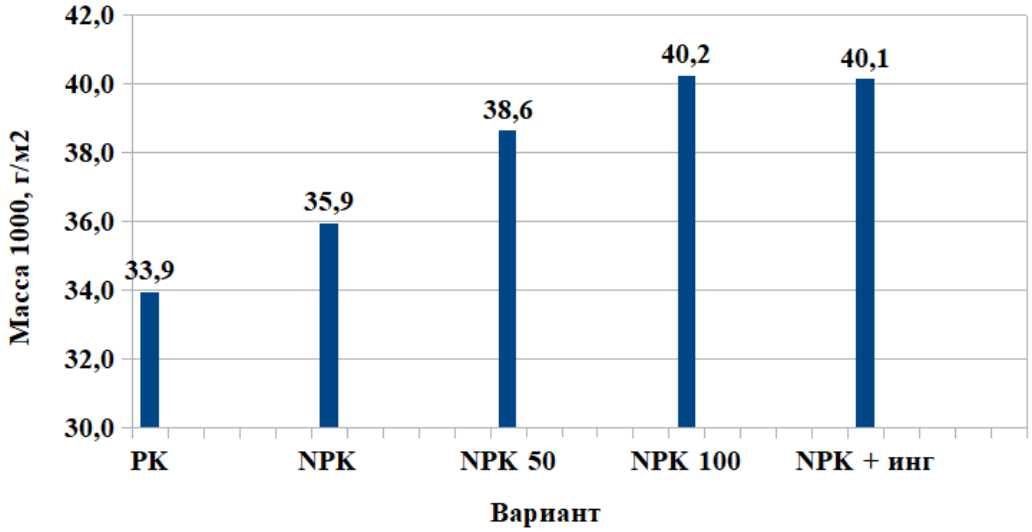


Рис. 4. Масса тысячи зерен, г

Макроэлементный состав растений яровой пшеницы определяли после мокрого озоления. Содержание азота определяли микрометодом Къельдаля (ГОСТ 13496.4-93), фосфора – колориметрически (ГОСТ 26657-97), калия – пламенно-фотометрическим методом (ГОСТ 30504-97) [6].

Анализ урожая показал, что исследуемые удобрения не оказали существенного влияния на содержание азота, фосфора и калия в зерне. Однако с учетом увеличения урожайности возросли коэффициенты использования

элементов из испытуемых удобрений по сравнению со стандартными. Так коэффициенты использования азота из варианта NPK составили 53%, из удобрений с покрытиями, NPK50 и NPK100 – 59 и 67% соответственно, из NPK совместно с применением ингибитора 69% (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав урожая яровой пшеницы, %

Вариант	Зерно			Солома		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
PK	1,92	0,72	0,40	0,42	0,40	1,09
NPK	2,20	1,00	0,46	0,48	0,30	1,18
NPK 50	2,17	0,94	0,43	0,43	0,36	1,23
NPK 100	2,18	0,93	0,44	0,42	0,37	1,11
NPK + инг.	2,15	0,98	0,46	0,47	0,38	1,17

Хозяйственный вынос фосфора при применении NPK50 и NPK100 был на 9 и 17% выше по сравнению с удобрением без покрытия, при применении ингибитора нитрификации потребление фосфора возросло на 20%. Применение модифицированных удобрений также способствовало увеличению выноса калия на 4-7%.

Опираясь на биометрические данные, результаты структуры урожая и агрохимического анализа можно судить об эффективности испытуемых удобрений пролонгированного действия и применения ингибитора нитрификации DMPP. В среднем наиболее эффективными оказались варианты с применением стандартной аммофоски совместно с ингибитором и с покрытием капсул слоем фосфата кальция толщиной 100 мкм. Об этом свидетельствует увеличение урожая и повышение коэффициентов использования азота из удобрений.

Литература:

1. Муравин Э.А., Титова В.И. Агрохимия: учебник и учеб. Пособие для студентов высш. Учеб. Заведений. М.: КолосС. 2009. 463 с.

2. Баматов И.М., Васильева Н.А., Владимиров А.А., Васильев Т.А., Перевертин К.А. Влияние полимерной модификации комплексного удобрения на эффективность использования фосфора и калия озимой пшеницей на южном черноземе// Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. 2022. №113. С 90-109.

3. Рудмин М.А., Рева И.В., Якич Т.Ю., Соктоев Б.Р., Буяков А.С., Табакаев Р.Б., Ибраева К. Монтмориллонит как перспективный композитный минерал для создания современных удобрений пролонгированного действия// Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021. №1. Том 332. С. 14-22.

4. Мухина М.Т. Боровик Р.А. Коршунов А.А. Удобрения пролонгированного действия: основные этапы и направления развития //Плодородие. 2021. №4. С. 77-82.

5. Патент № 2776275 C1 Российская Федерация, МПК C05G 3/40. способ получения удобрений с замедленным и контролируемым высвобождением питательных веществ : № 2021126117 : заявл. 02.09.2021 : опубл. 15.07.2022 / А.М. Норов, Д.А. Пагалешкин, П.С. Федотов, В.В. Соколов, И.М. Кочетова, Е.А. Рыбин, С.П. Торшин, В.М. Лапушкин; заявитель Акционерное общество "Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова". – EDN FGZDKC.

6. Практикум по агрохимии (под ред. В.В. Кидина). М.: КолосС, 2008. 600 с.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ФОНОВЫХ СОДЕРЖАНИЙ МЕТАЛЛОВ В СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦАХ РАЗНЫХ ТИПОВ ПОЧВ

А.А. Лапушкина[1,2], Д.К. Митрофанов[2], Е.Ю. Ветрова[1,2]

[1]ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
[2]ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» имени Д.Н. Прянишникова
127434, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31 А

Обсуждаются вопросы корреляционной взаимосвязи между валовым содержанием 12 элементов (Be, V, Cr, Fe, Sr, Mo, Ag, Sb, Ba, Tl, Th, U) в стандартных образцах серой лесной почвы. Проводится сравнение коэффициентов корреляции с данными, полученными на дерново-подзолистой почве.

Ключевые слова: корреляция, валовое содержание элементов, почва, стандартные образцы.

Содержание тяжелых металлов в почве – один из важнейших показателей при почвенном экологическом мониторинге. Для оценки загрязнения почвы тяжелыми металлами существуют санитарно-гигиенические нормативы – предельно допустимыми концентрациями (ПДК) и ориентировочно допустимыми концентрации (ОДК) для почв.

При отсутствии ПДК или ОДК производится сравнение измеренных концентраций загрязнителей с фоновыми уровнями, т.е. природными уровнями содержания металлов в почве. ПДК и ОДК металлов в почве, в основном ориентированы на валовые формы металлов [1,2]. Однако высокая вариабельность природных (фоновых) концентраций металлов может служить лишь ориентировочным критерием для оценки степени загрязнения почвы.

На сегодняшний день, база данных стандартных образцов (СО), разрабатываемая во ВНИИ агрохимии, привязана к реальному содержанию элементов в почве и ориентирована на содержание подвижных форм металлов для решения агрохимических задач [3,4]. Проводятся исследования по расширению перечня аттестованных характеристик в СО разных типов почв [5], по включению в перечень аттестуемых характеристик валового содержания элементов для решения задач по созданию универсальных СО [6].

Целью данных исследований было расширить информацию по СО разных типов почв, исследовав их на валовое содержание ряда элементов (Be, V, Cr, Fe, Sr, Mo, Ag, Sb, Ba, Tl, Th), а также установить корреляционную связь между их парами.

Объекты и методы. Для выполнения поставленной цели были выбраны 28 СО серой лесной почвы разного гранулометрического состава, территориально отобранных в неодинаковых условиях Рязанской, Свердловской, Ленинградской и Кировской областей. Для отбора почвенного материала были выбраны территории, где в последние годы не вносились минеральные и органические удобрения, а также не использовались пестициды. В пределах выбранной зоны определялся участок площадью 2 м^2, не находящийся на нетипичном рельефе. Глубина отбора почвенного материала равнялась мощности пахотного слоя 0-20 см. После забора почвы, ее сушили при естественно влажности, убирали камни, органические остатки. Затем размалывали на измельчителе с последующим просеиванием через сито диаметром в 1 мм. Почву многократно перемешивали, добиваясь усреднения всего отобранного массива.

В утверждённых стандартных образцах серой лесной почвы методом масспектрометрии с индуктивно связанной плазмой определялись общие количества выше перечисленных элементов [7].

Результаты и обсуждения. После химического анализа СО почв, нами был определен ряд статистических показателей, позволяющих определить среднее содержание элемента, его минимальную и максимальную концентрацию, а также установить коэффициенты вариации и прямолинейной корреляции с другими элементами. В таблице 1 представлены средние валового

содержания изучаемых элементов, определенных в дерново-подзолистой и серой лесной почве (значения первой из указанных почв были определены и нами опубликованы в одной из предыдущих статей [4]).

Исходя из представленных данных, общее содержание элементов в серой лесной почве выше, в среднем, в 1,5 раза, по сравнении с дерново-подзолистой, за исключением урана, – его количество одинаково в представленных подтипах почв. Значительнее всего увеличилось содержание валового серебра, а именно в 2,4 раза.

Таблица 1. Значения средних валового содержания элементов в двух подтипах почв

	Be9	V51	Cr52	Fe57	Sr88	Mo98	Ag107	Sb121	Ba137	Tl205	Th232	U238
Пд	0,86	68,9	30,8	15165	34,9	0,49	0,10	0,31	101,3	0,20	5,5	0,86
Лс	1,17	81,7	41,8	21901	59,9	0,73	0,23	0,43	191,3	0,27	7,3	0,86

На рисунке 1 представлены коэффициенты вариации, характеризующие размах числового ряда каждого элемента.

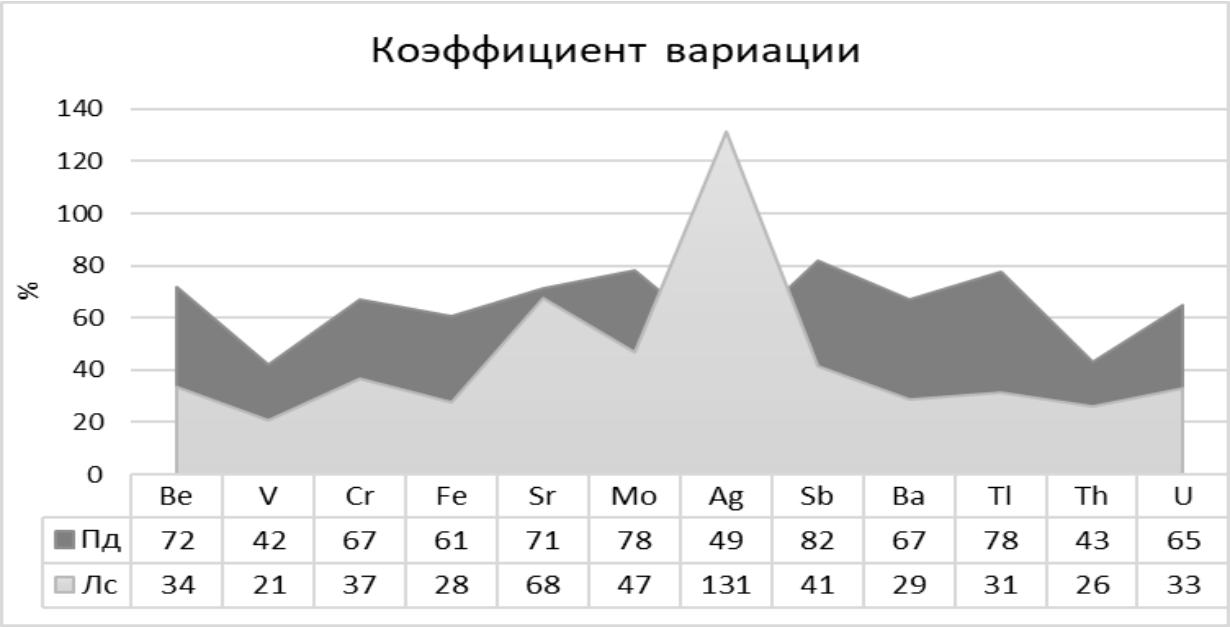


Рис. 1. Коэффициенты вариации элементов на двух подтипах почв

Необходимо отметить, что вариация значений на дерново-подзолистой почве более сильная (V=42-82%), чем на серой лесной почве(V=21-68%). Исключение составил коэффициент вариации серебра, который для СО первой из названных почв был равен 49%, а для СО второй почвы – 131%.

В таблице 2 представлено количество пар между 12 элементами с сильной, средней и слабой теснотой связи на двух подтипах почв.

Очевидно, что на дерново-подзолистой почве у каждого элемента было выявлено как минимум по 5 пар с другими элементами с высоким коэффициентом корреляции, тогда как у серой лесной почвы у четырех элементов (молибдена, серебра, сурьмы и бария) вообще не обнаружилось ни одной пары с r>0,70.

Таблица 2. Количество пар элементов с разной теснотой связи

Сильная сила связи (lrl>0,70)												
	Fe	Tl	Be	V	Cr	Ag	Ba	Sr	Sb	U	Mo	Th
Пд	11	10	9	9	9	9	9	6	6	6	5	5
	V	Fe	Be	Tl	Cr	Sr	Th	U	Mo	Ag	Sb	Ba
Лс	5	4	3	3	2	1	1	1	0	0	0	0
Средняя сила связи (lrl>=0,30-0,70)												
	Mo	Th	Sr	Sb	U	Be	V	Cr	Ag	Ba	Tl	Fe
Пд	6	6	5	5	5	2	2	2	2	2	1	0
	Sb	Ba	Be	Cr	Fe	Tl	Sr	Mo	Th	V	U	Ag
Лс	9	8	5	5	5	5	4	4	4	2	1	0
Слабая сила связи (lrl<0,30)												
	Be	V	Cr	Fe	Sr	Mo	Ag	Sb	Ba	Tl	Th	U
Пд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ag	U	Mo	Sr	Th	V	Cr	Be	Ba	Tl	Fe	Sb
Лс	11	9	7	6	6	4	4	3	3	3	2	2

Интересным оказался тот факт, что на дерново-подзолистой почве среди представленных пар элементов не было ни одной со слабой теснотой связи, в то время как у серой лесной почвы у каждого вещества было хотя бы по 2 пары с низким коэффициентом корреляции. Лидером по количеству слабых связей стало серебро – ни с одним из представленных элементов не было выявлено ни сильной, ни средней по тесноте связи. Возможно, в данном случае это связано с высоким коэффициентов вариации серебра – его содержание в СО серой лесной почвы очень сильно различается от среднего.

Теперь следует обратить внимание на сами коэффициенты корреляции между 12 элементами на двух подтипах почв (табл. 3). Больше всего совпадений по значениям (r>0,70) между двумя почвами, отмечается у ванадия, а меньше – у серебра и урана.

Самые высокие коэффициенты корреляции между валовым содержанием элементов в серой лесной почве отмечались у следующих пар: Fe-V (r=0,92), Fe-Sr (r=0,92), Cr-V (r=0,90), Be-Tl (r=0,86).

Подводя итоги, следует отметить, что разброс полученных значений валового содержания 12 элементов в стандартных образцах серой лесной почвы был, в среднем, в 1,4 раза ниже, чем в СО дерново-подзолистой почвы. Но

несмотря на более «плотное» расположение значений относительно среднего (о чем свидетельствует коэффициент вариации), количество пар с сильной прямолинейной корреляционной связью в серой лесной почве было почти в 5 раз ниже в сравнении с дерново-подзолистой.

Таблица 3. Коэффициенты прямолинейной парной корреляции между парами элементов на двух подтипах почв

	Be9	V51	Cr52	Fe57	Sr88	Mo98	Ag107	Sb121	Ba137	Tl205	Th232	U238
Пд		0,74	0,79	0,88	0,73	0,65	0,89	0,65	0,93	0,92	0,79	0,86
Лс		0,78	0,65	0,83	0,20	0,37	0,11	0,67	0,46	0,86	0,40	0,06
Пд	0,74		0,99	0,94	0,76	0,93	0,72	0,84	0,77	0,84	0,66	0,66
Лс	0,78		0,90	0,92	0,72	0,28	0,13	0,63	0,55	0,71	0,17	0,09
Пд	0,79	0,99		0,96	0,80	0,90	0,76	0,83	0,82	0,86	0,69	0,70
Лс	0,65	0,90		0,82	0,69	0,23	0,10	0,49	0,48	0,54	-0,01	-0,03
Пд	0,88	0,94	0,96		0,77	0,86	0,83	0,82	0,88	0,91	0,81	0,78
Лс	0,83	0,92	0,82		0,59	0,42	0,02	0,67	0,56	0,80	0,36	0,21
Пд	0,73	0,76	0,80	0,77		0,54	0,84	0,50	0,78	0,63	0,58	0,69
Лс	0,20	0,72	0,69	0,59		0,05	0,01	0,33	0,43	0,24	-0,06	0,11
Пд	0,65	0,93	0,90	0,86	0,54		0,55	0,90	0,66	0,85	0,55	0,56
Лс	0,37	0,28	0,23	0,42	0,05		-0,06	0,53	0,14	0,38	0,10	-0,02
Пд	0,89	0,72	0,76	0,83	0,84	0,55		0,48	0,84	0,80	0,80	0,88
Лс	0,11	0,13	0,10	0,02	0,01	-0,06		0,18	-0,01	-0,02	-0,12	-0,14
Пд	0,65	0,84	0,83	0,82	0,50	0,90	0,48		0,74	0,76	0,52	0,39
Лс	0,67	0,63	0,49	0,67	0,33	0,53	0,18		0,53	0,62	-0,03	-0,38
Пд	0,93	0,77	0,82	0,88	0,78	0,66	0,84	0,74		0,84	0,70	0,72
Лс	0,46	0,55	0,48	0,56	0,43	0,14	-0,01	0,53		0,58	0,31	0,07
Пд	0,92	0,84	0,86	0,91	0,63	0,85	0,80	0,76	0,84		0,73	0,83
Лс	0,86	0,71	0,54	0,80	0,24	0,38	-0,02	0,62	0,58		0,40	0,20
Пд	0,79	0,66	0,69	0,81	0,58	0,55	0,80	0,52	0,70	0,73		0,84
Лс	0,40	0,17	-0,01	0,36	-0,06	0,10	-0,12	-0,03	0,31	0,40		0,79
Пд	0,86	0,66	0,70	0,78	0,69	0,56	0,88	0,39	0,72	0,83	0,84	
Лс	0,06	0,09	-0,03	0,21	0,11	-0,02	-0,14	*-0,38*	0,07	0,20	0,79	

Наиболее значимые коэффициенты корреляции отмечались у 4-х пар элементов, обнаруженных на Лс: Fe-V (r=0,92), Fe-Sr (r=0,92), Cr-V (r=0,90), Be-Tl (r=0,86). При чем, у тех же самых пар, но в СО Пд почв, были схожие r = 0,94.

Литература:

1. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»;

2. ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве»;

3. Ступакова Г.А., Панкратова К.Г., Игнатьева Е.Э., Щелоков В.И., Щиплецова Т.И., Митрофанов Д.К. Проблемы разработки и применения стандартных образцов почвы, загрязненных тяжелыми металлами // Плодородие. 2017. №6. С. 41-43.

4. Ступакова Г.А., Игнатьева Е.Э., Щиплецова Т.И., Деньгина С.А., Митрофанов Д.К. Оценка метрологических характеристик многокомпонентного стандартного образца почвы, загрязненного тяжелыми металлами // Плодородие. 2019. №3. С. 54-56

5. Ступакова Г.А., Лапушкина А.А., Игнатьева Е.Э., Щиплецова Т.И., Митрофанов Д.К., Ветрова Е.Ю. Оценка тесноты связи валовых содержаний элементов в стандартных образцах дерново-подзолистой почвы// Плодородие. 2023. №4. С. 41-45.

6. Васильева И.Е., Шабанова Е.В., Ступакова Г.А., Канева Е.В., Шакирова А.А., Игнатьева Е.Э. Стандартные образцы почв для исследований в агрохимии и геохимии: назначение, сходство и отличие // Плодородие. 2023. №2. С. 47-55.

7. ФР.1.31.2009.06787. Методика выполнения измерений массовой доли элементов в твердых минеральных объектах методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре Agilent ICP-MS 7500.

УДК 635.1.8

ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПИТАТЕЛЬНОГО РАСТВОРА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАССАДЫ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Р.А. Смирнов, М.В. Воробьев

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Работы выполнена под руководством к.с.-х.н., доцента Воробьева М.В.

В данной статье представлены результаты Влияние показателей электропроводности (ЕС) питательного раствора на рост и развитие рассады в условиях защищенного грунта. Опыт был проведен в защищенном грунте на производственной территории тепличного комплекса ООО «Агрокультура Групп». В результате работы удалось добиться сокращения сроков выращивания рассады гибридов томата путём оптимизации показателей (ЕС) поливного раствора.

Ключевые слова: томат, рассада, теплица, питательный раствор.

Введение. Томат – вторая по популярности в защищенном грунте культура, остающаяся важнейшей по всему миру. Тепличное выращивание напрямую связано с высокими денежными и трудовым затратами. Контроль содержания удобрений в поливном растворе позволит сократить их расход и затраты. Оптимизация периода выращивания рассады позволит ускорить получение товарной продукции, в свою очередь ранний урожай увеличит ее стоимость [2].

Целью работы является сокращение срока выращивания рассады гибридов томата путём оптимизации показателей ЕС поливного раствора. Задачи работы: изучить влияние показателей ЕС на рост рассады томата, изучить

влияние ЕС разной концентрации на фенологические и биометрические показатели гибридов томата, оценить влияние ЕС на скорость развития рассады, структуру урожая и урожайность томата, дать экономическую оценку эффективности для оптимизации показателей ЕС питательного раствора на томате.

Томат входит в список десяти самых любимых овощей потребителями во всём мире [1]. На употребление в свежем виде идёт три четвертых всей выращиваемой массы и только четверть уходит на производство консервов и прочих продуктов переработки. Современные гибриды томата обладают различной формой и вкусовыми качествами. Благодаря чему популярность культуры с каждым годом только растёт. Основными производителями и центрами потребления являются: Китай, Индия, США. В следствии того, что ежегодно требуется все больше продукции, а ее потребление не прекращается в течении года поспособствовало развитию тепличных хозяйств, площадь которых активно растёт [3]. В современных научных исследованиях приводят рекомендации по употреблению продукции свежего и переработанного томата около 200 грамм в сутки, что покрывает суммарные затраты по витаминным группам В, С, А, железу и калию.

Материалы и методы. Исследования проводились в защищенном грунте на производственной территории тепличного комплекса ООО «Агрокультура Групп». В качестве объекта исследований был взят гибрид томата первого поколения Конфетто F1, выращенный на минеральной вате с различными концентрациями ЕС.

Опыт был заложен в трех вариантах:

1. F1 Конфетто, начальный ЕС питательного раствора 1,3 мСм;
2. F1 Конфетто, начальный ЕС питательного раствора 1,5 мСм;
3. F1 Конфетто, начальный ЕС питательного раствора 1,7 мСм – контрольный.

Измерения проводились в период с посева до получения урожая. При изменении показателя ЕС наблюдались изменения в темпе роста и развития. Так растения контрольного образца выделяются меньшей высотой, тем самым рассада под конец выращивания вышла ниже, тем самым рассада меньше пострадает при транспортировке в блок. Меньшая высота облегчает начальный уход при расстановке и первоначальном уходе, снижая потери растений в период выращивания рассады, что позволяет сократить страховой фонд и следовательно затраты на выращивание [4].

Сравнивая данные по ежемесячной урожайности, для второго варианта, прослеживается равномерная структура плодоношения по всему сроку

выращивания в продленном обороте. Вариант с первоначальной концентрацией ЕС в 1,5 мСм дал урожай в первые два месяца выше контрольного варианта, в связи с тем, что рассада в второй вариации достигла фазы формирования кисти раньше и первой переместилась в блок, где у растений было больше времени на адаптацию. График ежемесячной урожайности представлен на рисунке 1.

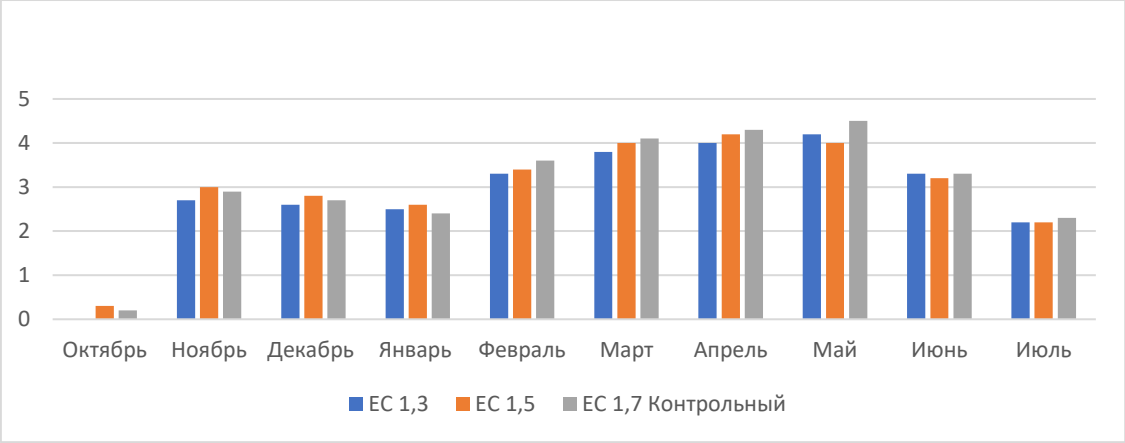


Рис. 1. Ежемесячная урожайность трех вариантов выращивания гибрида томата Конфетто F1

Результаты и их обсуждение. В результате проведения опыта было проанализировано влияние показателей ЕС питательного раствора на рост и развитие рассады в условиях защищенного грунта. Вариант, выращенный с первоначальным показателем ЕС равным 1,5 мСм показал себя как оптимальный при выращивании гибрида томата в переходном обороте в сравнении с контрольным вариантом в 1,7 мСм рассада показала более равномерное развитие, отсутствие паузы после перевалки, что позволило этому варианту сократить время рассадного периода. Анализ структуры урожая по разным показателям показал, при низком значении показателя ЕС сборы ниже, но проходят более равномерно. При повышенных значениях в летнее время продукция перестает поступать также равномерно как в весенний период, что связано с усиленным испарением воды из субстрата, следовательно затрудненной усваиваемостью питательных элементов из поливного раствора. Расчёты экономической эффективности показали, что точный контроль и использование показателей ЕС может повлиять не только путем равномерного получения товарной продукции, но и повысить рентабельность методом сокращения расхода удобрений.

Литература:

1. Воробьев М.В., Дыйканова М.Е. Современные гибриды томата, оценка урожайности и биохимического состава плодов // Сб.: XII неделя науки молодежи северо-восточного административного округа г. Москвы, посвященная 160-летию К.Э. Циолковского: сборник статей. – Москва: изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязев 2017. – С. 338-340.

2. Дыйканова М.Е., Воробьев М.В. Продуктивность гибридов томата и биохимический состав плодов // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы конф. – Рязань: изд-во РГАУ им. П.А. Костычева, 2017. – С. 209-293.

3. Русакова, А. Л. Выращивание гибрида томата F1 Органза на подвое и корнесобственной культуре в условиях современного тепличного комплекса / А. Л. Русакова, В. Д. Богданова, М. В. Воробьев // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова : сборник статей, Москва, 06–08 июня 2022 года. Том 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 318-321.

4. Федоров Д.А., Воробьев М.В., Богданова В.Д. Способ выращивания коктейльных томатов в защищенном грунте в продленном обороте // Сб.: Всероссийская с международным участием научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова: сборник статей. – Москва: изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязев 2021. – С. 316-319.

ВЛИЯНИЕ ПОДКОРМОК АЗОТНЫМ УДОБРЕНИЕМ НА РАЗЛИЧНЫХ АГРОХИМИЧЕСКИХ ФОНАХ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ

В.Е. Квитко, О.А. Щуклина

ФГБУН Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина Российской академии наук
127276, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая, д. 4

Работа выполнена в рамках Госзадания ГБС РАН «Гибридизация у растений в природе и культуре: фундаментальные и прикладные аспекты» (№ 122042500074-5)

Сорт яровой тритикале Тимирязевская 42 при возделывании на высоком агрохимическом фоне показывает отзывчивость на внесение азотного удобрения в дозах N_{120}, либо при дробном внесении N_{90} + N_{60} и N_{120} + N_{60}. При этом урожайность её зеленой массы может достигать 38,5 т/га, а зерна – 7,42 т/га.

Ключевые слова: яровая тритикале, азотные удобрения, урожайность зеленой массы, урожайность зерна.

Сельскохозяйственная отрасль разных стран направлена на решение проблемы продовольственной безопасности, то есть обеспечение народонаселения продуктами питания [4]. Селекционеры и растениеводы ежегодно занимаются созданием новых сортов и разработкой технологии выращивания под каждый перспективный сорт. Среди сельскохозяйственных культур важное место занимают зерновые, одной из которых является яровая тритикале [3]. Она приобретает популярность в связи с выведением новых сортов, а её зеленая масса и зерно представляют интерес при использовании в кормлении скота [3, 7]. Возделывание новых сортов яровой тритикале является актуальным в связи с тем, что это, в основном, сорта интенсивного типа, то есть сорта, дающие большую урожайность на высоком агрохимическом фоне, отзывчивые на мероприятия по защите растений, более качественную обработку почвы и внесение удобрений [1, 2, 5].

Целью данного исследования является оценка урожайности зеленой массы и зерна яровой тритикале на разных агрохимических фонах при применении различных доз азотного удобрения.

Исследования проводились на полях отдела отдаленной гибридизации ФГБУН Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве в 2022 году. Объектом исследований являлся сорт яровой тритикале Тимирязевская 42 [3]. Опыт заложен на двух различных по агрохимической характеристике участках с различным фоном. На первом участке – участке с высоким агрохимическим фоном – под осеннюю обработку почвы в 2021 году было внесено 550 кг/га азофоски, содержание подвижного фосфора составляло 260,0 мг/кг, подвижного калия – 132,8 мг/кг, органического вещества – 2,0 %. На втором участке, с низким агрохимическим фоном, удобрения осенью не вносились, содержание подвижного фосфора было равно 86,2 мг/кг, подвижного калия – 18,1 мг/кг, органического вещества – 1,3 %. Схема опыта включала следующие варианты внесения азотных удобрений в виде аммиачной селитры (NH_4NO_3): N_{60}, N_{90}, N_{120} – по всходам; N_{90} (по всходам) + N_{30} (в фазу – выход в трубку); N_{90} (по всходам) + N_{60} (в фазу – выход в трубку). Опыт закладывался в 4-кратной повторности, размещение делянок рандомизированное, площадь учётной делянки 15 м^2. Отбор растений для учета урожайности зеленой массы был произведен в фазы выход в трубку, колошение – цветение, молочная спелость зерна.

В весенний период 2022 года температура опускалась ниже среднемноголетней на 2-3 ˚С, тогда как в июне-июле эти показатели были чуть выше многолетних показателей, и в августе достигали максимального значения. Количество осадков в весенне-летний период сильно отличалось по месяцам, однако часто было меньше многолетних значений. Большое количество осадков выпало в начале апреля, конце мая, однако в летний период осадков было в два раза меньше, чем в среднем по годам, а в августе они практически отсутствовали, что позволило убрать яровую тритикале без прорастания на корню.

На высоком агрохимическом фоне урожайность зеленой массы в фазу выхода в трубку колебалась от 13,1 т/га (N_{60}) до 19,2 т/га (N_{90} + N_{60}). Значения данного показателя на втором участке в тот же период составляла от 13,3 (N_{60}) до 17,3 т/га (N_{90} + N_{60}). Однако статистической разницы между вариантами отмечено не было. В фазу колошения – цветения урожайность зеленой массы на первом участке возросла в 1,2-2,5 раза и достигала максимума при внесении азота в дозе N_{90} + N_{60} (38,5 т/га). Наименьшее значение составило 19,3 т/га в контроле. Существенно его превышали урожайности зеленой массы, полученные в вариантах N_{120}, N_{60} + N_{30}, N_{90} + N_{60}, N_{120} + N_{60}, N_{60} + N_{60}. На участке с низким агрохимическим фоном этот показатель варьировал от 15,4 т/га (контроль) до 25,2 т/га (N_{120} + N_{60}). Существенно прибавку имели варианты с

внесением N_{60}, N_{90}, и N_{120} + N_{60}. В фазу молочной спелости зерна на первом участке урожайность зеленой массы яровой тритикале составила 28,5-40,2 т/га. Наибольший укос зеленый массы отмечался при дробном внесении удобрения N_{90} + N_{60}, однако статистически данная прибавка не имела значимости. На втором участке наименьшая урожайность зеленой массы была отмечена в контрольном варианте в 19 т/га. Значительную разницу с ним имели варианты с внесением N_{120} + N_{60} (27,9 т/га) и N_{60} (32 т/га). Урожайность сухой массы имела другие тенденции на обоих участках. Так, на высоком агрохимическом фоне в фазу выхода в трубку наблюдалось пониженное содержание сухого вещества в растениях при применении аммиачной селитры. При достижении фазы колошения – цветения внесение азота в дозе от 90 кг/га давало стабильную прибавку сухого вещества на единицу площади. Максимальное значение было отмечено в варианте N_{90} + N_{60} (10,5 т/га). К концу вегетации данный показатель достигал 20,7 т/га (N_{60}). На втором участке в фазу выхода в трубку, а так же в фазу молочной спелости этот показатель в вариантах опыта был ниже, чем в контроле, однако не имел статистической значимости. В середине вегетации наблюдалась существенная прибавка при внесении N_{90}, N_{90} + N_{60} и N_{120} + N_{60}.

Основной целью при применении азотных удобрений на яровой тритикале является повышение урожайности зерна. В ходе исследования была учтена комбайновая урожайность культуры. Результаты показали, что сорт Тимирязевская 42 был более отзывчив на применение удобрений на высоком агрохимическом фоне. На данном участке урожайность зерна в контроле составила 5,03 т/га. Существенную прибавку по сравнению с ним имели варианты с внесением N_{120} (6,73 т/га), N_{60} + N_{30} (6,62 т/га), N_{90} + N_{60} (6,77 т/га) и наилучший результат давало применение N_{120} + N_{60} (7,42 т/га). Статистически подтверждаемая разница отмечалась при внесении самой высокой дозы азота в 120 кг/га действующего вещества, а также при наличии второй подкормки растений в фазу выхода в трубку. Совсем другая ситуация наблюдалась на низком агрохимическом фоне, где внесение любой дозы аммиачной селитры не обеспечивало значительной прибавки урожайности. Здесь данный показатель варьировал от 3,87 в контроле до 5,38 т/га в варианте N_{120} + N_{60}.

Таким образом, на почве с более благоприятным агрохимическим составом применение азотных удобрений позволяло получить прибавку урожайности зеленой массы и зерна. Наилучший эффект достигался при единоразовом внесении дозы N_{120}, либо при дробном внесении N_{90} + N_{60} и N_{120} + N_{60}. На бедной по агрохимическому составу почве применение удобрений положительно сказалось на урожайности зеленой массы при внесении N_{90}, либо N_{120} + N_{60}.

Однако даже при использовании удобрений урожайность зеленой и сухой массы на втором участке была в 1,5-2,0 раза ниже, чем на первом, а на урожайности зерна никак не отразилась.

Литература:

1. Абделаал Х.К. Урожайность зерна и зеленой массы нового сорта яровой тритикале Тимирязевская в зависимости от применения разных доз азотных удобрений в условиях ЦРНЗ / Х.К. Абделаал, Энзекрей Е.С., Соловьев А.А., Щуклина О.А., Градсков С.М., Завгородний С.В. // Кормопроизводство. 2019. № 2. С. 18-22.
2. Аленичева, А. Д. Эффективность внесения различных доз азотного удобрения на яровой тритикале в условиях Московской области / А. Д. Аленичева, О. А. Щуклина // Российская сельскохозяйственная наука. 2023. № 3. С. 55-58.
3. Тимирязевская 42 – новый сорт яровой тритикале (×Triticosecale Wittm. ex. Camus) / О. А. Щуклина, А. А. Соловьев, Е. С. Полховская [и др.] // Кормопроизводство. 2021. № 8. С. 43-46.
4. Добродомова Л.А., Ходорцевич Н.Г. Зерновое производство – основа продовольственной безопасности России // Современная экономика: обеспечение продовольственной безопасности: сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции. Кинель: РИО СГСХА, 2018. С. 115-119.
5. Щуклина, О. А. Отзывчивость нового сорта яровой тритикале Тимирязевская 42 на элементы технологии возделывания / О. А. Щуклина, Е. С. Полховская, А. А. Соловьев // Тритикале: Материалы международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 07–08 июня 2022 года. Том Выпуск 10. Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Юг", 2022. С. 232-237.
6. Энзекрей, Е. С. Влияние метеорологических условий и азотных удобрений на биологическую урожайность яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 / Е. С. Энзекрей, О. А. Щуклина, С. В. Завгородний // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 88-93.
7. Shchuklina O. Morphophysiological features of the reaction of the cv. ×Triticosecale Wittm. ex. Camus on nitrogen fertilizers in contrasting agrometeorological conditions / Shchuklina O., Alenicheva A., Klimenkova I., Kvitko V., Zavgorodniy S. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. 1010. P.012109

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАЦЕТАТА ЛАНТАНА И ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАЦЕТАТА ИТТРИЯ НА МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ

Р.А. Боровик

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127434, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31 А

Влияние солей: этилендиаминтетрацетата лантана (ЭДТА La) и этилендиаминтетрацетата иттрия (ЭДТА Y) на минеральное питание огурца изучалось в контролируемых условиях увлажнения. Выявлено комплексное воздействие редкоземельных металлов на обеспеченность растений макро-, мезо- и микроэлементами.

Ключевые слова: огурец, редкоземельные металлы, лантан, иттрий, дефицит влаги, минеральное питание, соли ЭДТА.

Контроль за минеральным питанием овощных культур – необходимое условие формирования безопасной качественной продукции. Доступность элементов минерального питания определяется значительным количеством факторов и зачастую в результате воздействия неблагоприятных условий среды может сильно снижаться. На ранних этапах развития растений критически важным является хорошая влагообеспеченность. При этом всегда существуют риски кратковременного пересыхания почвы, которые могут плохо отразиться на здоровье растений. Дефицит влаги оказывает серьёзное влияние на минеральное питание. По этой причине проблема неконтролируемых стрессовых факторов требует поиска эффективных подходов в её решении. В настоящее время исследователи активно ищут новые субстанции, обладающие адаптогенными свойствами. Среди таковых интерес представляют редкоземельные металлы (РЗМ).

К РЗМ относятся химические элементы, расположенные в подгруппе скандия и образующие семейство лантаноидов. Несмотря на название, эти элементы относительно широко распространены в земной коре – их кларковые числа сопоставимы с таковыми для цинка, меди и молибдена [1]. Изучение РЗМ в рамках агрономии началось ещё в начале прошлого столетия. И всё же,

несмотря на большое количество исследований, проведённых главным образом в КНР и указывавших на эффективность РЗМ, остаётся значительное количество белых пятен в этой теме. Кроме того, существенный объём исследований касался применения смесей РЗМ в форме минеральных солей, преимущественно нитратных [2]. Наличие пробелов в понимании физиологических механизмов ассимиляции растениями РЗМ зачастую не позволяет сделать обоснованные предположения о природе их взаимодействия с элементами минерального питания. Тем не менее, немногочисленные данные из научной литературы, указывают на существование явлений синергизма и антагонизма РЗМ с другими химическими элементами в растительных клетках. Например, в работах ряда исследователей [3,4] отмечается, что кальциевые каналы чувствительны к ионам лантана и гадолиния. При этом низкоселективные каналы способны пропускать магний, барий и стронций. В других исследованиях [5] сообщается, что в тканях растений лантан может влиять на содержание фосфора и железа из-за конкуренции ионов, обусловленной близкой растворимостью фосфатов лантана и железа. Кроме того, на характер поведения РЗМ может влиять форма, в которой они ассимилируются. Например, хелатные формы обладают большей растворимостью и подвижностью в сравнении с неорганическими солями. Это, в свою очередь, может сказаться на интенсивности взаимодействия РЗМ с биогенными элементами.

Материалы и методы. Исследование проводилось в лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. Исследуемая культура – огурец (*Cucumis sativus* L., 1753) сорта Кураж F1. Схема опыта включала контроль и два варианта с обработкой ЭДТА лантана в концентрации 0,001 мг La/л и ЭДТА иттрия 1 мг Y/л. Повторность четырёхкратная.

Перед закладкой опыта семена были обработаны испытуемыми растворами хелатов РЗМ согласно схеме в массовом соотношении 1:5 (семена:раствор). Время экспозиции – 2 часа. В фазе 1 настоящего листа растения были прорежены до 3 штук. В течение вегетации была проведена двукратная обработка по листу путём опрыскивания до полного смачивания: 1-я в фазу одного настоящего листа, 2-я перед началом стрессового воздействия в фазу 5 листьев.

Для опыта была использована почва, отобранная из пахотного горизонта дерново-подзолистой почвы. Почва была предварительно очищена от крупных органических остатков и просеяна через сито 2 мм. Наименьшая влагоёмкость (НВ) почвы определена по экспресс-методу Кабаева. Подготовленная почва в

количестве 400 г в пересчёте на абсолютно сухую массу была набита в пластиковые сосуды с перфорированным дном объёмом 0,75 л. В каждый сосуд была вставлена поливная трубка. Перед высевом почва была увлажнена до 80% от НВ. После семена были равномерно посеяны в сосуды по 6 штук на глубину 1-1,5 см.

Вегетация растений проходила в фитотроне. В течение вегетации поддерживался стабильный режим освещённости и температуры: день – 9 ч, +23°С; ночь – 15 ч, +20°С. Полив осуществлялся каждый рабочий день: 2/3 объёма воды вносилось сверху, 1/3 – через поливную трубку. Режим увлажнения поддерживался согласно таблице 1.

Таблица 1. Режим увлажнения почвы в вегетационных сосудах

Период	Сутки	Влажность почвы
Посев – всходы	0-5	70-80% НВ
Всходы – фаза 5 листьев	6-27	50-60% НВ
Фаза 5 листьев – потеря тургора	28-34	50-60% НВ → 30-40% НВ
Потеря тургора – стресс 7 дней	35-41	30-40% НВ
Стресс 7-ой день – восстановление	42-43	50-60% НВ

Агрохимический анализ почвы был проведён в соответствии со следующими методиками: pH солевой вытяжки (ГОСТ 26483-85), содержание гумуса по Тюрину (ГОСТ 26213-84), содержание общего азота по Къельдалю (ГОСТ Р 58596-2019), содержание подвижного фосфора и калия по Кирсанову (ГОСТ 26207-91), обеспеченность биодоступными формами микроэлементов в вытяжке ацетатно-аммонийным буфером [6] и бором по Бергеру и Труогу (ГОСТ Р 50688-94).

Содержание азота в надземной биомассе было определено после мокрого озоления методом Къельдаля в автоматической системе озоления и дистилляции Gerhardt VAPODEST VAP 300. Содержание фосфора, калия, кальция, магния, железа, бора, марганца, цинка и меди было определено методом ICP АЭС на спектрометре iCap 6300 Duo после мокрого озоления в микроволновой системе MARS 1. Химический состав растений был выражен на единицу воздушно-сухой массы.

Результаты и обсуждение. *Агрохимическая характеристика почвы.* Почва в опытных сосудах характеризовалась нейтральной реакцией среды (pH_{KCl} = 6,8), низкой степенью гумусированности (3,6%) и хорошим соотношением C:N (8:1). Содержание подвижного фосфора и калия было высоким (372 и 249 мг/кг). Содержание биодоступных форм микроэлементов-металлов

можно было охарактеризовать как среднее (Fe = 4,3 мг/г, Mn=25,5 мг/кг, Zn=4,7 мг/кг, Cu=1,4 мг/кг), а содержание бора как высокое (10,5 мг/г). Таким образом, почва в достаточной степени была обеспечена элементами минерального питания, и обладала хорошим уровнем плодородия.

Результаты элементного анализа надземных вегетативных органов опытных растений огурца представлены в таблице 2.

Таблица 2. Элементный состав надземной вегетативной биомассы огурца (среднее ± стандартное отклонение)

Вариант	Контроль	ЭДТА La	ЭДТА Y	$НСР_{05}$
Содержание азота, %	4,25 ± 0,68	3,73 ± 0,06	4,10 ± 0,12	0,58
Содержание фосфора (P_2O_2), %	1,15 ± 0,11	1,52 ± 0,12	1,82 ± 0,15	0,19
Содержание калия (K_2O), %	9,42 ± 1,30	9,76 ± 0,70	8,91 ± 0,15	1,31
Содержание кальция, %	2,43 ± 0,20	2,61 ± 0,17	2,65 ± 0,27	0,47
Содержание магния, %	0,79 ± 0,02	0,83 ± 0,06	0,89 ± 0,09	0,12
Содержание железа, мг/кг	292,7 ± 38,3	249,4 ± 14,9	240,4 ± 44,2	49,0
Содержание бора, мг/кг	62,6 ± 4,8	66,0 ± 3,0	60,9 ± 13,3	14,7
Содержание марганца, мг/кг	61,2 ± 4,6	57,7 ± 2,7	58,0 ± 11,1	9,8
Содержание меди, мг/кг	88,8 ± 26,7	80,1 ± 18,6	96,9 ± 19,3	44,0
Содержание цинка, мг/кг	137,1 ± 26,4	123,8 ± 10,7	112,2 ± 25,3	31,0

Содержание макроэлементов. В тканях вегетативных органов взрослых растений огурца референтное значение содержание азота составляет от 4 до 5%, фосфора (P_2O_5) от 0,7 до 2,3%, а калия (K_2O) от 3,6 до 4,8% [7]. У молодых растений уровень азота и калия как правило выше, чем у взрослых.

В проведённом исследовании содержание азота в среднем по опыту составляло 3,7-4,3%, что несколько ниже ожидаемого уровня обеспеченности для молодых растений, но не является дефицитом. Самые высокие значения отмечены в контроле – 4,3%. На варианте с применением ЭДТА лантана содержание азота снизилось в среднем на 0,53% относительно контроля. Обработка растений раствором ЭДТА иттрия, судя по всему, не повлияла на содержание азота. На этом варианте отмечено лишь незначимое снижение концентрации – на 0,15% к контролю.

Применение хелатов обоих РЗМ привело к существенной мобилизации фосфатного питания у растений огурца. При $НСР_{05}$ = 0,19% обеспеченность фосфорам выросла по сравнению с контролем на 0,36 и 0,67% после применения ЭДТА лантана и иттрия соответственно.

Динамика содержание калия в вегетативной массе растений на фоне понижения влажности почвы вызывает особый интерес, т.к. этот элемент

принимает прямое участие в адаптационных метаболических процессах. В ответ на модельную засуху наблюдался резкий рост уровня содержания калия в вегетативных органах. Он был более чем в 2 раза выше референтных значений – от 8,9% до 9,8%. Применение хелатов РЗМ оказало слабое влияние на калийное питание растений. Опрыскивание ЭДТА лантана незначительно увеличило обеспеченность растений огурца калием на 0,35% относительно контроля. А применение ЭДТА иттрия снизило содержание калия на 0,51%.

Содержание мезоэлементов. Для огурца референтные значения содержания мезоэлементов в вегетативных органах составляют около 1,2-2,0% для кальция, 0,25-1,00% для магния и 50-300 мг/кг для железа [7]. Химический анализ показал, что опытные растения в целом хорошо обеспечены этими элементами.

После применения хелатов РЗМ наблюдалось повышение обеспеченности растений огурца кальцием и магнием. На контроле содержание этих элементов находилось на уровне 2,43% для кальция и 0,79% для магния. Содержание кальция в равной степени выросло на фоне обработки обеими РЗМ и составило 2,61-2,65%. На содержание магния в листьях в большей степени оказал влияние ЭДТА иттрия, и в меньшей степени ЭДТА лантана. Содержание магния находилось на уровне 0,89% и 0,83% соответственно.

Содержание железа напротив снижалось на фоне проведения обработок. При содержании железа в контроле 293 мг/кг, на варианте с применением ЭДТА иттрия оно снизилось на 52 мг/кг, при $НСР_{0,05}$ = 49 мг/кг. На фоне применения ЭДТА лантана, содержание железа в тканях установилось на уровне 249 мг/кг.

Содержание микроэлементов. Для огурца уровни обеспеченности марганцем в 25-250 мг/кг, цинком в 20-200 мг/кг, медью в 5-60 мг/кг и бором в 25-85 мг/кг считаются референтными [7]. Значительное снижение влажности почвы может привести к иммобилизации микроэлементов за счёт образования малоподвижных форм на фоне повышения окислительно-восстановительного потенциала среды и выпадения в осадок солей металлов. Однако в эксперименте наблюдалась хорошая обеспеченность растений биогенными микроэлементами. В среднем по опыту содержание бора варьировалось в пределах 61-66 мг/кг, марганца 58-61 мг/кг, меди 80-97 мг/кг и цинка 112-137 мг/кг.

На фоне обработок испытуемыми препаратами микроэлементный состав растений претерпел изменения. Использование раствора ЭДТА лантана способствовало незначительному накоплению в вегетативных тканях бора – приращение составило 3,4 мг/кг к контролю и снижению обеспеченности по

остальным микроэлементам на 3,5-8,7-13,3 мг/кг к контролю (по марганцу, меди и цинку соответственно). Применение ЭДТА иттрия позволило повысить лишь содержание меди в вегетативных органах на 8,1 мг/кг к контролю. Содержание бора, марганца и цинка упало соответственно на 1,7-3,2-24,9 мг/кг.

Выводы. Проведённые исследования позволяют сделать некоторые выводы относительно влияния листовой подкормки огурца ЭДТА лантана и иттрия на обеспеченность растений элементами минерального питания в условиях дефицита влаги:

1. Оба исследуемых РЗМ, по-видимому, не оказывают существенного влияния на азотное и калийное питание растений. Тем не менее в опыте отмечено слабое снижение обеспеченности растений этими элементами, что может быть фактором снижения толерантности культуры к дефициту влаги.
2. После обработки огурца ЭДТА лантана и иттрия отмечена мобилизация фосфатного питания у растений, находящихся в условиях пониженной влажности почвы.
3. Листовая подкорма огурца ЭДТА лантана и иттрия не оказывает отрицательного влияния на содержание в листьях кальция и магния. Напротив, отмечено незначительное возрастание уровня обеспеченности этими элементами.
4. В условиях дефицита влаги хелаты РЗМ в целом негативно влияют на содержание железа и микроэлементов в составе надземных вегетативных органов огурца. В условиях недостаточной обеспеченности почв железом и микроэлементами применение РЗМ может стать фактором риска развития хлорозов и ухудшения продуктивности огурца.

Таким образом, влияние некорневого применения ЭДТА лантана и иттрия на минеральное питание огурца носит сложный нелинейный характер и, вероятно, зависит от внешних условий. Полученные в опыте наблюдения согласуются с некоторыми литературными данными, в частности о взаимодействии лантана с фосфором и железом [3,4].

Литература:

1. Kotelnikova A., Rogova O., Stolbova V. Lanthanides in the Soil: Routes of Entry, Content, Effect on Plants, and Genotoxicity (a Review) // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 117–134.
2. Redling K. Rare Earth Elements in Agriculture with Emphasis on Animal Husbandry. München: DVG-Service, 2006. 326 p.

3. Liu D. et al. Effects of Lanthanum on the Change of Calcium Level in the Root Cells of Rice // Communications in Soil Science and Plant Analysis. Taylor & Francis, 2012. Vol. 43, № 15. P. 1994–2003.

4. Lewis B.D., Spalding E.P. Nonselective block by La3+ of Arabidopsis ion channels involved in signal transduction // J Membr Biol. 1998. Vol. 162, № 1. P. 81–90.

5. Водяницкий Ю.Н. Лантаниды почвы и их влияние на растения // Агрохимия. 2012. № 4. С. 84–96.

6. Практикум по агрохимии: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. ред. / ред. Минеев В.Г. М.: МГУ, 2001. 689 с.

7. Reference sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of the united states Southern Cooperative Series Bulletin #394 / ed. Campbell C.R. Raleigh: North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services Agronomic Division, 2000. 122 p.

ВЛИЯНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО БИОПРЕПАРАТА НА АЗОТНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ СОИ

А.Ю. Чевердин[1], М.Ю. Река[2]

[1]ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева»
397463, Россия, Воронежская обл., Таловский р-н,
пос. 2-го уч. Ин-т. им. Докучаева, квартал 5, д.81
[2]ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
лесной генетики, селекции и биотехнологии»
394087, Россия, г. Воронеж, ул. Ломоносова, д.105

В исследованиях, проведенных на территории Воронежского ФАНЦ им. В.В. Докучаева в полевом двухфакторном опыте изучено формирование обеспеченности растений нитратным азотом под действием симбиотических ризобактерий и минерального удобрения. По результатам исследований был отмечен существенный вклад симбиотического биопрепарата Ризобин-Агро в улучшение условий питания растений сои. Наибольшая эффективность которого отмечена на фоне без удобрений и была выражена в увеличении количества нитратного азота до 55%

Ключевые слова: соя, симбиоз, биопрепараты, ризобактерии, азот, азотфиксаторы.

Введение. Соя – перспективная культура, занимающая довольно большие посевные площади, которые ежегодно увеличиваются. Для повышения ее урожайности и качества продукции в большинстве случаев используют традиционные средства – минеральные удобрения. Но удобрения имеют некоторые недостатки, помимо высокой цены, происходит нежелательное загрязнение почвы и снижение экологической безопасности выходной продукции. Альтернативной минеральным удобрениям являются бактериальные биопрепараты, лишенные этого ряда недостатков.

Применение биопрепаратов на основе симбиотических азотфиксирующих бактерий без удобрений и совместно с калийно-фосфорными удобрениями повышает биологическую фиксацию азота, обеспечивает увеличение урожайности и качества выходной продукции [1].

Исследования, проведенные в Краснодарском крае, позволили установить высокую эффективность биологической технологии возделывания сои, выраженной в повышении урожайности и качества зерна [2].

Более высокая сохранность растений сои к уборке, повышение количества бобов и высокая биологическая урожайность в условиях Алтайского края была достигнута за счет инокуляции семян сои Ризоторфином [3].

Современные бактериальные биопрепараты позволяют получать более высокие урожаи культур с одновременным снижением затрат, антропогенной нагрузки на экосистему, и сохранением почвенного плодородия [4, 5, 6].

Методика исследований. Исследования проведены в «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева» в отделе агропочвоведения (2022-23 гг.). Почвенный покров опытного участка представлен черноземом обыкновенным (сегрегационным) среднемощным среднегумусным тяжелосуглинистым. Содержание гумуса – 6,5-6,8%, pHвод – 7,1.

Объект исследований – соя. Исследования проведены с использованием полевого и лабораторного опыта. Сорт – Аванта. Предшественник – пар. Площадь посевной делянки-6,4 м^2, учетной 5 м^2. Повторность – 6-ти кратная. Опыт двухфакторный: фактор первого порядка – уровни удобренности (без удобрений и $(NPK)_{60}$). Фактор второго порядка бактериальный биопрепарат: Ризобин-агро. В качестве минерального удобрения использовали азофоску. Внесение под предпосевную культивацию. Основная обработка почвы – вспашка на 20-22 см. Определение нитратного азота в почве – дисульфофеноловым методом. Уборка напрямую комбайном «Сампо-130» при достижении полной спелости. Симбиотические микробные штаммы использовались для

инокуляции семян в день посева. Микробные препараты были получены из НИИСХ Крыма. Состав микробного препарата представлен ниже.

Ризобин Агро – высокоэффективный препарат на основе комплементарных симбиотических азотфиксирующих бактерий родов Rhizobium, Mesorhizobium, SinorhizobiumиBradyrhizobium, не вредных для человека и животных.

Результаты и обсуждение. Обеспеченность пахотного горизонта почвы биогенным азотом в течение вегетационного периода была неоднозначно и находилась в зависимости от применяемых агроприемов. Следует отметить закономерное снижение содержания нитратного азота от начала развития растений сои к концу вегетации. Наиболее высокие и максимальные значения по содержания нитратов отмечаются в начальную фазу- всходы. Данные закономерности объясняются расходованием азота из почвы на развитие растений и формирование урожая.

Проведя анализ данных, полученных в ходе проведения исследований, можно судить о положительном влиянии применяемых ризобактерий и минеральных удобрений на содержание подвижного азота в почве. Микробный биопрепарат на основе симбиотических бактерий оказывал положительное воздействие на количество биогенного азота в почве, причем данное явление более ярко выражено на фоне без удобрений. На вариантах, где применялось минеральное удобрение в дозе $(NPK)_{60}$, общие фоновые значения по содержанию доступного азота были существенно выше.

В начале развития растений сои, в фазе всходов, прослеживаются закономерности улучшения режима питания за счет применения инокуляции посевного материала ризобактериями. На фоне, где не применялись минеральные удобрения, количество нитратов в почве если на контрольном варианте составило 8,7 мг/кг, то на варианте, где применялся Ризобин-Агро это значение отмечено на уровне 12,8 мг/кг. Как следует из вышесказанного повышение содержания азотных соединений доступных растениям составило 47,8%.

Таблица 1. Содержание нитратного азота под посевами сои в слое почвы 0-30 см по фазам развития растений, мг/кг (2021-2022 г.)

Фон удобренности	Варианты опыта	Всходы	Цветение	Спелость
Без удобрений	контроль	8,7	7,6	7,9
	Ризобин-Агро	12,8	11,8	9,5
	среднее	10,8	9,7	8,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	контроль	24,0	9,8	9,4
	Ризобин-Агро	14,8	14,2	5,3
	среднее	19,4	10,5	7,4

Внесение комплексного удобрения в виде азофоски (60кг д.в./га) в чистом виде (без агропрепарата) оказывало значительное влияние на количество азотной пищи и повышение по отношению к абсолютному контролю составило 175%. На варианте опыта, где использовалось совместное применение минерального удобрения и микробного штамма, также отмечена тенденция увеличения содержания нитратного азота до 70,1%.

В дальнейшем в процессах онтогенеза растений сои наблюдается снижение в почве доступного растениям азота не зависимо от изучаемых факторов, что обуславливается его расходом на развитие растений. К фазе цветение сои количество нитратов на естественном фоне удобренности по отношению к фазе всходов снизилось на 14,5% (на контроле) и 8,5% (с Ризобин Агро), но сохранились те же закономерности влияния микробиологического удобрения на азотный фонд почвы. На вариантах, где применялись только минеральные удобрения и удобрения в комплексе с биопрепаратом, общее фоновое значение содержания подвижного азота было несколько выше, чем на безудобренном варианте. И в относительном выражении изменялось в пределах 2,2-2,4 мг/кг почвы.

К концу периода развития растений выявлены разноплановые закономерности изменения содержания нитратного азота в почве. Если на безудобренном варианте на контроле отмечено некоторое повышение (на 4%) количества нитратов (по отношению к фазе цветения), то под действием симбиотического биопрепарата происходит планомерное снижение (на 24,2%). На варианте, где применялось предпосевное внесение дополнительных элементов питания в виде комплексного удобрения (азофоска), количество нитратов в почве отмечено на уровне 9,4 мг/кг что выше абсолютного контроля на 19%. Предпосевная инокуляция симбиотическими ризобактериями семян сои совместно с минеральным удобрением вызывала снижение содержания подвижного азота в почве до минимальных значений 5,3 мг/кг.

Данные явления, снижение количества нитратного азота в почве под действием применяемых агроприемов, способных регулировать азотное питание растений, по нашему мнению, можно объяснить более развитыми растениями и большим расходом элементов питания.

Выводы. Применение биопрепарата на основе симбиотических ризобактерий для предпосевной инокуляции семян сои способствует увеличению обеспеченности растения нитратным азотом. Биопрепарат Ризобин Агро показал довольно высокую эффективность, и в относительном выражении содержание нитратного азота под его действием увеличилось до 55%. Данный

биопрепарат может конкурировать и являться альтернативой таким классическим способам повышения плодородия и продуктивности культур, как минеральные удобрения.

Литература:

1. Парахин Н.В., Осин А.А., Донская М.В. Повышение продуктивности и качества семян сои за счет интенсификации азотфиксации / Н.В. Парахин, А.А. Осин, М. В. Донская // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – Т. 49, № 2. – С. 118-122.

2. Астахов М. М., Сидоров Н.М., Томашевич Н.С. Биологизация возделывания сои на основе применения бактериальных инокулянтов и биофунгицидов / М.М. Астахов, Н.М. Сидоров, Н.С. Томашевич // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 13–15 сентября 2022 года. Том Выпуск 11. – Краснодар: Издательство "ЭДВИ", 2022. – С. 78-83.

3. Жаркова, С.В., Манылова О.В., Быков Е.С. Оценка эффективности влияния препарата "Ризоторфин" на элементы продуктивности и урожайность сои / С. В. Жаркова, О. В. Манылова, Е. С. Быков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6(176). – С. 63-67.

4. Чайковская Л.А., Якушева Н.Н., Овсиенко О.Л., Баранская М.И. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы при совместном применении микробного препарата и минерального удобрения / Л.А. Чайковская, Н.Н. Якушева, О.Л. Овсиенко, М.И. Баранская // Таврический вестник аграрной науки. – 2023. – № 1(33). – С. 135-147. – DOI 10.5281/zenodo.7898552.

5. Клименко О.Е., Клименко Н.И., Якушева Н.Н., Евтушенко А.П. Влияние микробных препаратов на плодородие почвы и продуктивность агроценоза персика в предгорном Крыму / О. Е. Клименко, Н. И. Клименко, Н. Н. Якушева, А. П. Евтушенко // Растения и микроорганизмы: биотехнология будущего : Сборник тезисов докладов PLAMIC2022, Санкт-Петербург, 03–08 октября 2022 года. – Санкт-Петербург: Автономная некоммерческая организация содействия научному развитию «Растения и Центр поддержки академических инициатив», 2022. – С. 116.

6. Чевердин, Ю. И., Чевердин А.Ю., Сауткина М.Ю. 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.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ АТОНИК ПЛЮС, ВР НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

А.С. Пономарева

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»,
127434, г. Москва, ул.Прянишникова,31а

Статья посвящена изучению влияния регулятора роста растений Атоник Плюс, ВР на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы в условиях Краснодарского края в 2022 г.

В опыте применение регулятора роста оказало положительное влияние как на биометрические показатели растений, так и на количество и качество полученного урожая. Отмечено, что значительный прирост урожайности был получен при 3х кратной обработке в дозе 0,2 л/га и составил 63,5 ц/га (20,9%).

Ключевые слова: регуляторы роста растений, сахарная свекла, урожайность, качество.

Введение. Сахарная свекла – высокопродуктивное сельскохозяйственное растение, выращивание которого для России имеет важнейшее экономическое значение. Она является основным сырьем для производства сахара в Российской Федерации. В стране валовой сбор корнеплодов сахарной свеклы составляет 27,1 млн. т и в том числе в Республике Башкортостан (РБ) 1,3 млн т. Тем не менее, достигнутая урожайность в России не соответствует максимальным возможностям этой культуры. Важным приемом увеличения производства сахара в стране является применение новейших биостимуляторов роста растений, таких как Атоник Плюс, ВР [6].

Действующими веществами данного регулятора роста являются три фенольных соединения (п-нитрофенолят натрия, о-нитрофенолят натрия, 5-нитрогваяколят натрия), которые присутствую в растительных клетках в естественных условиях. Это позволяет регулятору роста максимально быстро воздействовать на обменные процессы и, как следствие, способствовать повышению сопротивляемости растения негативным биотическим и абиотическим стрессовым факторам [1,5].

Качество сахарной свеклы определяется урожайностью и сахаристостью, высокий уровень которых достигается благодаря использованию

современных агротехнологий. В связи с этим, целью исследований явилось изучение действия регулятора роста растений Атоник Плюс, ВР на продуктивность и качество корнеплодов сахарной свеклы [3].

Материал и методы исследований. Исследования проводились в 2022 г. в условиях Краснодарского края (II зона – зона черноземов лесостепной и степной областей), на базе ФГБО ВО «Кубанский аграрный университет им. И.Т. Трубилина» (г. Краснодар).

Район закладки опытов относится к IV зоне умеренно влажной с коэффициентом увлажнения 0,3-0,4, за год выпадает 600-700 мм осадков. Зима умеренно-мягкая со средней температурой января – -3,5 – -1,5 °С. Минимальные температуры могут достигать -36 – -30 °С. Снег в 60-90% неустойчив. Переход температуры воздуха через +5°С весной отмечается во второй половине марта – начале апреля. Безморозный период на большей части территории – жаркий, среднемесячная температура июля составляет 22-24°С, а максимальная может повышаться до 38-40°С. Осадки кратковременные, преимущественно ливневые, за период активной вегетации выпадает 250-400 мм. Накопление влаги в почве происходит в основном за счет осадков холодного периода. Осадки теплого периода большей частью расходуются на испарение. Преобладающими ветрами являются восточные и западные; первые оказывают неблагоприятное влияние на климат, принося в зимнее время холодные массы воздуха, летом — массы сухого воздуха, вызывая в отдельные годы пыльные бури; вторые — смягчают климат.

Опыты проводились на выщелоченном черноземе. Мощность гумусового горизонта превышает 150 см. Черноземы богаты валовым калием; количество валового фосфора в верхних горизонтах составляет 0,18%, основная часть представлена минеральными соединениями, в верхних горизонтах на 55-65%, в нижних – более 90% от валового количества; органические фосфаты содержатся в количестве 43% – в верхних и 8-10% – в нижних горизонтах. Почвы пригодны для возделывания всех сельскохозяйственных культур.

Объект исследования – сахарная свекла сорт Орикс. Сорт французский, улучшен селекционными станциями России. Корнеплод удлиненно-овальной формы со сгибом книзу и слабо заостренным конусом, оранжевой или светло-оранжевой окраски, погружен в почву на 1/3 длины, выдергивается из почвы легко. Поверхность гладкая, иногда у основания слегка шероховатая, мякоть белая со слабыми желтыми жилками, головка серо-зеленая. Средний вес корнеплодов от 0,5 до 1,5 кг, иногда 3 и более килограмма. Сухих веществ в корнеплоде от 10 до 14%, сахара – 7-10%. Сорт среднеспелый, вегетационный

период 130-135 дней. Средней засухоустойчивости. Устойчив к болезням. Лежкость хорошая. Урожайность в Краснодарском крае составляет в среднем от 540 до 700 ц/га [2].

Учетная площадь делянки – 25 м^2, повторность – четырехкратная. Исследования проводились согласно общепринятой методике полевого опыта. Технология возделывания сахарной свеклы, за исключением изучаемых вариантов, общепринята для данной зоны [4].

Схема опыта на сахарной свекле:

1. Контроль—без обработки
2. Энергия-М (эталон) – предпосевная обработка семян (расход препарата – 10 г/т, рабочего раствора – 10 л/т семян) + двухкратное опрыскивание растений: 1-е – в фазу 3-5 настоящих листьев, 2-е в фазу 8-10 листьев (расход препарата – 10 г/га, рабочего раствора – 250 л/га);
3. Атоник Плюс – опрыскивание растений в фазу 2-4 листьев (расход препарата – 0,2 л/га, рабочего раствора – 250 л/га);
4. Атоник Плюс – двухкратное опрыскивание растений: 1-е – в фазу 2-4 листьев, 2-е – в фазу 4-6 листьев (расход препарата – 0,2 л/га, рабочего раствора – 250 л/га);
5. Атоник Плюс – трехкратное опрыскивание растений: 1-е – в фазу 2-4 листьев, 2-е – в фазу 4-6 листьев, 3-е – в фазу 6-8 листьев (расход препарата – 0,2 л/га, рабочего раствора – 250 л/га).

Результаты и их обсуждение. В вегетационный период 2022 г. температурные условия в целом благоприятствовали росту и развитию растений. Среднедекадные температуры 2022 г. были несколько выше среднемноголетней нормы.

Июнь 2022 г. отличался теплой погодой, однако июль и август были аномально жаркими. Метеорологические условия, сложившиеся в период вегетации сахарной свеклы в целом можно охарактеризовать как благоприятные для развития и роста культуры. Количество осадков, выпавшее за период вегетации, было ниже средние многолетние на 9,8 мм, что создавало определенные трудности для благоприятного роста и развития растений.

Данные таблицы 1 показывают, что отмечено положительное влияние регулятора роста растений Атоник Плюс, ВР на биометрические показатели корнеплодов сахарной свеклы. Так, длина корнеплода под влиянием препарата увеличилась на 10,6-29,3% по сравнению с контролем и на 9,9-14,9% по сравнению с эталоном. Диаметр и масса корнеплода возросли на 5,7-21,4 и 6,2-

18,3% по сравнению с контрольным вариантом и на 8-13,3 и 3,9-8,5% соответственно по сравнению с препаратом Энергия-М.

Таблица 1. Влияние испытуемых препаратов на формирование корнеплодов сахарной свеклы

Вариант	Длина корнеплода, см	Диаметр корнеплода, см	Масса корнеплода, г,
Контроль – без обработки	33,0	7,0	321,30
Энергия-М – семеня + двухкратно растений	37,2	7,5	350,92
Атоник Плюс – однократно растений	36,5	7,4	341,12
Атоник Плюс – двухкратно растений	40 9	8,1	363,49
Атоник Плюс – трехкратно растений	42,7	8,5	380,03
$НСР_{05}$	1,3	0,3	12,27

На рисунке 1 показаны графики влияния регулятора роста растений Атоник Плюс, ВР на важнейшие показатели качества урожая сахарной свеклы – урожайность, содержание сахара в корнеплодах и выход сахара с гектара.

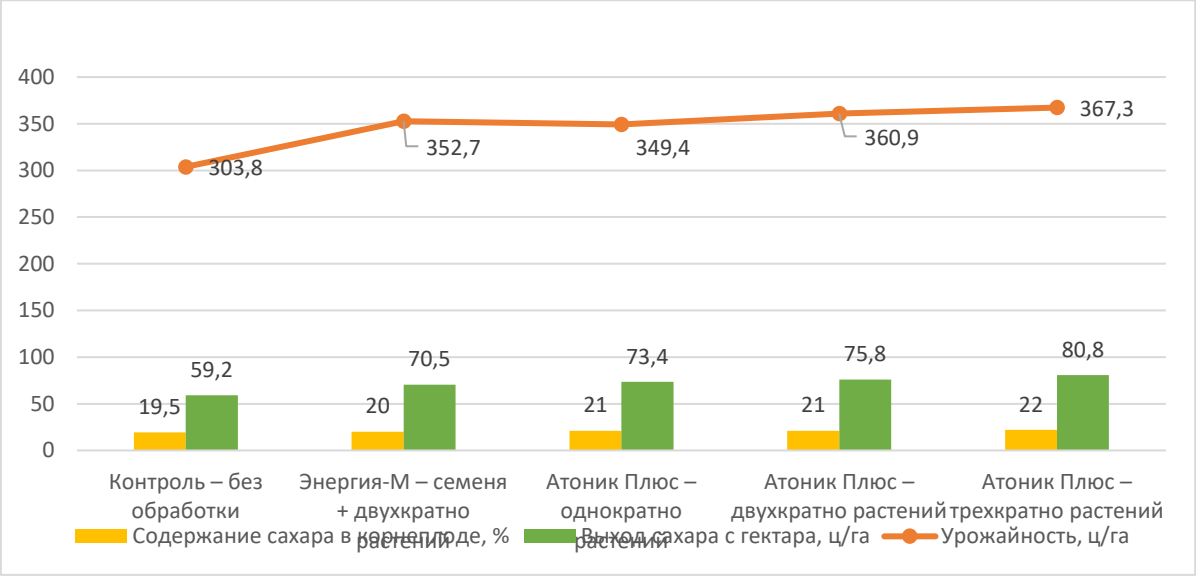


Рис. 1. Влияние регулятора роста растений Атоник Плюс, ВР на урожайность сахарной свеклы и выход сахара с гектара

Анализ данных рисунка 1 показывает, что применение в технологии возделывания сахарной свеклы испытуемых препаратов (Энергия-М и Атоник Плюс) эффективно, прибавка урожайности составила 15,0-20,9%. Максимальная прибавка составила 63,5 ц/га (367,3 ц/га, в контроле – 303,8 ц/га), она получена в варианте с трехкратной обработкой растений (в фазы 2-4, 4-6, 6-8

листьев) препаратом Атоник Плюс. По нашим наблюдениям, в опытных вариантах формировался, в сравнении с контролем, более мощный листовой аппарат, что положительно сказалось не только на величине корнеплодов, но и содержании в них сахара (20,0-22,0%, 19,5% – в контроле; выход сахара с гектара – 70,5-80,8 ц/га и 59,2 ц/га соответственно).

Выводы. Исследование применения регулятора роста растений Атоник Плюс, ВР для опрыскивания сахарной свеклы: 1-е – в фазу 2-4 листьев, 2-е – в фазу 4-6 листьев, 3-е – в фазу 6-8 листьев (в зависимости от варианта опыта) оказало явное положительное влияние на развитие растений.

Отмечено формирование более крупных корнеплодов. Увеличение массы составило 6,2-18,3%, что способствовало увеличению общей урожайности.

Средняя прибавка урожайности составила 45,6-63,5 ц/га (15-20,9%) при средней урожайности в контроле 303,8 ц/га. Максимальная прибавка получена при применении 3х кратном применении препарата в дозе 0,2 л/га.

Установлено положительное влияние препарата Атоник Плюс, ВР на показатели качества сахарной свеклы: сахаристость корнеплодов возросла на 1,5-2,5%, сбор сахара с га – на 24-36,5% по сравнению с контролем.

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что применение регулятора роста растений Атоник Плюс, ВР оказывает положительное влияние на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы Орикс в условиях Краснодарского края.

Литература:

1. Бюллетень регуляторов роста растений и агрохимикатов, прошедших регистрационные испытания в период с 2015-2017 гг.: Производственно-практическое издание / Под ред. П.А. Чекмарева, В.Г. Сычев, О.А. Шаповал, И.П. Можарова и др. -М.: ООО Плодородие, 2018. – 340 с.

2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта растений: Официальное издание. – Т. 1. – М.: ФГБНУ «Росинформа-гротех», 2021. – 719 с.

3. Еникиев Р.И., Исламгулов Д.Р. Качественные требования к сахарной свекле // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 9. – С. 13-13;

4. Руководство по проведению регистрационных испытаний регуляторов роста растений, дефолиантов и десикантов в сельском хозяйстве: производственно-практическое издание / В.Г. Сычев, О.А. Шаповал, И.П.

Можарова, Т.М. Веревкина, М.Т. Мухина, А.А. Коршунов, А.С. Лазарева, Т.Ю. Грабовская, Е.Л. Веревкин. -М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 216 с.

5. Сычев В.Г., О.А. Шаповал, И.П. Можарова, М.Т. Мухина, А.С. Пономарева, А.А. Коршунов, Т.Ю. Вознесенская, Д.А. Белова, Т.В. Кононова. БЮЛЛЕТЕНЬ регуляторов роста растений и агрохимикатов, прошедших регистрационные испытания в период 2015-2019 гг.: Производственно-практическое издание. – Ч. I. – М.: ООО «Плодородие», 2020. – 712 с.

6. Шаповал О.А. Регуляторы роста растений / О.А. Шаповал, В.В. Вакуленко, Л.Д. Прусакова // Журнал «Защита и карантин растений». – № 12. – 2008. – 48 с.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НА ПРИБАВКУ УРОЖАЯ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В РАЗНЫХ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ

И.В. Ильюшенко

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова,
127434, Москва ул. Прянишникова,31 а

В статье показана эффективность применения гербицидов с различными действующими веществами в ранние сроки развития сорных растений в посевах кукурузы. Обработка, проведенная в фазу1-2 настоящих листьев, позволила снизить количество сорных растений более чем на 87%, массу сорных растений на 89 %. Прибавка урожая зерна кукурузы в Республике Дагестан была 2,4-5,6 ц/га, в Ростовской области 6,9-17,1 ц/га.

Ключевые слова: кукуруза на зерно, гербициды, 2,4-Д, никосульфурон, комбинированный гербицид, прибавка урожая.

Введение. Кукуруза является одной из основных зерновых культур, которую выращивают во всех зонах нашей страны, она положительно реагирует на факторы интенсификации (удобрения, средства защиты растений). Зерно кукурузы является высокобелковым компонентом, которое используется в пищевой промышленности, является основой кормовой базы для животноводства и птицеводства [1].

Уровень продуктивности кукурузы в значительной степени зависит от засоренности посевов различными сорняками и недостаточностью проведения эффективной борьбы механическими мерами, 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 шт./м^2 сорняков урожайность зеленой массы снижается соответственно на 27,4 %, 52, 7% и 74,0% [2]. Таким образом, только гербициды способны уничтожить сорную растительность там, где агротехникой это сделать не получается.

Цель исследований – показать биологическую и экономическую эффективность применения гербицидов разных действующих веществ при выращивании кукурузы на зерно в двух почвенно-климатических зонах.

Методы исследований. На опытных участках применялись среднеспелые сорта кукурузы (группа по ФАО 301-400): Кубанский 320, Воронежский 230 СВ, Краснодарская 315.

Обработка гербицидами была проведена в фазу 3-5 листьев культуры. В этот период наиболее безопасно применение гербицида для культуры и эффективно против сорных растений, т.к. есть итог от применения препарата и это время является залогом получения высокого урожая в будущем.

Схема опыта:

Вариант опыта	Действующее вещество	Норма применения
A	550 г/л 2,4-Д кислоты в виде малолетучих эфиров С7-С9	0,6 л/га
		0,9 л/га
B	40 г/л никосульфурона	1,0 л/га
		1,5 л/га
C	75 г/л мезотриона+ 30 г/л никосульфурона	1,0 л/га
		2,0 л/га
Контроль	-	-

Действующие вещества гербицидов, используемые в опыте, разрешены к использованию на территории Российской Федерации. Препараты зарегистрированы и внесены в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации».

Исследования по применению гербицидов с разными действующими веществами, при выращивании кукурузы на зерно проводились в 2021-2022 годах в Республике Дагестан (II зона) и Ростовской области (III зона).

II почвенно-климатическая зона. Опытное поле расположено в Хасавюртовском районе Республики Дагестан. Почва на участке светло-каштановая, тяжелосуглинистая, содержание гумуса в пахотном слое 2,8%, pH=8,1

III почвенно-климатическая зона. Опытное поле расположено в Зерноградском районе Ростовской области. Почва на участке лугово-каштановая, тяжелосуглинистая, содержание гумуса в пахотном слое 3,4%, pH=6,8.

Метеорологические условия 2021-2022 гг. способствовали появлению большинству видов сорных растений во всех исследуемых зонах.

Площадь учетных делянок 25 м^2, повторность четырехкратная.

Фаза развития сорных растений в момент обработки 1-2 настоящих листьев. Учеты вредных объектов проводили на 30 день после проведения обработки. С учетом погодных явлений и действия применяемых веществ именно данный период позволяет произвести оценку эффективности гербицидов.

Методика проведения учетов вредных объектов: количественно-весовым методом в соответствии с «Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний гербицидов» [3].

Учет засоренности, оценка структуры урожая и урожайности, а также статистическая обработка результатов проводилась по методике Б.А. Доспехова, экономическая эффективность определялась по методике Ченкина А.Ф. [4,5].

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

В таблице 1 показано соотношение количества сорных растений с учетом применения двух доз препаратов и снижение по отношению к контролю массы сорных растений на 30-й день после проведения обработки. В необработанных контрольных точках были исключены делянки с максимальной и минимальной засоренностью.

Исследования показали, что количество сорных растений по отношению к контролю после обработки на 30 день снизилось. Препарат на основе 2,4-Д кислоты (в виде малолетучих эфиров С7-С9) в двух дозировках сработал менее эффективно 76,4% в Ростовской области и 79,3% в республике Дагестан в 2021 г. по сравнению с другими действующими веществами. Наиболее эффективным был двухкомпонентный препарат (мезотриона + никосульфурона) при максимальной норме применения во всех зонах показатель снижения, как количества, так и массы сорных растений был выше 92,4% во всех зонах и на протяжении двух лет.

Таблица 1. Влияние применяемых гербицидов на общую засоренность посевов кукурузы в двух почвенно-климатических зонах

Почвенно-климатическая зона	Варианты опыта		Количество сорных растений		Масса сорных растений	
			снижение, % к контролю*		снижение, % к контролю*	
			2021 г.	**2022 г.**	**2021 г.**	**2022 г.**
II зона	A	0,6 л/га	**79,3**	80,1	83,6	83,4
		0,9 л/га	82,4	83,5	89,8	88,7
	B	1,0 л/га	89,3	89,4	90,1	91,4
		1,5 л/га	90,6	94,4	92,4	93,3
	C	1,0 л/га	91,5	93,2	**92,4**	93,7
		2,0 л/га	92,5	96,3	94,7	94,6
III зона	A	0,6 л/га	**76,4**	75,6	80,3	82,3
		0,9 л/га	77,2	76,5	81,5	83,2
	B	1,0 л/га	85,4	85,4	84,4	85,3
		1,5 л/га	87,8	88,3	87,2	87,6
	C	1,0 л/га	92,4	93,6	92,6	97,3
		2,0 л/га	93,7	94,9	94,7	98,1

* Количественный учет сорняков на контроле показал, что исходная засоренность опытных участков в двух почвенно-климатических зонах была высокой и варьировала от 185 экз./ м^2 до 331 экз./ м^2 на контроле во II зоне, и от 202 экз./ м^2 до 311 экз./ м^2 в III зоне.

Масса сорных растений на контроле во второй зоне была от 302 г/м^2 до 958 г/м^2, в третьей зоне от 470 г/м^2 до 1442 г/м^2.

Показатель снижения массы сорных растений был высоким (более 80%) во всех зонах, это говорит о том, что после обработки гербицидами, не смотря на численность, сорные растения находились на ранних стадиях роста и не смогли полноценно сформироваться, а сорные растения, которые выжили, находились в угнетенном состоянии и не наносили существенного вреда посевам кукурузы.

По данным Росстата в Республике Дагестан средняя урожайность кукурузы на зерно в сельскохозяйственных организациях за 2021-2022 гг. составила 28,6 ц/га, в Ростовской области 43,3 ц/га [6]. В таблице 2 представлена эффективность применения гербицидов на основе различных разных действующих веществ для повышения урожая зерна кукурузы.

Средняя урожайность кукурузы на зерно за двухлетний период во второй почвенно-климатической зоне составила 24,5 ц/га, в вариантах с применением гербицидов получены достоверные прибавки урожая зерна кукурузы от 2,4 до 5,6 ц/га. Наибольшая величина сохранённого урожая получена при применении 2 л/га препарата на основе мезотриона и никосульфурона (5,6 ц/га).

Таблица 2. Влияние гербицидов на урожайность зерна кукурузы, ц/га (за 2021-2022 гг.)

Почвенно-климатическая зона	Варианты опыта		Урожайность, ц/га		Прибавка урожая, ц/га	
			2021 г.	2022 г.	2021г.	2022 г.
II зона	**А** (550 г/л 2,4-Д кислоты в виде малолетучих эфиров С7-С9)	0,6 л/га	25,9	27,9	2,8	1,9
		0,9 л/га	26,4	28,2	3,3	2,2
	В (40 г/л никосульфурона)	1,0 л/га	28,1	28,7	5	2,7
		1,5 л/га	28,7	29,1	5,6	3,1
	С (75 г/л мезотриона + 30 г/л никосульфурона)	1,0л/га	29,2	29,8	6,1	3,8
		2,0 л/га	29,8	30,4	6,7	4,4
	Контроль без обработки	-	23,1	26,0	-	-
			2021 г. НСР $_{(0,5)}$=2,6 ц/га 2022 г. НСР ($_{0,5}$)=1,4 ц/га			
III зона	**А** (550 г/л 2,4-Д кислоты в виде малолетучих эфиров С7-С9)	0,6 л/га	34	36,3	6,7	7,1
		0,9 л/га	35,1	37,5	7,8	8,3
	В (40 г/л никосульфурона)	1,0 л/га	37,7	38,9	10,4	9,7
		1,5 л/га	39,8	41	12,5	11,8
	С (75 г/л мезотриона + 30 г/л никосульфурона)	1,0 л/га	40,2	41,4	12,9	12,2
		2,0 л/га	44,5	46,1	17,2	16,9
	Контроль без обработки		27,3	29,2	-	-
			2021 г. НСР $_{(0,5)}$=3,4 ц/га 2022 г. НСР ($_{0,5}$)=3,6 ц/га			

В Ростовской области (III почвенно-климатическая зона) урожайность на контроле составила 28,2 ц/га. Наименьшая прибавка урожая 5,9 ц/га отмечена в опыте при использовании 0,6 л/га гербицида на основе 2,4-Д эфира. Наибольшая величина прибавки урожая получена при применении 2,0 л/га гектар гербицида на основе мезотриона + никосульфурона – 17,1 ц/га, что на 65% выше по сравнению с контролем. Препарат на основе никосульфурона тоже показал достоверные значения по прибавке урожая по сравнению с контролем на 10,1-12,2 ц /га.

Выводы. Результаты проведенных исследований наглядно показали, что при высокой засоренности полей получить высокую рентабельность зерна

кукурузы невозможно без применения гербицидов. В то же время необходимо учитывать и сроки применения гербицидов под культуру и почвенно-климатические условия региона. На сегодняшний день очень важно проводить фитосанитарный мониторинг сорных растений для подбора гербицидов непосредственно под конкретный участок, для минимизации материальных потерь при выращивании кукурузы на зерно.

Литература:

1. Ториков В.Е., Дронов А.В., Ториков В.В. и др. Ценность кукурузы, сорговых культур и их урожайность в зависимости от приемов выращивания // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. – 2019. – № 5 (75). – С. 15-22.

2. Булавин Л.А. Влияние гербицидов и сроков их внесения на экономическую эффективность возделывания кукурузы на зерно//Земледелие и растениеводство, №6 (139), 2021. с.28-31.

3. Голубев А.С. Маханькова Т.А. Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний гербицидов. ФГБНУ ВИЗР, Санкт-Петербург, 2020 – 80 с.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Агропромиздат, 1985. – 351 с.

5. Ченкин А.Ф. Экономика и организация защиты растений. – М.: Колос, 1974. – 287 с.

6. https://rosstat.gov.ru

ГЕРБИЦИД ПРОТИВ ПЫРЕЯ ПОЛЗУЧЕГО В АГРОЦЕНОЗАХ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО

Л.А. Трузина

ФГБНУ «ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»
141055, Россия, Московская обл., г. Лобня, Научный городок, корп. 1

Обсуждается вопрос изучения гербицида фюзилад-супер на посевах козлятника восточного второго года жизни. Гербицид испытывался в трех дозах против пырея ползучего. Фюзилад-супер следует применять при определенных технологических условиях: высота растений пырея должна быть не ниже 10-15 см, а норма расхода препарата должна составлять 0,3-0,5 кг д.в/га в зависимости от степени засоренности.

Ключевые слова: козлятник восточный, гербицид Фюзилад-супер, пырей ползучий.

Одним из источников увеличения производства кормов и кормового белка является возделывание новых кормовых растений с высоким содержанием протеина и высокой урожайностью. Для этих целей наиболее перспективно многолетнее бобовое растение козлятник восточный, или галега восточная (Galega orientalis. Lam.), который в последние годы получил широкую дорогу в производство [1].

Во второй и последующие годы жизни уход за посевами козлятника восточного практически значительно упрощается, поскольку при хорошо сформированном по густоте травостое он подавляет как однолетние, так и многие многолетние сорняки, кроме пырея ползучего. Этот корнеотпрысковый сорняк можно уничтожить, обработав посевы весной или поздно осенью гербицидом Фюзилад-супер, к.э. [2, 3].

Исследования проводились на травостое козлятника восточного второго года жизни на дерново-подзолистой почве среднесуглинистой по механическому составу по методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса [4].

Травостой был засорен, главным образом, пыреем ползучим – до 253 побегов на 1 м^2, общая длина корневищ пырея в слое почвы 0-15 см на 1 м^2 достигала 145,8 м. Корневища пырея по профилю почвы размещались не одинаково.

В слое почвы 0-5 см масса корневищ составляла 135-850 г/м^2, их длина достигала 25,1-76,7 м, на одном метре насчитывалось от 37 до 45 почек, надземная масса пырея на 1 м^2 составляла 80-475 г.

В слое 5-10 см корневищ пырея было меньше – их масса составляла 65,0-437 г, длина достигала 18,4-50,0 м, а количество почек – 29-37 штук на 1 м^2.

В слое 10-15 см корневищ пырея было еще меньше – их масса на 1 м^2 составляла 33,1-192,0 г, длина достигала 8,8-19,1 м, а количество почек – 21-32 штук.

Таким образом, основная масса корневищ пырея располагается в слое 0-10 см. Поэтому срок обработки Фюзиладом-супер выбирали в зависимости от времени появления побегов пырея на поверхности почвы. Гербицид вносили в трех дозах: 0,1; 0,3 и 0,5 кг д.в/га при высоте пырея ползучего 10-15 см, козлятник в это время находился в фазе стеблевания и достигал высоты 20-25.

Оценка эффективности Фюзилада-супер на посевах козлятника восточного, засоренного пыреем ползучим, показала, что обработка гербицидом в норме 0,3 кг д.в/га обеспечивала через 30 дней полную гибель сорняка в слое

0-10 см. В слое 10-15 см сохранились жизнеспособные корневища, их масса на 1 $м^2$ составляла от 53,0 до 215,0 г, а длина достигала 12,4-25,7 м.

Недостаточная эффективность Фюзилада-супер на пырей ползучий, корневища которого располагались в слое 10-15 см, связана с тем, что ко времени обработки посевов гербицидом не все почки пырея с этого слоя проросли, а если и проросли, то имели малую надземную массу и при обработке были прикрыты надземной массой козлятника восточного.

Доза 0,1 кг д.в/га оказалась мало эффективной, а увеличение дозы гербицида до 0,5 кг д.в/га существенно не увеличило его эффективность. Эффективность Фюзилада-супер полностью зависела от величины надземной массы пырея ползучего. Чем больше была его масса, тем быстрее погибали побеги и отмирали корневища.

Таким образом, против пырея ползучего на посевах козлятника восточного можно успешно бороться с помощью гербицида Фюзилада-супер при соблюдении определенных технологических условий: высота растений пырея должна быть не ниже 10-15 см, а норма расхода препарата должна составлять 0,3-0,5 кг д.в/га в зависимости от степени засоренности.

Литература:

1. Трузина, Л.А. Бобовая культура Galega orientalis в полевом травосеянии Центрального района Нечерноземной зоны / Л.А. Трузина // Ресурсосберегающие технологии в луговом кормопроизводстве. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2013. – С. 103-108. – EDN PSRRWJ.

2. Трузина Л.А. Борьба с сорняками на посевах козлятника восточного, выращиваемого на кормовые цели / Л.А. Трузина // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции. В 3-х томах, Минск, 22–23 октября 2014 года. Том 2. – Минск: Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2014. – С. 152-155. – EDN ZEXGBF.

3. Трузина Л.А. Уровень засорённости посевов козлятника восточного при подкашивании сорняков и применении гербицидов / Л.А. Трузина // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: Материалы VIII международной научно-практической конференции, посвящается 95-летию Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар, 19–23 июня 2017 года / ответственный редактор Замотайлов А.С. – Краснодар:

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 436-439. – EDN CXRXLC.

4. Защита кормовых культур от болезней, вредителей и сорняков : Методические указания / Г.П. Кутузов, Н. С. Каравянский, Ю.И. Каныгин [и др.]. – Москва : ВАСХНИЛ, 1990. – 64 с. – EDN RBPATH.

УДК 631.811.98

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ МИЦЕФИТ, ВРП НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

М.Е. Ламмас

ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова
127434, г. Москва, ул. Прянишникова, 31 а

В условиях Московской области в 2020-2021 гг. провели исследования, в один из задач которых входило изучение влияния регулятора роста биологического действия Мицефит, ВРП на продуктивность картофеля Препарат Мицефит, ВРП оказал положительное влияние на рост, развитие и продуктивность растений. Препарат повысил выход урожая здоровых клубней товарной фракции, при использовании его для предпосадочной обработки семенных клубней и опрыскивания растений в период бутонизации и начала цветения. В результате его применения валовой сбор клубней увеличился на +10,8% по отношению к контролю, а товарной фракции – на 14,0% по отношению к контролю).

Ключевые слова: биостимуляторы, картофель, регулятор роста.

Введение. Картофель *(Solanum tuberosum L.)* – древнейшая культура на земном шаре. Получение высоких и качественных урожаев оздоровленного картофеля в условиях защищенного грунта – одна из главных задач оригинального семеноводства [1,6,7].

Одним из инновационных биотехнологических приемов повышения продуктивности растений картофеля является использование регуляторов роста.

В мировом производстве продукции растениеводства картофель занимает одно из первых мест наряду с рисом, пшеницей и кукурузой. Благодаря содержанию в клубнях крахмала, белка высокого качества и витаминов он является важным продуктом питания человека [4,5].

В условиях резкого удорожания минеральных удобрений, средств защиты растений и практического отказа от органических удобрений приоритетным становится направление по применению экологически безопасных и эффективных физиологически активных соединений с широким спектром действия на рост и развитие растений [2,3].

Таким образом, в настоящее время регуляторы роста находят все более широкое применение в оригинальном семеноводстве картофеля.

В этой связи нами была поставлена цель — изучение влияния регулятора роста биологического действия Мицефит, ВРП на продуктивность картофеля при одновременном увеличении урожайности и улучшении качества продукции.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились на опытных полях ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» в Московской области г.о. Домодедово мкр. Барыбино на дерново-подзолистых почвах, при четырехкратной повторности, с систематическим расположением. Исследуемой культурой являлся картофель (*Solanum tuberosum L.)* сорта Варяг – картофель отечественного происхождения, был выведен в ВНИИКХ имени А.Г. Лорха. В Госреестр РФ был занесен в 2018 году.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, тяжелосуглинистая. Агрохимические показатели: содержание гумуса [ГОСТ 26213-91] – 1,7 %, нитратный азот [ГОСТ 26488-85] – 7,0 мг/кг, аммиачный азот [ГОСТ 26489-85] – 1,8 мг/кг, pH солевой вытяжки [ГОСТ 26483-85] – 5,3 ед.; подвижного фосфора [ГОСТ Р 54650-2011] – 176 мг/кг, подвижного калия [ГОСТ Р 54650-2011] – 198 мг/кг. Методика общепринятая для зоны исследований. Статистическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

Схема опыта:

№ варианта	Вариант	Сроки применения препарата, нормы расхода		
		Семенные клубни перед посадкой	Бутонизация	Бутонизация – начало цветения
1	Контроль	Вода, 10 л/т	Вода, 300 л/га	Вода, 300 л/га
2	Опыт	Мицефит, ВРП 1,0 мл/т	Вода, 300 л/га	Мицефит, ВРП 10 мл/га
3	Эталон	Крезацин, КРП, ТАБ 1,6 г/т	Крезацин, КРП, ТАБ 20 г/га	Вода, 300 л/га

Результаты и обсуждение. Учеты общей урожайности и урожайности товарной фракции (клубней размером более 30 мм) показали, что обработка семенного материала и растений препаратом Мицефит, ВРП оказала

стимулирующее действие на потенциальную продуктивность растений картофеля (рис. 1, 2).

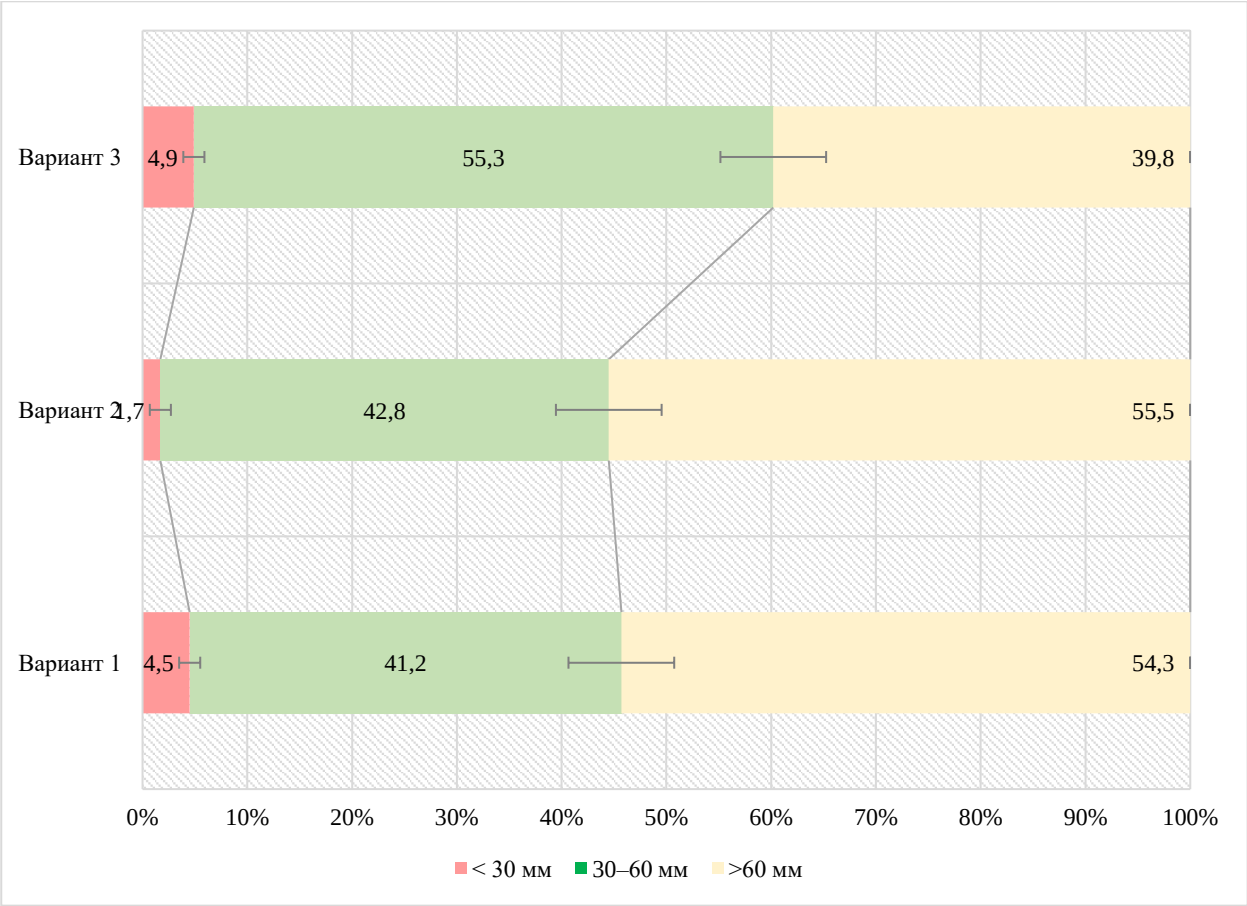


Рис. 1. Фракционный состав клубней, %

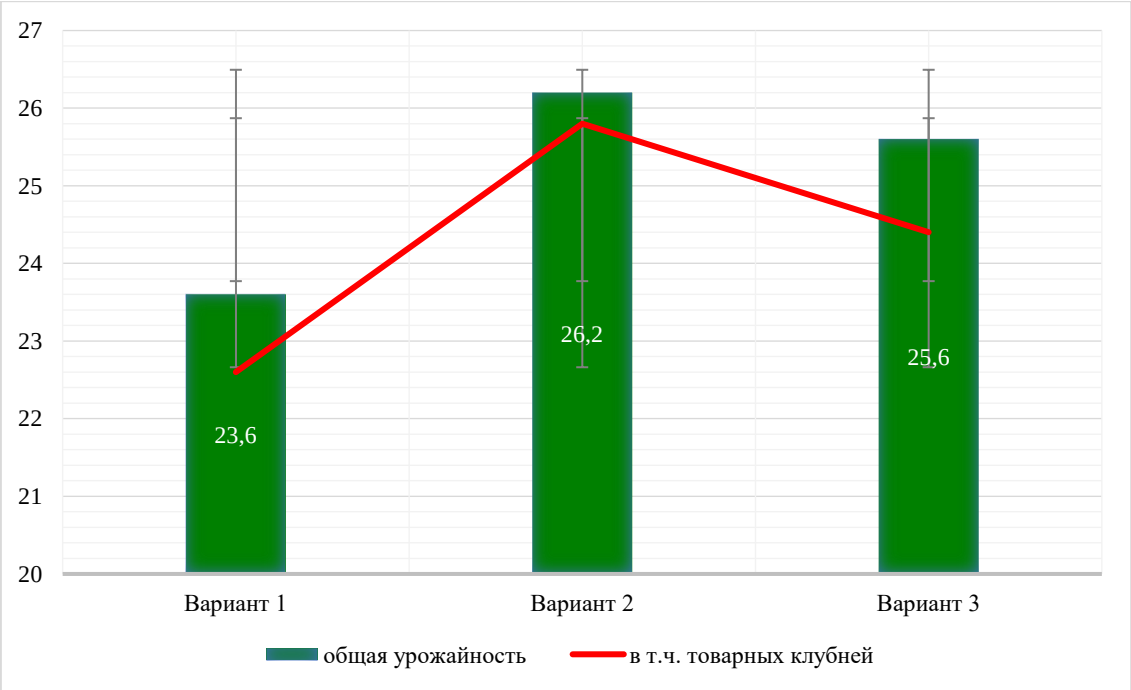


Рис. 2. Влияние препарата Мицефит, ВРП на продуктивность растений картофеля, т/га (НСР $_{05}$ = 6,2)

В результате его применения валовой сбор клубней увеличился на 2,6 т/га (+10,8% по отношению к контролю), а товарной фракции – на 3,2 т/га (+14,0% по отношению к контролю).

Прибавка валового и товарного урожая картофеля от изучаемого препарата находилась на уровне эталонного. По фракционному составу клубней урожая вариант с применением препарата Мицефит, ВРП для обработки семенных клубней и растений находился на уровне эталона (вариант 3).

По выходу семенной фракции Мицефит, ВРП лишь немного уступал эталону.

Основным критерием при производстве сельскохозяйственной продукции, в том числе и картофеля, является качество, которое определяется количеством химических компонентов, содержащихся в клубнях. На химический состав клубней и их потребительские качества можно воздействовать различными агротехническими приемами.

В условиях Московской области особое значение для формирования качественных показателей приобретает применение регуляторов роста растений. Содержание нитратов в клубнях картофеля не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). В настоящее время ПДК для продовольственного картофеля составляет 250 мг на кг сырого веса. В нашем опыте на всех вариантах превышения ПДК по содержанию нитратов в клубнях картофеля не было отмечено. Количество нитратов в клубнях находилось в пределах 90-99 мг/кг (табл. 1).

Таблица 1. Влияние регулятора роста растений Мицефит, ВРП на качество клубней картофеля

Варианты опыта	Содержание N-NO_3, мг/кг	Содержание крахмала, %	Сухое вещество, %	Содержание витамина С, %
Вариант 1	93	11,4	3,6	15,5
Вариант 2	99	12,5	4,5	16,3
Вариант 3	97	11,6	3,9	15,7

Применение препарата вызвало тенденцию повышения содержания крахмала в клубнях картофеля. На контрольном варианте содержание крахмала в клубнях в среднем было 11,4%, в то время как на вариантах с применением препарата этот показатель увеличился на 9,6%. Сухое вещество находилось в пределах 4,5%. Содержание витамина С на контроле составило 15,5%, в вариантах с применением агрохимиката этот показатель увеличился на 5,2%.

Выводы. Препарат Мицефит, ВРП оказал положительное влияние на рост, развитие и продуктивность растений. Препарат повысил выход урожая здоровых клубней товарной фракции, при использовании его для

предпосадочной обработки семенных клубней и опрыскивания растений в период бутонизации и начала цветения. В результате его применения валовой сбор клубней увеличился на +10,8% по отношению к контролю, а товарной фракции – на 14,0% по отношению к контролю).

Литература:

1. Левин В. И. Эффективность действия препаратов различной природы на рост и урожайность картофеля / В.И. Левин, А.С. Петрухин // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: материалы Межд. научн.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2015. – С. 176-178.
2. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур/Под общей редакцией М.А. Федина. -Москва, 1985. – 263 с.
3. Петров А.Ф., Галеев Р.Р., Гаврилец Н.В., Пастухова А.В., Кархардин И.В., Колбина О.Н. Влияние регуляторов роста на урожайность и качество картофеля. Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2021; (2):62-72.
4. Саввинова, М.И. Влияние системных фунгицидных протравителей на продуктивность картофеля / М.И. Саввинова, А.В. Шитикова // Стратегия и перспективы развития агротехнологий и лесного комплекса Якутии до 2050 года : Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию образования Якутской АССР и 85-летию Первого президента РС(Я) М. Е. Николаева (Николаевские чтения), Якутск, 17 ноября 2022 года. – Якутск: Издательство "Знание-М", 2022. – С. 988-994.
5. Уромова И.П., Козлов А.В., Туранова А.А. Регуляторы роста как фактор повышения продуктивности оздоровленного картофеля // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.
6. Шитикова, А. В. Полеводство: Учебник / А. В. Шитикова. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2022. – 200 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
7. Шитикова, А.В. Формирование урожая картофеля при применении азотных удобрений и регуляторов роста/ А.В. Шитикова -Москва: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – 161с.
8. Шитикова, А.В. Влияние регуляторов роста на продуктивность среднераннего картофеля /В.Н. Абакумов, А.В. Шитикова // Научный аспект. -2014.- № 2.- С. 92-95.

УДК 631.8: 631.559]:633.34

ВЛИЯНИЕ ПОЛИКОМПОНЕНТНОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН СОИ

В.А. Разгулин, В.К. Голубова

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Показано влияние нового агрохимического средства Яра Вита марки Брасситрел на урожайность и качество семян сои сорта Славия. Результаты исследований свидетельствуют о достоверном увеличении продуктивности при улучшении качества семян культуры.

Ключевые слова: соя, удобрение, урожайность, качество, протеин.

Работа выполнена под руководством д.с.-х.н. Л.М. Онищенко

Введение. Распространение соя в мире и в России получила за счет уникального химического состава семян и редчайшего свойства – сочетания белковости и масличности. Растения сои хорошо адаптируются к условиям выращивания, культура очень пластична и экологически целесообразна для выращивания. Зерно сои многофункционально в использовании и имеет высокую эффективность. Агрономическую значимость данной сельскохозяйственной культуры трудно переоценить: улучшает физические и физико-химические свойства почвы, обогащает почву азотом за счет фиксирования его из атмосферы, что способствует улучшению плодородия почвы и в конечном счете увеличению урожая выращиваемых культур [1].

Все вышеперечисленные преимущества сои возможно реализовать при наиболее благоприятном соотношении элементов минерального питания. Основным фактором, позволяющим оптимизировать условия выращивания являются удобрения. На данный момент перспективным минеральным соединением является Яра Вита марки Брасситрел – это уникальная водорастворимая

комбинация поликомпонентного агрохимического средства, которая содержит в своем составе широкий набор безусловно необходимых культуре элементов: бор, серу, молибден, марганец и магний [2, 3].

Цель исследования: установить влияние поликомпонентного агрохимического средства при проведении некорневой подкормки растений сои, и определить оптимальную его дозу максимально повышающую урожайность и улучшающую качество семян культуры.

Задачи исследования:

– проследить изменение агрономической эффективности в агроценозе сои при проведении некорневой подкормки растений различными дозами минерального удобрения Яра Вита марка: Брасситрел, содержащего микро- и мезоэлементы;

– установить влияние исследуемого удобрения на показатели качества: содержание протеина и масличности в зерне сои.

Материалы и методы. Опыт был проведен на Центральной экспериментальной базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК им. В.С. Пустовойта, расположенной в III агроклиматической зоне города Краснодар. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в почве определяли по методу Тюрина в модификации Симакова; pH – потенциометрически; гидролитическую кислотность – по методу Каппена; сумму поглощенных оснований – по методу Каппена-Гильковица, содержание подвижного фосфора в вытяжке по методу Чирикова фотоколориметрически по Дениже в модификации Труога-Мейера; обменного калия – в вытяжке по методу Чирикова пламеннофотометрически; марганца, меди и цинка – в вытяжке по методу Крупского и Александровой; бора – в водной вытяжке; молибдена – по методу Григга.

Химический анализ почвы имеет следующие показатели: кислотность почвы (pH_{kcl}) – 5,4 единиц pH; гидролитическая кислотность – 4,6 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 30,0 мг-экв/100 г почвы, содержание гумуса – 3,43 %, подвижного фосфора – 276 мг/кг, обменного калия – 272 мг/кг, подвижных форм бора – 0,39 мг/кг, марганца – 24,5 мг/кг, меди – 0,26 мг/кг, молибдена – 0,16 мг/кг, цинка – 3,3 мг/кг.

Химический состав поликомпонентного удобрения ЯраВита марка: Брасситрел: бор (B) – 8 %; молибден (Mo) – 0,4; магний (Mg) – 5; сера (S) – 11,5 %.

Схема опыта:

1. Контроль. Без удобрений.

2. ЯраВита марка: Брасситрел. Некорневая подкормка растений в фазе образования 4–6 настоящих листьев, расход поликомпонентного удобрения – 1,0 кг/га, расход рабочего раствора – 250 л/га.

3. ЯраВита марка: Брасситрел. Некорневая подкормка растений в фазе образования 4–6 настоящих листьев, расход поликомпонентного удобрения – 2,0 кг/га, расход рабочего раствора – 250 л/га.

4. ЯраВита марка: Брасситрел. Некорневая подкормка растений в фазе образования 4–6 настоящих листьев, расход поликомпонентного удобрения – 3,0 кг/га, расход рабочего раствора – 250 л/га.

Площадь опытной делянки – 50 м^2, площадь учетной делянки – 25 м^2, повторность в опыте четырехкратная.

В период вегетации сои были проведены фенологические наблюдения по следующим датам: посев – 17 мая; всходы – 26 мая; образование 2–3 тройчатых листьев – 26 мая; цветение – 28 июня; фаза образования бобов – 14 июля; полная спелость семян – 4 сентября.

Уборка сои проводилась прямым способом – селекционным комбайном «WINTERSTEIGER». После обмолота урожай с каждой делянки взвешивался, отбирались пробы семян для определения в них содержания влаги, масла и белка. Урожай приводили к 14 %-ной влажности и 100 %-ной чистоте семян. Экспериментальные данные, полученные в результате испытаний, оценивали методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований.

Результаты исследований по выявлению эффективности воздействия различных норм расхода минерального удобрения на урожайность культуры представлены на рисунке 1. При выращивании сои без удобрений получено 2,53 т/га. Изучавшее в опыте удобрение Яра Вита марка: Брасситрел позволило дополнительно получить от 0,10 до 0,24 т/га, что выше контроля на 4,0 и 9,4 %.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ СОРТА ТРИЗО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ, РАЗЛИЧНЫХ ПО СОДЕРЖАНИЮ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА

А.И. Семенова

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127434, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31А

Приведена эффективность применения азотных удобрений на дерново-подзолистых почвах с различным содержанием фосфора за 3 года опыта. Установлена закономерность между различными дозами азотных удобрений и урожайностью яровой пшеницы сорта Тризо.

Ключевые слова: эффективность применения удобрений, азотные удобрения, подвижный фосфор, вегетационные опыты, яровая пшеница.

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

Интенсивная химизация, проводимая в середине прошлого столетия, в рамках повышения плодородия почв позволила улучшить их фосфатный режим. В регионе проведения опыта, то есть в Московской области количество внесенных удобрений было гораздо выше, чем в иных регионах страны. Но в конце XX века применение удобрений значительно сократилось, снизив тем самым содержание подвижного фосфора в почве. В связи с этим, число почв с очень низким и низким содержанием P_2O_5 заметно возросло и уровень плодородия почв существенно снизился [1,2].

На текущий период доля земель, характеризующихся средним содержанием P_2O_5 в пахотных почвах Нечерноземной зоны составляет около 20 %, а с низкой и очень низкой степенью обеспеченности подвижным фосфором 46 %, тогда как для стабильного развития яровой пшеницы, особенно на начальных стадиях роста, крайне необходимо интенсивное фосфорное питание [3].

Яровая пшеница более чувствительна среди злаковых зерновых культур к содержанию элементов питания в почве. Азот играет значительную роль при выращивании пшеницы и является основным лимитирующим фактором, наряду с этим, также во многих случаях на его эффективность могут оказывать

влияние и другие факторы. Так зачастую яровая пшеница страдает от дефицита подвижного фосфора в почве, вследствие тенденции снижения обеспеченности пахотных почв подвижным фосфором в связи с недостаточным внесением удобрений [4].

Исследований, изучающих влияние содержания подвижного фосфора на эффективность применения азотных удобрений под яровую пшеницу, проводилось с современными сортами на дерново-подзолистых почвах крайне мало. В связи с этим, исследования по изучению влияния содержания подвижного фосфора в дерново-подзолистой почве являются актуальными.

Яровая пшеница является наиболее требовательной к плодородию почвы среди яровых зерновых культур, вследствие чего объектом исследования была выбрана мягкая яровая пшеница сорта Тризо немецкой селекции. Характеристика сорта: среднепоздний, среднерослый, имеет высокие кустистость, урожайность и хлебопекарные качества, также обладает высокой устойчивость к полеганию. Средняя урожайность зерна – 29,7 ц/га. Вегетационный период длится от 85 до 92 дней. Сорт ранее был районирован в Калининградской и Ленинградской областях.

Исследования в вегетационных сосудах проводились в 2021-2023 годах в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, в сосудах Митчерлиха, вмещающих по 5 кг сухой почвы.

Схема опыта состоит из пяти вариантов в нормальных условиях и четырех вариантов в условиях засухи, в четырех повторностях на трех образцах почвы, различающихся по содержанию фосфора. Условия засухи создавались искусственно в 5-6 фазе органогенеза с целью изучения влияния Si на устойчивость растений яровой пшеницы к засухе. В дальнейшем водный режим растений был восстановлен (табл. 1).

Таблица 1. Схема вегетационного опыта

№	Вариант	Условия вегетации
1	0 – контроль	Нормальные условия
2	N50	
3	N150	
4	N150+Si	
5	N250	
6	0 – контроль	Засуха
7	N150	
8	0+Si – контроль	
9	N150+Si	

Для опыта отбирали дерново-подзолистую тяжелосуглинистую почву с Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии (ЦОС ВНИИ агрохимии) им. Д.Н. Прянишникова. Почву взята с полевых опытов, в частности, с делянок, отличающихся по содержанию подвижных форм фосфора. В качестве азотного удобрения была использована аммиачная селитра.

Агрохимическая характеристика: величину pH солевой вытяжки определяли по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85), величину гидролитической кислотности по методу Каппена (ГОСТ 26212-91), сумму поглощенных оснований по методу Каппена (ГОСТ 27821-88), содержание подвижного фосфора и обменного калия по методу Кирсанова (ГОСТ Р 54650-2011) (табл. 2).

Таблица 2. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы (средние данные за 2021-2023 г.)

Показатели	Почва 1	Почва 2	Почва 3
pH_{KCl}, ед	4,64	4,60	5,43
$H_г$, мг-экв/100 г	2,39	2,35	1,44
P_2O_5, мг/кг	43	69	172
K_2O, мг/кг	186	183	294
S, мг-экв/100 г	11,63	10,97	13,20
T, мг-экв/100 г	14,02	13,26	14,64
V, %	83	82	90

Результаты опыта свидетельствуют о том, что эффективность азотных удобрений заметно различались по годам исследования.

В 2021 году наибольшая масса зерна была получена в варианте N250 в нормальных условиях, а наименьшая при внесении N150 в условиях засухи на почве с высокой обеспеченностью фосфором.

В 2022 году наиболее высокий сбор зерна был на варианте N250 в нормальных условиях, а наименьший на контрольном варианте в условиях засухи на почве с низкой обеспеченностью фосфором.

В 2023 году наибольший урожай зерна собрали при внесении N250 в нормальных условиях на почве со средней обеспеченностью фосфором, а наименьший на контроле в условиях засухи на почве с высокой обеспеченностью фосфором (рис. 1).

Наряду с этим, в течение всех трех лет исследований четко прослеживалось влияние содержания подвижного фосфора в почве на эффективность применения азотных удобрений под яровую пшеницу, несмотря на различие погодных условий в вегетационный период.

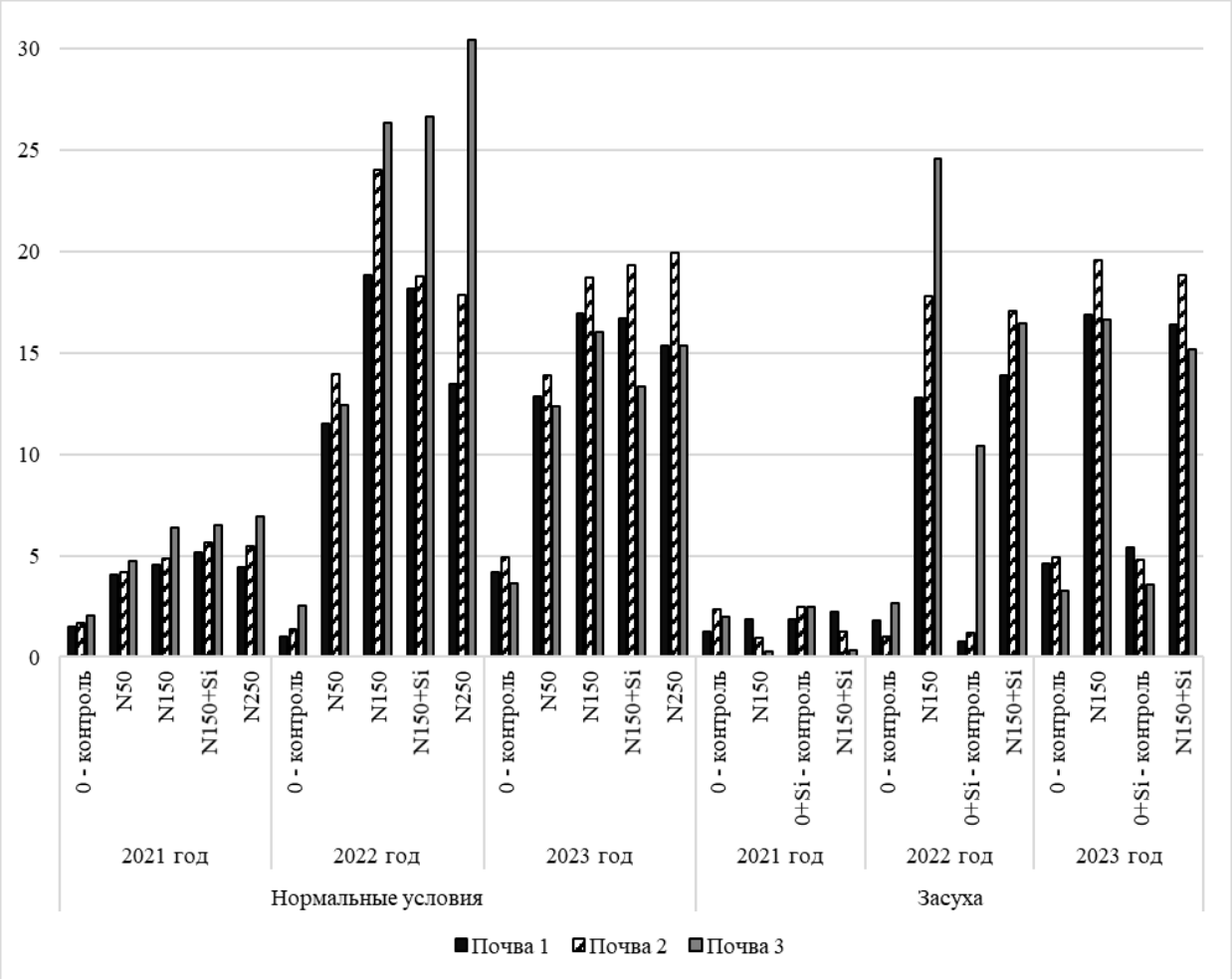


Рис. 1. Урожайность яровой пшеницы сорта Тризо (зерно) в вегетационном опыте, г

В 2021-2022 годах заметны различия в урожайных данных в зависимости от содержания подвижного фосфора в почве, с увеличением его содержания закономерно увеличивалась и урожайность. Заметны значительные различия между урожайными данными 2021 и 2022 годов. Это связано с различающимися погодными условиями в эти годы (более высокие температуры воздуха и меньшее количество осадков в 2022 году).

Однако в 2023 году урожайные данные не сохраняют данную закономерность. Связать такие результаты можно с низким количеством осадков в месяце посева – мае. По сравнению с предыдущими годами количество осадков было в 2-3 раза ниже.

При нормальных условиях увлажнения в 2021-2023 годах сбор зерна увеличивался по мере возрастания степени обеспеченности почвы подвижным фосфором и внесения N150 г/сосуд, кроме почвы с высоким содержанием подвижного фосфора в 2023 году, что, вероятно тоже связано с осадками.

В 2021 и 2023 годах в условиях засухи резко снизилась эффективность азотных удобрений, однако в 2022 году четко прослеживается их значительное влияние на урожайность.

Исходя из представленных данных, можно сделать вывод о значительном влиянии применения азотных удобрений под яровую пшеницу на увеличение ее урожая. Их внесение наиболее эффективно на почвах с высокой обеспеченностью фосфором. Также оказывают значительное влияние на урожайность температура и влажность воздуха в вегетационный период.

Литература:

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.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ТРИТИТРИГИИ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Д. Аленичева, О.А. Щуклина

ФБГУН Главный ботанический сад им Н.В. Цицина РАН
127276 г. Москва, Ботаническая ул., дом 4

Представлены результаты полевого опыта по изучению влияния доз азотных подкормок на урожайность трититригии. В результате исследования было выявлено положительное влияние аммиачной селитры на высоту растений, а также накопление зеленой и сухой массы. Сорт трититригии Памяти Любимовой и линия 4044 при выращивании в Московской области показали высокую отзывчивость при внесении различных доз азотных удобрений.

Ключевые слова: трититригия, азотные удобрения, продуктивность, аммиачная селитра, карбамид.

Введение. Одной из главных задач, поставленных перед современным сельским хозяйством, является увеличение производства растениеводческой продукции. В первую очередь, необходимо повысить урожайность сельскохозяйственных культур [1,5,6]. В настоящее время, для достижения этой цели, широко применяются минеральные удобрения и внедряются новые высокопродуктивные культуры и сорта в севообороты [3-4].

Одним из примеров таких новых культур является трититригия (×*Trititrigia cziczinii* Tzvel.). Это сельскохозяйственная культура, созданная путем скрещивания пшеницы с пыреем при последующих межгибридных скрещиваниях и соответствующих отборах. Уникальность трититригии заключается в ее адаптивности, неприхотливости, устойчивости к некоторым заболеваниям, способности регенерировать после каждого укоса или уборки на зерно, а также в повышенном качестве зерна.

Азот – один из важнейших элементов питания растений. Он регулирует рост вегетативной массы, влияет на формирование урожая и повышает содержание белка в зерне [2-3]. В связи с этим, стоит обратить внимание на вопрос о внесении азотных удобрений, так как их применение является одним из эффективных приемов для достижения высокой урожайности.

Целью нашего исследования было изучение влияния различных доз азотных удобрений на урожайность зеленой массы сортообразцов трититригии в условиях Московской области.

Методика исследования. Исследования по изучению влияния азотных подкормок на продуктивность трититригии проводились на опытном поле ФГБУН Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН в отделе отдаленной гибридизации находящимся в Истринском районе Московской области на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве средней окультуренности. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: pH_{KCl} – 5,9-6,1, содержание P_2O_5 – 150 мг/кг K_2O – 11мг/кг сухой почвы, гумуса – 1,8-2,0%.

Почва опытного участка в зависимости от года была близка к нейтральной, что является типичным для почв Истринского района. Отмечено высокое (V) содержание подвижного фосфора в почве, а калия – III класс.

Материалом для исследований послужили трититригия сорта Памяти Любимовой и линия 4044. Образцы получены в отделе отдаленной гибридизации ГБС РАН в разные годы.

Удобрения вносились в виде подкормок аммиачной селитрой. Схема опыта включала в себя внесение удобрений по всходам с шагом от 30 до 90 кг д.в/га. Опыт проводился в 4-х кратной повторности. Площадь учетной делянки 15 м^2.

В дальнейшем все наблюдения и учеты проводились внутри этих делянок в соответствии с общепринятыми методиками.

Результаты исследований. Высота растений, в первую очередь, характеризуется увеличением линейных размеров вегетативных и генеративных частей стебля. Высота растений включает: количество узлов и междоузлий на стебле, суммарный размер всех междоузлий, включая и длину колоса. Элементы технологии, предшественники, применяемые удобрения, а также климатические условия оказывают существенное влияние на рост и развитие растений.

Азот в большей степени оказывает влияние на рост вегетативной массы, а, следовательно, и на высоту растений [2]. В данном исследовании на сорте трититригии Памяти Любимовой и линии 4044 была отмечена высокая отзывчивость на внесение азотных удобрений. Вместе с тем, с повышением дозы азота пропорционально росла и высота растений. Самая большая высота растений была зафиксирована на сорте Памяти Любимовой 118 см при внесении дозы азота – 90кг/га в фазе молочной спелости (рис. 1).

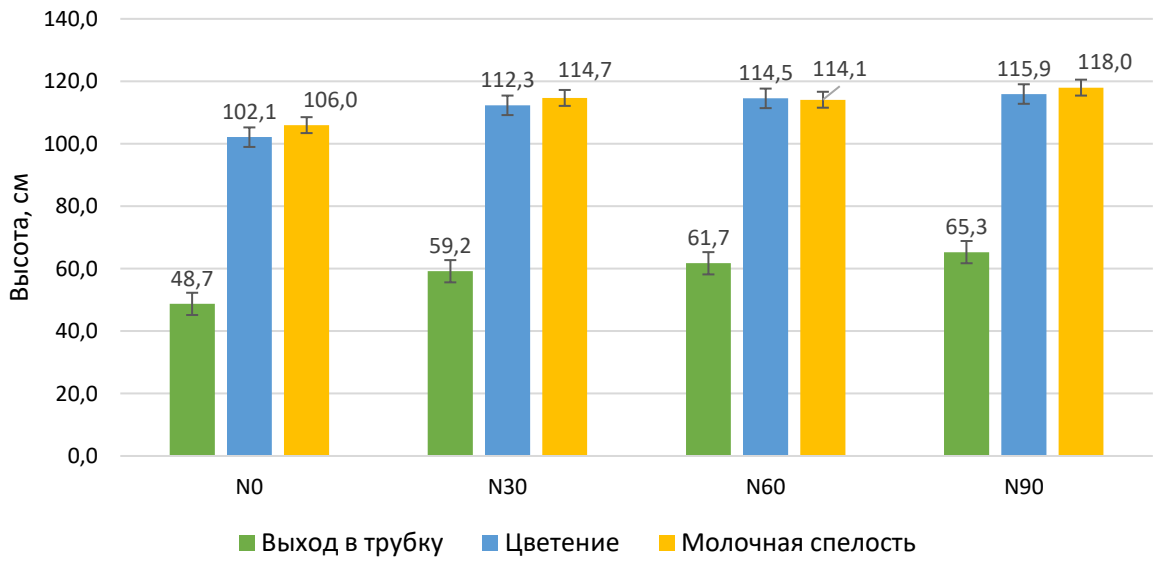


Рис. 1. Высота растений трититригии сорта Памяти Любимовой в различные фазы вегетации, см

Наблюдение динамики изменения высоты яровой тритикале сорта Памяти Любимовой показало следующее: максимальная высота растений в фазе

выхода в трубку было на варианте N_{90} – 65,3 см, что на 16,6 см больше контроля. В целом, наблюдалась тенденция увеличения средней высоты растений в зависимости от дозы азотных подкормок. Максимальная высота в фазе цветения наблюдалась на варианте N_{90} – 115,9 разница по сравнению с контролем 13,8 см. Максимальная высота растений была отмечена в молочную спелость на варианте N_{90} – 118 см (рис. 1).

Трититригия линии 4044 отличается от сорта Памяти Любимовой тем, что этот образец не показал существенного различия между дозой N_{30} и N_{60} В фазе выхода в трубку максимальная высота растений трититригии 61,3 см, была отмечена на варианте N_{30} что на 10,3 см выше, в сравнении с контролем. Наблюдения за длиной растений трититригии линии 4044 в фазу цветения не выявили особо весомых колебаний. Максимальная высота в фазе молочной спелости была отмечена на варианте N_{90} и составила 117,6 см (рис. 2).

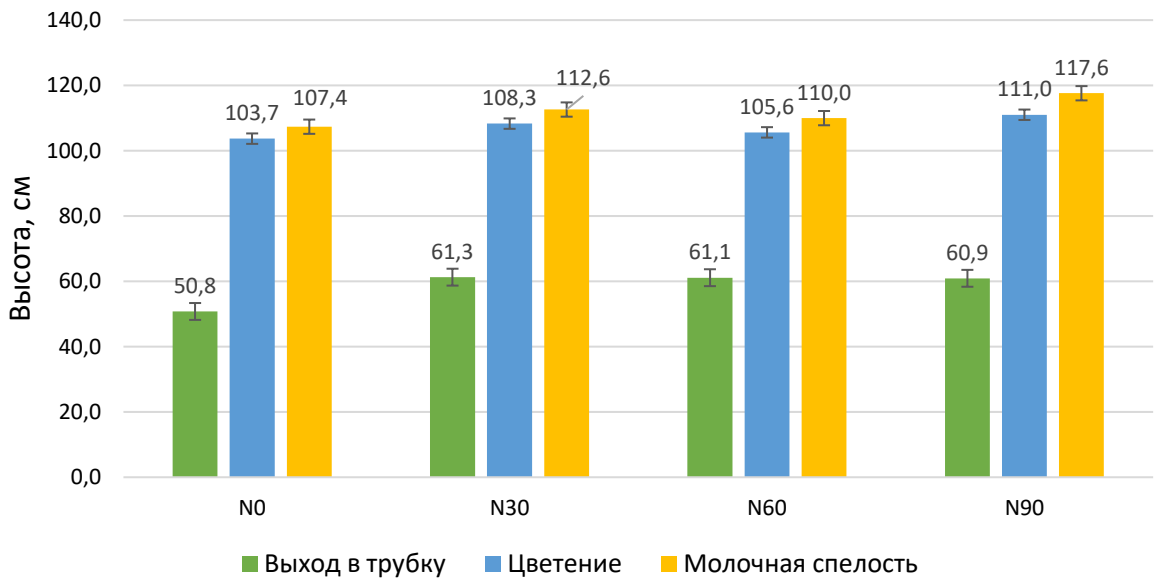


Рис. 2. Высота растений трититригии линии 4044
в различные фазы вегетации, см

В результате многолетних исследований в ГБС РАН было установлено, что использовать возможности трититригии в производственных условиях можно не только для выращивания на зерно, но и выращивание на зелёный корм [4].

В проведенных исследованиях азотные удобрения начиная положительно отразились на накоплении зеленой массы на обоих сортах трититригии. Также на контроле и при внесении, к фазе молочной спелости растения значительно снизили массу по сравнению с массой отмеченной в фазу цветения.

Максимальная зеленая масса в фазу цветения была отмечена на варианте с внесением удобрения дозой 90 кг д.в/га – 51,4 т/га на сорте Памяти Любимовой и 48,9 т/га на сортообразце 4044. Максимальным показателем в фазу молочной спелости был вариант N90 – 46,6 т/га, что достоверно превышает контрольный вариант. Наибольший показатель накопления зеленой массы в период молочной спелости у линии 4044 в дозе азота N90 – 37,4 т/га.

При изучении динамики накопления сухого вещества в растениях трититригии сорта Памяти Любимовой, было отмечено, что наибольшая масса сухого вещества в фазу цветения была отмечена при внесении азотного удобрения в дозе 90 кг д.в/га – 8,7 т/га. В фазу молочной спелости наибольшая масса сухого вещества была отмечена на том же варианте, что и в фазу цветения N90 – 40,46 т/га.

Прибавка урожайности сухой массы линии 4044 от применения азотных удобрений в фазу выхода в трубку были статистически недостоверными на всех вариантах опыта. Значительная прибавка урожайности сухой массы наблюдалась, начиная с фазы цветения. Однако, присутствовала незначительная прибавка накопления сухой массы от цветения к фазе молочной спелости. Максимальную урожайность в фазу молочной спелости показали варианты N90, с показателями 8,84 т/га.

Выводы. Для получения высокой продуктивности растений требуются высокие дозы удобрений. Лучшие результаты при анализе высоты на сорте Памяти Любимовой показала доза азота 90 кг д.в/га – 118 см, как и на линии 4044 – 117,6 см. Максимальное накопление зеленой массы в фазе цветения у сорта Памяти Любимовой – 51,4 т/га, у линии 4044 – 48,9 т/га. На накопление сухой массы наибольший результат показали на сорте Памяти Любимовой в фазу молочной спелости на варианте 90 кг д.в/га – 10,46 т/га, а на трититригии линии 4044 в фазе цветения на том же варианте – 48,9 т/га.

В результате проведенного эксперимента было установлено, что применение удобрений способствует повышению ряда признаков растения, однако обеспечивает его полноценным питанием, для реализации его потенциальной продуктивности.

Литература:

1. Аленичева А.Д. Памяти Любимовой – первый сорт новой зерновой культуры (×Trititrigia cziczinii Tzvelev) / А.Д. Аленичева, С.В. Завгородний, Л.П. Иванова [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 97. – С. 23-26.

2. Аленичева, А.Д. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность новых сортов яровой тритикале (×Triticosecale Wittm.) / А.Д. Аленичева, О.А. Щуклина, В.Е. Квитко [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 6(54).

3. Аленичева, А.Д. Эффективность внесения различных доз азотного удобрения на яровой тритикале в условиях Московской области / А.Д. Аленичева, О.А. Щуклина // Российская сельскохозяйственная наука. – 2023. – № 3. – С. 55-58.

4. Завгородний С.В. Морфобиологические и хозяйственно ценные особенности образцов из современной коллекции трититригии (xTrititrigia cziczinii Tzvel.) ГБС РАН / Иванова Л.П., Аленичева А.Д., Щуклина О.А [и др.] // Овощи России. – 2022. – № 2. – С. 10-14.

5. Иванова Л.П. Перспективы использования новой сельскохозяйственной культуры трититригии (×Trititrigia cziczinii Tsvelev) в кормопроизводстве / Щуклина О.А., Ворончихина И.Н., Ворончихин В.В., [и др.] // Кормопроизводство. – 2020. – № 10. – С. 13-16.

6. Иванова Л.П. Сравнительная оценка образцов октоплоидной многоукосной кормовой культуры (×Trititrigia cziczinii Tsvelev) в контрольном питомнике / Кузнецова Н.Л., Ермоленко О.И., Клименкова И.Н. [и др.] // Аграрная Россия. – 2021. – № 4. – С. 10-14.

7. Квитко, В. Е. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность посевов озимых пшенично-пырейных гибридов и трититригии в условиях Московской области / В.Е. Квитко, О.А. Щуклина, А.Д. Аленичева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 105. – С. 198-202.

УДК 631.874:551.50

ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПИТАНИЯ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО ПОД ВЛИЯНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

О.В. Илюшкина

ФГБУН «НИИСХ Крыма»
295043, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150

Представлены данные по изучению влияния микробиологических препаратов и фосфорных удобрений на формирование величины и качества зеленой массы козлятника восточного. Отображены данные оптимального содержания основных элементов питания в почве и растениях.

Ключевые слова: козлятник восточный, почва, удобрения, ризоторфин, ризоагрин.

Введение. Козлятник восточный (Galega orientalis lam.), происходит от греческого слова «гала-молоко», «алеин-действовать) – вид многолетней бобовой культуры семейства (Fabacea), рода (Galega L.). На территории Российской федерации известен под различными названиями: рутевка, галега, козья рута, козлятник, солодянка лесная [1]. Козлятник восточный имеет южное происхождение, в диком виде является представителем флоры Кавказа [2]. Однако козлятник лекарственный известен достаточно давно, в 1600 г. в Германии делали попытки по введению его в культуру. На территории России первые описания как кормовой культуры пришлись на конец XIX века. Так, например, в публикации под названием «Записки Императорского общества сельского хозяйства южной России» (Н.К. Васильев, 1899 г.) упоминается о том, что козлятник восточный заслуживает «пробы» как кормовое растение. Первые работы на территории СССР начинают проводить в 1926 г., а системные научные исследования отображаются в работах таких ученых как Ю.А. Тупикова-Фрейман (1926-31 гг.), А.А. Хребтов (1931 г.), С.Н. Симонов (1938 г.) [3. 4, 5]. Многочисленные исследования выявили высокое кормовое достоинство данной культуры, и в результате ареал роста козлятника восточного расширился. В 1988 г. принят к районированию первый сорт козлятника восточного «Гале» выведенный Эстонским НИИ земледелия и мелиорации, под

руководством доктора сельскохозяйственных наук Х.А. Райга. Многолетние опыты второй половины XX-XXI в. целого ряда ведущих научных учреждений позволили выявить пластичность данной культуры к условиям произрастания, установили, что козлятник восточный может с успехом возделываться в Центральной-Черноземной зоне, Среднем Поволжье, Сибири, на Урале, Сахалине, Камчатке и других регионах [2].

На 01.01.2023 г. согласно государственному реестру селекционных достижений, на территории России допущено к возделыванию 17 сортов козлятника восточного: ВЕСТ, ВНИИОК 1, Гале, Горноалтайский 87, Еля-ты, Заполярный, Златогор, Казбек, Кривич, Лидер, Магистр, Надежда, Талисман, Фианит, Тюменский, Юбиляр, Ялгинский – данные сорта могут возделываться во всех регионах страны [6].

Первые опыты по возделыванию козлятника восточного на территории нечерноземной зоны Омской области были заложены в 1990 г. доктором сельскохозяйственных наук В.П. Казанцевым на научных полях отдела северного земледелия Омского АНЦ. По результатам проводимых первых научных исследований с 1990-2012 гг. было выявлено, что галега восточная является прекрасным дополнением к высокоурожайным бобово-злаковым травосмесям. Так же было установлено, что даже в годы с засушливыми условиями, когда наблюдался недостаток влаги в почве, козлятник не снижал своей продуктивности и давал два полноценных укоса, за безморозный вегетационный период протяженностью 98-105 дней [6].

Первые производственные посевы на территории Тарского района Омской области были заложены еще в 1989 г. в ООО «Ложниковское», данные посевы сохранились и до 2023 года. По данным годовых агрономических отчетов (2020-2022 г.) в нечерноземной полосе Омской области козлятник восточный возделывается на площади 1694 га, наибольшие посевные площади 965 га отмечены в подтаежной зоне (Тарский и Знаменский районы соответственно 865 и 100 га), несколько меньше 699 га в северной лесостепной зоне (Крутинский, Большереченский и Муромцевский районы соответственно – 344, 255 и 100 га).

Как показывают многочисленные производственные и научные исследования козлятник достаточно неприхотлив к месту произрастания и может с успехом возделываться как на бедных по питательному составу дерново-подзолистых почвах, так и на черноземах. Однако величина получаемого урожая и его качество напрямую зависят от содержания в почвах элементов питания [8].

Учитывая интенсивность использования травостоя козлятника восточного, которая складывается из неоднократного отчуждения зеленой массы, долголетия и обильных урожаев культура предъявляет повышенные требования к содержанию элементов питания и высоким их выносом из почвы. С целью решения данной проблемы с 2013-2017 гг. проводились исследования по изучению влияния на козлятник восточный минеральных удобрений и биологических препаратов на основе ассоциативных азотфиксирующих бактерий на серой лесной почве в условиях нечерноземной зоны Омской области. Семена козлятника восточного перед посевом обрабатывались такими биологическими удобрениями как: ризоторфин штамм 691 и ризоагрин, из расчета 0,6 кг на гектарную норму высева семян. Ризоторфин относится к биопрепаратам, предназначенным для обработки семян бобовых культур, в основу входят клубеньковые бактерии Rhisobium lam. Биологическое удобрение представлено сухой препаративной формой, предназначено для образования симбиотических азотфиксирующих бактерий [8].

Ризоагрин – препарат разработан для обработки не бобовых культур. Основой ризоагрина является природный отселектированный штамм "дружественных" зерновым хлебам бактерий вида Agrobacterium radiobacter, которые, заселяют прикорневую зону растений (ризосферу) и поверхность корней зерновых культур. Ризоагрин представляет собой порошкообразный субстрат влажностью 60% с прилипателем. В одном грамме препарата содержится 2-4 млрд. бактерий, посторонняя микрофлора отсутствует [8].

Результаты исследований и их обсуждение. С целью расчета доз вносимых минеральных удобрений перед посевом проводился отбор почвенных образцов с делянок. В результате установлено, что на серых лесных почвах, при содержании P_2O_5 – 91 мг/кг и K_2O – 75 мг/кг, для получения планируемой урожайности зеленой массы козлятника восточного 150 ц/га, требуется дополнительно внести фосфорные удобрения из расчета 120 кг д.в./га, во внесении калийных удобрений растения не нуждаются. Так как культура бобовая было решено стартовую дозу азотных удобрений не применять, а использовать естественный уровень содержания азота и калия в почве. Вносимые дозы фосфорных удобрений так же позволят определить содержание его в зеленой массе, так как именно на севере Омской области получаемые корма, отстают по содержанию фосфора. Схема опытов представлена в таблице 2.

Метеорологические условия в годы проведения исследований складывались неодинаково. Среднесуточная температура воздуха в 2013-2016 гг. за вегетационный период изменялась от 12,8 до 20,2ºС, при среднем многолетнем

показателе 13,7ºС. Осадков выпало (мм) за период май – сентябрь, в 2013 году – 316,2, в 2014 году – 217,9, в 2015 году – 353,2, в 2016 году – 273,4 при среднем показателе 272,0 (табл. 1).

Таблица 1. Метеорологические условия вегетационного периода за 2013-2016 гг.

Показатели по месяцам	Среднесуточная температура, ˚С					Осадки, мм				
	Средне много-летняя	2013	2014	2015	2016	Средне много-летние	2013	2014	2015	2016
май	9,7	7,9	13,2	15,9	14,6	39,0	85,0	42,1	41,9	44,0
июнь	16,1	12,9	13,9	22,4	21,7	61,0	35,6	52,9	59,0	69,2
июль	18,6	18,4	19,4	20,1	22,8	71,4	84,3	43,2	86,0	48,5
август	14,9	15,9	15,9	16,0	23,7	59,0	83,3	48,7	137,8	71,9
сентябрь	9,4	9,0	11,1	10,6	18,2	43,0	28,0	31,0	28,5	39,8
май-сентябрь	13,7	12,8	14,7	17,0	20,2	272	316,2	217,9	353,2	273,4

Сложившиеся неоднозначные метеорологические условия вегетационных периодов в разные годы позволили получить неплохие урожаи козлятника восточного. Как в засушливых условиях 2014 года, так и в переувлажненные 2013, 2015 гг. (табл. 2).

Таблица 2. Влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на урожайность зелёной массы козлятника восточного в первый год жизни (2013-2017 гг.)

Вариант опыта	Урожайность т/га									Сумма укосов зел. массы т/га	Прибавка	
	2013	2014 1-ый укос	2014 2-ой укос	2015 1-ый укос	2015 2-ой укос	2016 1-ый укос	2016 2-ой укос	2017 1-ый укос	2017 2-ой укос		т/га	%
Контроль	6,9	12,8	8,3	15,2	11,3	16,0	12,5	16,5	14,5	114	-	-
P_{120}	10,8	14,4	9,8	19,1	16,1	17,5	16,5	17,2	17,0	138,4	24,4	21,4
Р(а)	11,8	15,3	10,6	16,3	12,3	18,2	14,6	18,2	17,3	134,6	20,6	18,1
Р(т)	9,8	15,3	10,8	17,1	14,1	19,4	18,2	19,6	18,3	142,6	28,6	25,1
Р(т) + P_{120}	14,8	14,3	9,9	18,4	15,4	18,3	17,3	20,1	19,5	148,0	34,0	29,8
Р(а)+ P_{120}	11,8	16	11,7	19,5	15,1	21,6	19,5	21,7	19,8	156,7	42,7	37,5
*Р(а)+Р(т)+P_{120}	14,5	18,1	13,9	20,1	17,3	22,3	20,3	25,4	22,0	173,9	59,9	52,5
$НСР_{05}$	0,50	0,52	0,54	0,55	0,56	0,51	0,56	0,50	0,53	4,77	-	-

*Ризоагрин+ризоторфин+суперфосфат двойной в дозе 120 кг/га

Результаты исследования показали, что урожайность козлятника восточного зависит от внесенных удобрений в почву, возраста культуры и погодных

условий. Максимальная урожайность козлятника восточного (173,5 т/га) в сумме за три года 2013-2017 гг., была получена при обработке семян перед посевом ризоторфином и ризоагрином с дополнительным внесением двойного суперфосфата в дозе 120 кг д.в/га. При этом была получена наивысшая прибавка 52,5% по сравнению с контрольным вариантом.

По другим вариантам внесенные удобрения так же обеспечили прирост урожая козлятника восточного, по сравнению с контролем. Сумма прибавок урожая зеленой массы козлятника восточного изменялась от 20,6 до 59,9 т биомассы с 1 га. Сопоставляя урожайные данные за четыре года, следует отметить их резкие отличия: 2014 году урожайность козлятника восточного была выше по сравнению с урожаем 2013 года. Это объясняется тем, что в первый год посева растения развивались медленно в результате чего, был получен один укос. Во второй год жизни (в 2014 г.) растения хорошо укоренились и благополучно перезимовали, что сразу сказалось на формировании более высокого урожая по сравнению с первым годом жизни. На второй и третий год жизни пользования была получена самая высокая урожайность за два укоса. В 2017 году была получена максимальная урожайность по сравнению с другими годами, как в первом, так и во втором укосах.

Микробиологическая активность, миграция и аккумуляция питательных веществ в почве определяются в значительной степени реакцией почвенного раствора. Реакцию почвенного раствора необходимо учитывать при возделывании сельскохозяйственных культур, так как для большинства растений наиболее благоприятная pH находится в диапозоне от слабокислого до нейтрального значения [9].

Реакция почвенного раствора в вариантах проводимых исследований имела показатель слабокислого значения pH=5,5 (согласно градации 5,1-5,5 – слабокислое значение). Содержание нитратного азота в слое 0-40 см по вариантам опыта изменялось от 9,1 до 14,8 мг/кг в среднем за 2013-17 гг. В контрольном варианте отмечается низкое содержание $N\text{-}NO_3$ (в слое 0-40 см согласно градации 5-10 мг/кг – низкое содержание), так же низкое содержание отмечено в варианте с применением фосфорных удобрений. В остальных вариантах содержание $N\text{-}NO_3$ располагается в диапазоне среднего значения (10-15 мг/кг – среднее содержание).

Таблица 3. Агрохимический анализ почвы, средние данные за 2013-2017 гг.

Вариант опыта	Сумма урожаев зел. массы, т/га	Прибавка		pH	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
		т/га	%		мг/кг		
Контроль	114,0	-	-	5,5	9,1	91,0	78,5
P_{120}	138,4	24,4	21,4	5,5	9,7	101,0	82,0
Р(а)	134,6	20,6	18,1	5,5	11,8	99,0	79,2
Р(т)	142,6	28,6	25,1	5,5	12,7	94,0	78,8
Р(т) + P_{120}	148,0	34,0	29,8	5,5	13,5	104,0	76,2
Р(а)+ P_{120}	156,7	42,7	37,5	5,5	13,7	102,0	77,1
*Р(а)+Р(т)+P_{120}	173,9	59,9	52,5	5,5	14,8	115,0	81,4
Среднее по опыту:	4,77($НСР_{05}$)	-	-	5,5	12,3	100,9	79,0

Содержание подвижных фосфора и калия определялось по методике Кирсанова. Согласно полученным данным содержание подвижного фосфора во всех исследуемых вариантах находилось в диапазоне среднего значения (согласно градации 51-100 мг/кг – среднее содержание). Обменные калий в пяти вариантах из семи находился в диапазоне низкого содержания (41-80 мг/кг – низкое, 81-120 мг/кг – среднее содержания по методике Кирсанова). Во втором и седьмом вариантах наблюдалось незначительное увеличение содержания калия до уровня среднего значения так в варианте при внесении P_{120} содержание K_2O составило 82 мг/кг, а в варианте при внесении Р(а)+Р(т)+P_{120} значение K_2O = 81,4 мг/кг. Таким образом, максимальная урожайность зеленой массы козлятника восточного была получена за счет содержания в почве pH = 7,5, $N\text{-}NO_3$ = 115,0 мг/кг, P_2O_5 = 115,0 мг/кг и K_2O = 81,4 мг/кг. Более низкие значения содержания элементов питания в серой лесной почве позволили сформировать урожайность зеленой массы в сумме за 5 лет исследований равную 114 т/га или в среднем за пять лет около 22,8 т/га. Данные значения содержания в почве элементов питания оказали так же влияние не только на величину полученного урожая, но и на качество продукции (табл. 4).

При анализе данных по изучению внесения различных видов удобрений установлено, что испытуемые варианты по сравнению с контролем давали достоверную прибавку на питательность полученной продукции в виде зеленой массы. Самые высокие показатели по содержанию питательных веществ в корме были получены в седьмом варианте при одновременном внесении ризоторфина+ризоагрина с фосфорными минеральными удобрениями. В принципе полученная зеленая масса козлятника восточного характеризуется хорошими показателями по содержанию кальция, фосфора, калия, протеина и кормовых единиц. Содержание фосфора изменяется от 0,9-1,4% (норма 1,5-3,5%), калия содержится от 2,47 до 2,71% (норма 0,9-1,65%), кальция содержится 1,41-1,69%

(норма 0,6-1,2%). Отсюда можно сказать, что содержание фосфора в полученной зеленой массе недостаточное, но при внесении фосфорных удобрений в сочетании с биологическими препаратами в седьмом варианте содержание фосфора в абсолютно-сухом веществе приближается к норме и составило 1,4%.

Таблица 4. Биохимический анализ растительных образцов, ср. 2013-17 гг.

Вариант	Содержится в абс.-сух. в-ве, %						Перев. протеин, г/кг	Обм. эн. мДж	К.ед. в 1 кг
	Р	К	Са	про-теин	кл-ка	зола			
Контроль	0,9	2,47	1,41	17,2	18,9	6,3	65,0	10,5	0,98
P_{120}	1,1	2,58	1,57	19,2	20,3	7,6	75,0	11,3	1,03
Р(а)	1,1	2,60	1,41	20,0	21,0	6,7	79,0	11,2	1,01
Р(т)	1,3	2,62	1,43	20,3	21,4	6,1	81,0	11,1	1,00
Р(т) + P_{120}	1,2	2,67	1,45	20,7	21,9	7,5	82,0	11,0	1,05
Р(а)+ P_{120}	1,2	2,68	1,60	20,2	22,2	7,4	80,0	11,0	1,04
*Р(а)+Р(т)+P_{120}	1,4	2,71	1,69	21,9	21,6	8,3	83,0	11,1	1,07
$НСР_{05}$	0,19	0,05	0,06	0,12	0,10	0,17	0,15	0,05	0,04

Выводы. 1. Изучение влияния биопрепаратов по отдельности и в сочетании с минеральными удобрениями показало, что наибольшая урожайность зелёной массы козлятника восточного в сумме за 2013-17 гг. отмечена в варианте комплексного внесения удобрений ризоагрин+ризоторфин+P_{120} – составила 173,9 т/га, а наименьшая в контрольном варианте, где сумма урожаев равна 114,0 т/га;

2. С учетом статистической обработки полученных данных в результате научных исследований на серой лесной почве при содержании в слое 0-30 см $N\text{-}NO_3$ – 14,8 мг/кг, P_2O_5 – 115,0 мг/кг, K_2O – 81,4 мг/кг установлен оптимальный способ улучшения содержания основных питательных веществ на основе одновременного внесения ризоторфина+ризоагрина+P_{120}.

3. Совместное внесение биологических препаратов с суперфосфатом позволило не только по влиять на величину получаемой продукции, но и на ее качество, что подтверждается полученной достоверной прибавкой, а также самым высоким выходом кормовых единиц равной 1,07 кг.

Литература:

1. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., Жеруков Б.Х. и др. Растениеводство. Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. Заведений. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др.; Под ред. Г.С. Посыпанова – М.: Колос, 2007. – 612 с.

2. Морозова, И.М. Особенности морфологии и полиморфизма галеги восточной: монография / И.М. Морозова. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2022. – 105 с.

3. Тупикова-Фрейман А.Ю. Новые кормовые растения / А.Ю. Тупикова-Фрейман // Семеноводство. – 1931. – №8. – С.10.

4. Хребтов, А.А. Новое кормовое растение – козлятник восточный (Galega orientalis Lam.) А.А. Хребтов // Социалистическое растениеводство. – 1933. – № 9. – С. 157–161.

5. Симонов, С.Н. Галега восточная – новая кормовая культура / С.Н. Симонов. – М., 1938. – 67 с.

6. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 631 с.

7. Казанцев В.П. Продуктивность многолетних бобовых трав при сенокосном использовании в нечернозёмной полосе Западной Сибири / В.П. Казанцев // Вестник ОмГАУ. – 2012. – № 1. – С. 158-161.

8. Христич В.В. Особенности возделывания и использования козлятника восточного в Южной лесостепи Омской области: Дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.09 / В.В. Христич. – Омск, 2002. – 191 с.

9. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И.; под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Колос, 2002 – 584 с.

КАЧЕСТВО ПАСТБИЩНОГО КОРМА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВОСТОЕВ

К.Н. Привалова, Е.Г. Седова

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
141055, Россия, г. Лобня Московской области,
Научный городок, корпус 1, vniikormov@mail.ru

Дана оценка качества пастбищного корма при использовании краткосрочных и долголетних травостоев разного состава. Экспериментально обоснована возможность получения корма с высокой протеиновой и энергетической питательностью при долголетнем (25 лет) сроке использования пастбищ.

Ключевые слова: пастбище, состав и срок использования травостоев, качество корма.

Для решения задач, изложенных в Доктрине по обеспечению продовольственной безопасности РФ, большое значение имеет повышение эффективности животноводства на основе усовершенствованных систем кормопроизводства [1,2].

В современных условиях социально-экономического развития страны при ограниченности средств и материальных ресурсов, диспаритете цен на средства производства и продукцию определяющими условиями создания прочной кормовой базы для животноводства является максимальное использование возобновляемых биологических факторов и природных ресурсов [3].

Важным фактором, определяющим эффективность отрасли животноводства, в том числе молочного, является питательность используемых кормов и их качественный статус [4].

В луговом кормопроизводстве одним из аспектов реализации многостороннего фактора биологизации является получение высококачественного пастбищного корма на краткосрочных и долголетних (до 20 и более лет) травостоях при использовании потенциала биологического азота и способности многолетних трав к самовозобновлению [5,6]. Для оценки качества корма при использовании разновозрастных злаковых и бобово-злаковых травостоев выполнены 13-ти летние исследования на Центральной базе ВНИИ кормов (ныне ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»). Опыт заложен на культурном пастбище с типичной для Центрального района Нечерноземной зоны дерново-подзолистой среднесуглинистой, слабокислой ($pH_{сол.}$ 5,8 после известкования) почвой с содержанием в слое 0-20 см 2,08 % гумуса, 92 мг/кг P_2O_5 и 72 мг/кг K_2O.

Цель исследований – изучить качество бобово-злаковых и злаковых травостоев 1-13, 7-19 и 13-25 гг. жизни, созданных в схеме одного опыта в результате 4-х кратного перезалужения и используемых в одни и те же календарные годы. Для создания бобово-злаковых травостоев высевали травосмесь в составе: клевер луговой Тетраплоидный ВИК (10 кг/га), клевер ползучий Юбилейный (3 кг), тимофеевка луговая ВИК 9 (6 кг), овсяница луговая ВИК 5 (12 кг), для создания злаковых травостоев в указанную травосмесь добавляли ежу сборную ВИК 61 (6 кг). Опыт двухфакторный, первый фактор – возраст травостоев (год жизни), второй – тип травостоя (бобово-злаковый, злаковый). Бобово-злаковые травостои изучались при двух уровнях питания (без удобрений и на фоне $P_{60}K_{120}$), злаковые травостои – на фоне РК и N_{180}РК. Режим

использования – имитация выпаса (скашивание травостоев в фазу). Биохимический состав пастбищной травы определяли в лаборатории массовых анализов Института кормов: сырая клетчатка – методом Ганниберга и Штомана (ГОСТ 31675-2012), общий азот фотометрическим методом (ГОСТ 13496.4-93), сырая зола – сухим озолением (ГОСТ 26226), сырой жир – по Рушковскому (ГОСТ 13496.15-97), азот, фосфор, калий, кальций – из одной навески методом мокрого озоления, калий и кальций – на пламенном фотометре, фосфор – фотометрическим ванадомолибдатным методом, сырой протеин и БЭВ – расчетным методом [7].

Качество пастбищного корма и его биологическая ценность в значительной степени зависит от ботанического состава травостоев. На фоне внесения фосфорно-калийных удобрений сохраняется ценный ботанический состав при длительном (13-25 лет) использовании благодаря устойчивому участию клевера ползучего – 18-24 % в неблагоприятные и 35-48 % в благоприятные по погодным условиям годы. Полноценные злаковые травостои на фоне полного минерального удобрения (NPK) формируются благодаря положительному фитоценотическому взаимовлиянию во времени рыхлокустового злака ежи сборной и внедрившихся корневищных самовозобновляющихся видов, хорошо приспособленных к пастбищному использованию, среди которых преобладает мятлик луговой [8].

Формирование ценных по ботаническому составу травостоев при рациональном режиме использования и ежегодном внесении удобрений обеспечило получение высококачественного зеленого корма, соответствующего требованиям технических условий ГОСТ Р 57482-2017 «Корм пастбищный». Результаты по основным показателям качества пастбищного корма – протеиновой и энергетической питательности представлены в таблице 1.

В соответствии с требованиями технических условий ГОСТ Р 57482-2017 «Корм пастбищный» содержание сырого протеина в сухом веществе должно быть не менее 150 г/кг для первого класса, 140 г/кг – для второго и 130 г/кг – для третьего класса, содержание сырой клетчатки соответственно не более 240,260 и 280 г/кг. В ранее выполненных зоотехнических опытах с крупным рогатым скотом установлено, что высокая переваримость органических веществ в пастбищном корме (75-80 %) достигается при содержании клетчатки до 25 % и соотношении безазотистых экстрактивных веществ и сырого протеина как 2,8-3,0 : 1 [9,10]. В производственных условиях основными критериями оценки качества корма являются показатели концентрации сырого протеина и сырой клетчатки. При использовании злаковых травостоев на фоне

N_{180}РК (по N_{45} под цикл) в ранние фазы вегетации (кущение – выход в трубку злаков) содержание сырого протеина в сухом веществе травы составило 16,2-17,0%, сырой клетчатки – 21,9-24,5 % в среднем за 13 лет.

1. Качество корма при краткосрочном и долголетнем использовании травостоев (в среднем за 5 и 13 лет)

Возраст травостоя	Содержание в СВ травы, %				Энергонасыщенность 1 кг СВ		Переваримый протеин, г/корм.ед.
	сырой протеин	сырая клетчатка	сырой жир	БЭВ	ОЭ, МДж	корм.ед.	
Злаковый травостой, N_{180}РК							
1-5	16,7	24,5	4,0	47,1	10,2	0,83	142
1-13	16,2	22,6	4,5	49,4	10,6	0,89	128
7-19	16,7	22,7	4,4	48,9	10,4	0,86	137
13-25	17,0	21,9	4,5	49,3	10,6	0,91	133
Бобово-злаковый травостой, РК							
1-5	17,0	21,6	4,0	49,7	10,5	0,88	136
1-13	16,4	20,8	4,4	49,7	10,5	0,88	132
7-19	16,8	20,9	4,5	48,9	10,5	0,88	135
13-25	15,1*	18,6	4,7	53,5	11,0	0,97	107
	16,3	20,0	4,6	49,6	10,5	0,89	128

* Без удобрений.

Отмечены высокие и стабильные по годам показатели концентрации сырого жира (4,4-4,7%) и сырой золы (7,3-9,5%) достаточные для кормления коров с суточными удоями молока 12-20 кг. Качество корма, получаемого на долголетних травостоях (13-25 г.) по энергонасыщенности (10,6 МДж обменной энергии), 0,91 корм.ед. в 1 кг СВ и содержанию переваримого протеина – 133 г/корм.ед. удовлетворяет физиологические потребности высокопродуктивных коров. Разновозрастные бобово-злаковые травостои, используемые в системе пастбищного конвейера на две недели позже злаковых, благодаря значительному участию бобовых видов, также характеризуются высоким уровнем протеиновой (128-136 г/корм.ед.) и энергетической питательности (10,5 МДж ОЭ в 1 кг СВ). По содержанию сырого протеина (15,0%) корм, получаемый на долголетнем неудобряемом травостое, также отвечал зоотехническим нормам кормления крупного рогатого скота, но характеризовался пониженным уровнем сырой клетчатки (18,6%) в результате активного внедрения разнотравья (42%). Внесение фосфорно-калийных удобрений способствовало улучшению азотного питания в результате использования биологического азота, что обеспечивало получение высокобелкового корма с содержанием

16,3-17,0% сырого протеина и 20,0-21,0% сырой клетчатки, достаточным для нормального пищеварения жвачных животных.

В таблице 2 приведены показатели по содержанию в траве элементов минерального питания.

2. Содержание минеральных веществ в корме разновозрастных травостоев, % СВ (среднее за 5 и 13 лет)

Возраст травостоя (годы жизни)	Сырая зола	P	Ca	K	Соотношение Ca:P
Злаковый травостой, N_{180}PK					
1-5	7,3	0,38	0,60	1,91	1,6
1-13	7,7	0,36	0,65	1,91	1,8
7-19	7,3	0,37	0,67	1,90	1,8
13-25	7,3	0,36	0,67	2,00	1,9
Бобово-злаковый травостой, PK					
1-5	8,8	0,37	0,88	2,02	2,4
1-13	7,7	0,37	0,91	2,27	2,5
7-19	8,9	0,37	0,94	2,38	2,5
13-25	8,1*	0,32	0,90	1,30	2,8
	9,5	0,38	0,95	2,44	2,5

* Без удобрения

По содержанию минеральных элементов (0,36% фосфора, 2,0% калия, 0,67% кальция) качество корма, получаемого на долголетнем злаковом травостое, также удовлетворяет физиологической потребности высокопродуктивных коров. Корм, получаемый на бобово-злаковых травостоях, характеризовался более высокими показателями содержания элементов питания по сравнению с кормом злакового состава: 0,37-0,38% фосфора, 0,88-0,95% кальция, 2,02-2,44% калия.

При длительном использовании пастбищных фитоценозов (13-25 лет) бобово-злакового и злакового типа качество пастбищного корма по основным показателям протеиновой и энергетической питательности не снижается благодаря сохранению ценного ботанического состава в результате их флористического обогащения.

Таким образом, целенаправленное конструирование фитоценозов на основе перспективных сортов многолетних трав селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» при соблюдении рационального режима использования на фоне ежегодного внесения удобрений обеспечивает высокое качество зеленого корма в течение 25 лет пользования. По протеиновой, энергетической питательности и содержанию минеральных элементов пастбищный корм соответствует техническим условиям ГОСТ Р 57482-2017 «Корм пастбищный» и удовлетворяет потребности высокопродуктивных коров и молодняка.

Литература:

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс : справочные правовые системы : Законодательство. – Режим доступа: http: //www.consultant.ru.

2. Косолапов В.М., Чернявских В.И. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ им. В.Р. Вильямса в их решении // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т.36 – №4. – С. 5-14.

3. Программа и методика проведения научных исследований по луговодству (по Межведомственной координационной программе НИР Россельхозакадемии на 2011-2015 гг. под редакцией А.А. Кутузовой, К.Н. Приваловой. М.: ФГУ РЦСК, 2011. – 192 с.

4. Гусаров И.В. Питательность и химический состав кормов, заготавливаемых в Вологодской области / Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Сб. науч. тр. Выпуск 28(76), М.: 2022, С. 158-165.

5. Лазарев Н.Н., Кольцов А.В. Урожайность и химический состав люцерно-клеверо-злаковых травосмесей при интенсивном использовании // Перспективные агрохимические технологии повышения качества корма / Доклады симпозиума. Немчиновка, М. ВНИИПТИХИМ, 2002, С. 147-153.

6. Привалова К.Н., Каримов Р.Р. Протеиновая, энергетическая и минеральная питательность корма при разных технологических системах ведения пастбищ / Адаптивное кормопроизводство, 2021. №1, С. 36-41.

7. Физико-химические методы анализа кормов. Косьянов В.М., Чуйков В.А., Худякова Х.К., Косолапова В.Г. Москва. – 2014. – 344 с.

8. Привалова К.Н., Проворная Е.Е. и др. Теория и практика лугового травосеяния // Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса на службе российской науке и практики. М.: 2014, С. 148-171.

9. Кутузова А.А., Проворная Е.Е., Седова Е.Г. Качество корма при использовании новых сортов бобовых видов трав в усовершенствованных бобово-злаковых травостоях в динамике по циклам и годам использования /// Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Сб. науч. тр. Выпуск 28(76), М.: 2022, С. 19-24.

10. Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В. и др. / Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных (Справочное пособие). М. 2003. – 455 с.

УДК 631.82:631.8.022.3

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ ЛИНЕЙКИ АГРОМАГ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Н. Лелянова, А.А. Пашковский

ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский», 241524, Россия, Брянская область, Брянский район, п. Мичуринский, Спортивная улица, 1

Представлены данные по исследованию эффективности применения магниевых удобрений АгроМаг гранулированный для основного внесения в дозе 325 кг/га физ. веса и АгроМагАктиМакс суспензия для внекорневых подкормок в дозе 6 л/га. Изучено влияние магниевых удобрений на агрохимические свойства серых лесных легкосуглинистых почв, на урожайность и качество картофеля непосредственно в производственных условиях в хозяйстве ООО «Дружба-2» Жирятинского района Брянской области. Установлено, что применение магниевых удобрений АгроМаг увеличивают урожай и качество картофеля.

Ключевые слова: производственный опыт, удобрения, магний, плодородие, АгроМаг, картофель, Брянская область.

Работа выполнена под руководством д.с.-х.н. П.В. Прудникова

Магний – это важный элемент питания для сельскохозяйственных культур, входит в состав хлорофилла и рибосом, принимает непосредственное участие в фотосинтезе и многих других физиологических процессах, протекающих в растениях. Влияние магния на урожайность и качество картофеля обусловлено его участием в процессах фотосинтеза, транспорта углеводов, гормонального регулирования роста и работы ферментов. Недостаточное содержание магния снижает интенсивность ассимиляции и уменьшает устойчивость растений картофеля к болезням.

Картофель является одной из важнейших продовольственных, кормовых, технических пропашных сельскохозяйственных культур. При выращивании картофеля важна не только величина валового урожая, но также выход

товарной фракции клубней. Причем с определенным набором характеристик. Картофель используется для разных целей. Поэтому требования к качеству клубней, выращенных для изготовления чипсов, например, и для производства крахмала, существенно отличаются. Тем не менее, достаточный уровень обеспечения магнием является одним из необходимых условий получения качественной продукции, независимо от её целевого использования [6].

Объект и методы. Исследования проводили в 2021 году на производственном поле в ООО «Дружба-2» Жирятинского района Брянской области. Испытывали АгроМаг гранулированный – экологически чистое магниевое удобрение с высоким содержанием активного компонента (не менее 61% MgO), полученное из минерала брусита (природный гидроксид магния) и АгроМагАктиМакс это новое экологически чистое жидкое магниевое удобрение с добавлением азота с высоким содержанием активного компонента (не менее 20% Mg). Производитель удобрений АгроМаг – ООО «Вязьма-Брусит» Смоленской области Вяземского района [5]. Выращивали картофель, сорт Ред Скарлет (RedScarlett), предшественник зерновые. Площадь опытного участка – 4 га (77,67 м х 515 м), учетная площадь делянки 1 га. Почва опытного участка серая лесная легкосуглинистая.

Вегетационный период 2021 года характеризовался близкой к среднемноголетней температуре воздуха по месяцам май-сентябрь 16,8°С. Всходы и начало вегетации прошли при норме выпадения осадков 260 мм. Отбор почвенных образцов на участке опыта проводили тростевым буром на глубину 0-20 см в количестве 25 индивидуальных проб. Образцы почвы отбирали до закладки опыта, и после уборки картофеля. Лабораторные анализы проведены, согласно государственных стандартов в испытательной лаборатории ФГБУ «Брянскагрохимрадиология».

АгроМаг гранулированный был внесен при посадке картофеля 29 апреля 2021 года, картофелесажалкой Grimme GL 430. Принцип работы машины сосредоточен на необходимые для посадки функции вплоть до комбинации варианта 5-в-1 с активной обработкой почвы, распределением удобрений, защитой растений, посадкой и гребнеобразованием. Подкормка проводилась прицепным опрыскивателем AMAZONE UG 3000 Special с объемом бака 3000 литров. Точное дозирование обеспечивают штанги Q-Plus или Super-S шириной захвата от 15 до 28 метров. Первая листовая подкормка АгроМагАктиМакс в фазу полных всходов 21.06.2021 г. Вторая листовая подкормка АгроМагАктиМакс в фазу цветения 19.07.2021 г. Уборка картофеля проводилась

24 августа картофелекопалкой GrimmeSE 150-60 с боковым подкопом, 2-рядная, с бункером объемом до 7,5 тонн [2].

Картофель возделывался в соответствии с технологическими требованиями, типичными для региона. Минеральные удобрения вносились согласно схеме.

Основная схема – площадь на каждый вариант 1 га – всего 4 га.

1 вариант. Контроль $N_{50}P_{130}K_{370}$ – (калий хлористый 400 кг/га; диаммофоска -500 кг/га ф. вес.)

2 вариант. $N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{200} – (калий хлористый 400 кг/га; диаммофоска -500 кг/га ф.в.+АгроМаг гранулированный при посадке картофеля- 325 кг/га ф. вес.)

3 вариант. $N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{200}+ Mg_7 (калий хлористый 400 кг/га; диаммофоска -500 кг/га ф.в.+АгроМаг гранулированный при посадке картофеля- 325 кг/га + АгроМагАктиМакс (суспензия) – 6 л/га листовая подкормка дважды)

4 вариант. $N_{50}P_{130}K_{370}$+Mg_7 (калий хлористый 400 кг/га; диаммофоска -500 кг/га ф.в.+АгроМагАктиМакс (суспензия) – 6 л/га листовая подкормка дважды).

Результаты исследований. Анализ данных (табл. 1) показывает, что до закладки опыта почвы характеризовались сильнокислой реакцией почвенной среды, очень высоким содержанием фосфора и высоким содержанием калия. Содержание магния до закладки низкое, содержание кальция среднее. В вариантах применения магниевых удобрений линейки АгроМаг показатели содержания магния выше, чем на контроле (табл. 1).

1. Изменение агрохимических показателей в почве на опытном участке

Номер варианта	Гумус, %		pH, ед. (KCl)		P_2O_5		K_2O		Ca		Mg	
					мг/кг		мг/кг.		мг-экв/100 г почвы			
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
1. Контроль $N_{50}P_{130}K_{370}$	1,60	1,77	4,30	4,24	174	332	136	174	4,9	6,8	0,60	0,70
2. $N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{200}	2,75	2,17	4,60	4,52	372	487	217	294	5,9	6,9	1,00	1,00
3. $N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{200}+ Mg_7	2,20	2,26	4,30	4,40	252	478	173	228	5,3	7,1	0,80	1,00
4. $N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_7	1,83	1,46	4,30	4,40	297	430	190	245	6,5	7,4	0,80	1,10
Среднее значение	**2,09**	**1,92**	**4,37**	**4,40**	**274**	**432**	**179**	**235**	**5,6**	**7,1**	**0,80**	**0,95**

Несмотря на то, что содержание доступного растениям магния осталось в пределах одной группы и имеют низкое значение, внесение магниевых удобрений способствует сохранению уровня магния в почве после сбора урожая картофеля. Вынос магния составляет 0,7-1,0 кг/тонну, следовательно, растение

за период своего роста забирает максимальное количество магния, находящееся в почве.

Магний имеет большое значение в формировании урожая клубней картофеля. Он увеличивает количество клубней, усиливает синтез крахмала. Хорошее обеспечение магнием снижает негативное влияние избыточного питания азотом. Он достаточно подвижен и легко вымывается из почвы. Почвенные потери магния составляют ежегодно 20-40 кг/га, поэтому рекомендуется регулярно вносить его в почву. В отличие от калия, магний легко вымывается также и на тяжелых почвах [1].

Содержание кальция повысилось на всех вариантах, но осталось в той, же группе и имеет средний показатель.

Внесение АгроМаг гранулированный в комплексе с минеральными удобрениями, сыграли свою роль в повышении плодородия почвы.

Размеры надземной массы во многих случаях являются решающими факторами, определяющими интенсивность накопления и величину урожая. По данным (табл. 2), практически на всех вариантах показатели выше, чем на контрольном варианте. По содержанию магния в ботве растений на варианте 3 и 4 – имеют самый высокий показатель. На контроле содержание магния имеет средний показатель. Магний определялся в нижних листьях растений. Среднее содержание магния в растениях опытных вариантов – 0,29%, что характеризуется как оптимальным содержанием для растений. Содержание азота и фосфора на всех вариантах низкое. А содержание калия имеет оптимальный и высокий показатель.

Из полученных данных (табл. 2) можно сделать вывод, что магниевые удобрения сыграли ощутимую положительную роль в развитии растений картофеля.

2. Содержание питательных веществ в ботве картофеля после проведения листовых подкормок

Номер варианта	Ботва картофеля				
	Абсолютно сухое в-во, %	% на абсолютно сухое вещество			Mg, %
		N	P	K	
1.Контроль.$N_{50}P_{130}K_{370}$	11,3	2,46	0,28	4,84	0,23
2.$N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{200}	13,8	2,67	0,28	4,77	0,29
3.$N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{200} + Mg_{7}	11,6	2,53	0,28	5,63	0,31
4. $N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{7}	11,4	2,99	0,30	6,50	0,32

Анализ данных (табл. 3) показывает, что самая высокая урожайность картофеля на варианте 2 с применением АгроМаг гранулированный при

посадке картофеля и урожайность составила 688,9 ц/га. Прибавка картофеля на этом варианте составила 155,6 ц/га. На варианте 3 с применением АгроМаг гранулированный при посадке и листовой подкормке АгроМагАктиМакс урожайность немного ниже по отношению варианта 2 и составила 666,7 ц/га, прибавка 133,4 ц/га.

3. Влияние магниевых удобрений на урожайность картофеля

Номер варианта	Урожайность ц/га	Прибавка относительно контроля (к вар. 1)	
		ц/га	%
1. Контроль.$N_{50}P_{130}K_{370}$	533,3	-	-
2. $N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{200}	688,9	155,6	29
3. $N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{200} + Mg_{7}	666,7	133,4	25
4. $N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{7}	595,5	62,2	12
Среднее $\bar{x}$	621,1	х	х

Из данных результатов видно, что урожайность картофеля на всех опытных вариантах выше, чем на контроле, а значит из этого следует вывод, что влияние магниевых удобрений в комплексе с минеральными удобрениями дают хорошую прибавку урожайности картофеля на серых лесных почвах.

Содержание сухих веществ влияет на выход готовой продукции. Химический состав клубней колеблется в довольно широких пределах и зависит от ряда факторов: сорта, степени зрелости, почвенных и климатических условий, количества и качества удобрений и т.д. Так, содержание воды в клубнях колеблется от 64 до 86%, соответственно содержание сухих веществ равно 14–36% [3]. Результаты качества клубней картофеля (табл. 4) показывают, что содержание сухого вещества во всех вариантах в пределах нормы. На контроле показатель выше. Это и отразилось на структуре урожая картофеля. Ориентировочно этот сорт относится к классу с низким содержанием сухих веществ.

4. Качество урожая картофеля сорта Ред Скарлет

Номер варианта	Абсолютно сухое вещество, %	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг
1.Контроль.$N_{50}P_{130}K_{370}$	18,8	10,19	122,0
2.$N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{200}	18,1	10,39	148,0
3.$N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{200} + Mg_{7}	18,5	11,86	218,0
4.$N_{50}P_{130}K_{370}$ + Mg_{7}	18,4	12,55	157,5

Основным запасным веществом в клубнях картофеля является крахмал. Содержание крахмала зависит от скороспелости сортов. Содержание крахмала у сорта Ред Скарлет от 10 до 15% [3]. В наших исследованиях самый высокий показатель имеет вариант 4–12,55%, на контроле самый низкий.

Из данных (табл. 4) делаем вывод что, содержание сухих веществ и крахмала в послеуборочный период в значительной степени зависело от метеорологических условий периода вегетации, от сорта и внесения магниевых удобрений. Содержание нитратов на всех вариантах не превышает ПДК, для картофеля не более 250 мг/кг.

Заключение. Таким образом, по результатам проведенного анализа экспериментальных данных по эффективности применения магниевых удобрений АгроМаг в технологиях возделывания картофеля можно сделать следующие выводы: самая высокая урожайность картофеля в 2021 году была получена на варианте 2 с применением АгроМаг гранулированный при посадке картофеля, где урожайность составила 688,9 ц/га. Прибавка картофеля на этом варианте составила 155,6 ц/га (29%). На варианте 3 с применением АгроМаг гранулированный при посадке и листовой подкормке АгроМагАктиМакс урожайность немного ниже по отношению варианта 2 и составила 666,7 ц/га, прибавка 133,4 ц/га (25%). В варианте с применением листовых подкормок суспензией АктиМакс прибавка урожайности составила 62,2 ц/га или 12%. Вероятно, что этого количества магния, внесенного по листу, с учетом низкого содержания обменного магния, не хватило для формирования большей прибавки. Следовательно, внесение магниевых удобрений линейки АгроМаг на серых лесных почвах легкого механического состава ведет к увеличению урожайности.

Применение магниевых удобрений положительно сказывается на биохимических показателях клубней картофеля, а также применение АгроМаг гранулированный и АгроМагАктиМакс не способствует накоплению нитратов в продукции картофеля в количествах, превышающих ПДК.

Магний также влияет на механическую прочность клубней, то есть, на их устойчивость к повреждениям при сборе и транспортировке. Поэтому в картофелеводстве необходимо применение магниевых удобрений.

Литература:

1. Аканова Н.И., Козлова А.В., Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Эффективность новых форм магниевых удобрений при возделывании картофеля//Плодородие. – 2022. – №1. – С. 7-9.

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

3. Жевора С.В., Федотова Л.С., Старовойтов В.И., Зейрук В.Н., Коршунов А.В., Пшеченков К.А., Тимошина Н.А., Мальцев С.В., Старовойтова О.А., Васильева С.В., Васильева С.В., Шабанов А.Э., Деревягина М.К., Белов Г.Л.,

Киселев А.И., Князева Е.В. Методика проведения агротехнических опытов, учётов, наблюдений и анализов на картофеле. МОСКВА: ФГБНУ ВНИИКХ, 2019. – 120 с.

4. Прудников П.В., Пашковский А.А., Лелянова Е.Н. Достижение науки и техники АПК 2022 г. ISSN 0235-2451. Агроэкологическая характеристика почв, экономическая эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области.

5. Рекомендации по применению линейки удобрений Агромаг под картофель //www.brucite.plus.

6. Старовойтов В.И., Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Коршунов А.В. и др. Высокоточные технологии возделывания картофеля. – Москва, 2010. – 69 с.

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР ЗВЕНА ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ

А.В. Ерегин[1], О.А. Власова[1], С.В. Ерегина[2]

[1]ФГБУ ГЦАС «Вологодский»
[2]ФГБУН ВолНЦ РАН

В условиях северного Нечерноземья, на дерново-подзолистой почве повышение кислотности почвы на 0,2-0,4 ед. pH_{kcl} на ранее произвесткованном фоне нивелировало статистически значимое различие в урожайности культур звена севооборота с неизвесткованным фоном. Применение систем удобрения способствовало увеличению продуктивности звена севооборота, по отношению к варианту без удобрения, в среднем по фонам кислотности на 44% и поддержанию подвижного калия и фосфора в пахотном слое почвы на очень высоком и среднем уровне, при содержании органического вещества 3,06-3,21% (в среднем по системам удобрения).

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, плодородие почвы, системы удобрения, известкование, урожайность.

Применение удобрений – один из основных способов повысить уровень плодородия дерново-подзолистых почв, наиболее распространенных в Нечерноземной зоне России.

Наибольший эффект удобрения, как органические, так и минеральные дают при соблюдении научно-обоснованного севооборота культур. И полностью оценить эффект от системы удобрения и дать прогноз изменения уровня плодородия почвы, для более рационального ведения сельскохозяйственного производства, возможно только в длительных полевых опытах [1, 2, 3, 4].

Несмотря на большое количество научных работ, посвященных действию и последействию систем удобрения, немногие из них описывают эффективность систем удобрения на различных фонах кислотности почвы, в первую очередь, созданных при помощи внесения извести [5, 6].

А между тем, в условиях дерново-подзолистых почв, длительность действия эффекта от известкования, в совокупности с применяемой системой удобрения, на показатели плодородия почвы является одной из значимых проблем, решаемых агрохимической наукой.

Цель работы – оценить изменение элементов плодородия дерново-подзолистой почвы под действием систем удобрения и последействием извести в звене полевого севооборота.

Методика. Длительный полевой опыт с системами удобрения расположен на учебно-опытном поле ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА им. Н. В. Верещагина.

Опыт был заложен в 2015 году, на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Дизайн опыта предполагал изучение систем удобрения на 3-х полях севооборота. В данной работе речь будет идти о поле № 1. Агрохимические показатели плодородия пахотного слоя почвы перед закладкой были следующие: кислотность (pH_{kcl}) = 5,1 ед., гидролитическая кислотность (Нг) = 3,40 ммоль(экв.)/100 г, сумма поглощенных оснований (S) = 10,5 ммоль(экв.)/100 г, содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) = 273 мг/кг, подвижного калия (по Кирсанову) = 120 мг/кг, содержание органического вещества – 2,65%.

С 2020 года на поле № 1 началась вторая ротация севооборота, со следующим чередованием культур аналогичным первой ротации: вико-овсяная смесь – озимая пшеница – ячмень с подсевом клевера – клевер луговой – овес.

В опыте изучали следующие системы удобрения: 1. Без удобрения (контрольный вариант) 2. Органическая система (навоз, 50 т/га, в сумме по д.в. 495 кг/га за севооборот) 3. Минеральная система удобрения (NPK, в сумме по д.в. 495 кг/га за севооборот) 4. 1-я органо-минеральная система удобрения (навоз, 25 т/га + ½ NPK, в сумме по д.в. 495 кг/га за севооборот) 5. 2-я органо-минеральная система удобрения (навоз, 50 т/га+NPK, в сумме по д.в. 990 кг/га за севооборот). Всего питательных элементов в вариантах 2-4 было внесено N150P120K225, а в варианте 5 – N300P240K450. Все системы удобрения испытывали на 2-х фонах кислотности: без известкования (pH_{kcl} = 5,1 -5,2 ед.) и с известкованием (pH_{kcl} = 5,7 -5,9 ед.).

Известь вносили под вико-овсяную смесь в 2015 году, по норме 1Нг. По окончании 1-й ротации севооборота (2019 г.), кислотность пахотного слоя почвы в известкованных вариантах была 5,8 – 5,9 ед., поэтому, в начале следующей ротации известкование не проводили.

Органические удобрения вносили под вико-овсяную смесь, минеральные, в форме ДАФК 10:26:26, NPK 12:15:15, Naa – 34% и Кх – 60% под первые три культуры севооборота, дозу определяли с учетом биологических особенностей.

Повторность вариантов – трехкратная, расположение опытных делянок – систематическое. Размер делянки – 100 м^2.

Учет урожайности проводили поделяночно, сплошным методом. Пересчет в зерновые единицы осуществляли при помощи коэффициентов: для зерновых 1, для зеленой массы однолетних – 0,14 [7].

Анализ почвенных образцов проводили по общепринятым методикам, в аккредитованной лаборатории ФГБУ ГЦАС «Вологодский».

Статистическую обработку данных проводили методом двухфакторного дисперсионного анализа, по Б.А. Доспехову [8].

Погодные условия вегетационных периодов 2020-2022 гг., представлены в таблице 1.

Таблица 1. Изменение погодных условий в годы исследования

Месяц	Показатели*	2020	2021	2022	Среднее за звено севооборота	Среднемноголетнее
		Вико-овсяная смесь	Озимая пшеница	Ячмень с подсевом клевера		
Май	t°	9,5	12,5	7,9	10,0	10,6
	W, мм	135	63	64	87	41
	ГТК	4,6	1,6	2,6	2,9	1,3
Июнь	t°	15,9	19,9	15,9	17,2	15,1
	W, мм	95	32	67	65	67
	ГТК	2,0	0,5	1,4	1,3	1,5
Июль	t°	17,4	19,9	19,2	18,8	17,3
	W, мм	141	28	82	84	74
	ГТК	2,6	0,5	1,4	1,5	1,4
август	t°	14,9	16,4	19,4	16,9	14,7
	W, мм	71	137	28	79	70
	ГТК	1,5	2,7	0,4	1,5	1,7

t° – температура среднемесячная, W – сумма осадков, ГТК – гидротермический коэффициент Селянинова

Результаты. Несмотря на то, что известкование положительно повлияло на уровень кислотности пахотного слоя почвы и значение pH_{kcl} к окончанию первой ротации севооборота, на известкованном фоне достигло 5,8-5,9 ед., через 3 года, аналогичный показатель снизился на 0,2-0,4 ед., оставаясь, в нижней части группы по кислотности (близкой к нейтральной). Впрочем, различие между фонами кислотности по значениям pH_{kcl}, остались также статистически достоверными и в 2022 году (табл. 2).

Таблица 2. Влияние систем удобрения на агрохимические показатели плодородия на разных фонах кислотности

Фактор В –системы удобрения		pH_{kcl}, ед.		P_2O_5, мг/кг		K_2O, мг/кг		Орг. вещ-во, %	
		Фактор А – известкование							
		б/и	с/и	б/и	с/и	б/и	с/и	б/и	с/и
1. Контроль (без удобрения)	1	5,1	5,9	249	272	103	86	2,65	2,50
	2	5,1	5,5	247	276	81	78	3,09	2,93
2. Навоз, 50 т/га ($N_{150}P_{120}K_{225}$)	1	5,0	5,8	244	259	117	89	2,95	2,62
	2	5,1	5,6	269	284	80	85	3,07	3,05
3. $N_{150}P_{120}K_{225}$	1	4,9	5,8	250	272	112	93	2,55	2,52
	2	4,9	5,6	274	290	112	109	3,46	2,99
4. Навоз, 25 т/га + $N_{75}P_{60}K_{113}$	1	5,0	5,9	260	273	106	105	3,00	2,72
	2	5,0	5,6	293	301	91	93	3,25	3,17
5. Навоз, 50 т/га + $N_{150}P_{120}K_{225}$	1	5,0	5,9	282	288	117	106	2,89	3,12
	2	5,1	5,6	282	309	130	133	3,37	3,05
НСР А	1	0,1		$F_{факт.}<F_{теор.}$		10		$F_{факт.}<F_{теор.}$	
	2	0,1		16		$F_{факт.}<F_{теор.}$			
НСР В	1	0,1		$F_{факт.}<F_{теор.}$		$F_{факт.}<F_{теор.}$			
	2	$F_{факт.}<F_{теор.}$		25		19			
НСР част разл.	1	0,2		$F_{факт.}<F_{теор.}$		$F_{факт.}<F_{теор.}$			
	2	0,2		35		27			

1 – окончание I-й ротации (2019 г.) [9], 2 – после ячменя (2022), б/и – без известкования, с/и – с известкованием, pH_{kcl}, – кислотность, P_2O_5 – подвижный фосфор (по Кирсанову), K_2O – подвижный калий (по Кирсанову), орг. вещ-во – органическое вещество

Влияние систем удобрения на кислотность почвы, по сравнению с окончанием 1-й ротации было статистически недостоверным. Стоит отметить, что если на фоне известкования, произошло небольшое повышение кислотности, то на неизвесткованном фоне, за три года выращивания культур и применения удобрений, значение pH_{kcl} в вариантах опыта практически не изменились.

Уровень содержания подвижного фосфора (по Кирсанову), остался на высоком уровне, причем, даже в варианте без удобрения (контроль, 1 вариант). Что же касается вариантов с системами удобрения (2-5 варианты), то увеличение содержания элемента питания в пахотном слое почвы, по отношению к значениям окончания ротации (2019 г.), связано с применением удобрений.

Стоит отметить тот факт, что если в конце ротации, между вариантами опыта и фонами кислотности не было зафиксировано статистически значимых различий в количестве подвижного фосфора, то через 3 года – они появились.

На фоне кислотности близкому к нейтральному (5,5-5,6 ед. pH_{kcl}.), содержание подвижного фосфора, в среднем по вариантам опыта было на 7% выше, чем на неизвесткованном фоне. Причем, наибольшее различие между фонами кислотности в содержании элемента питания отмечали в контрольном варианте (без удобрения) – 12%.

Что же касается влияния систем удобрения на содержание фосфора (по Кирсанову), то наибольшее увеличение по отношению к контролю (без удобрения, 1 вариант) зафиксировали при применении органо-минеральных систем удобрения (4 и 5 варианты) – 13%, и было статистически достоверным.

Фон кислотности, не повлиял, на статистически значимом уровне на содержание подвижного калия (по Кирсанову), в 2022 году, в отличие от аналогичного показателя в конце I- й ротации севооборота. Впрочем, тенденция снижения количества элемента на известкованном фоне (близком к нейтральному), сохранилась.

Влияние систем удобрения на показатель было напротив, статистически значимо, в отличие от аналогичного показателя значений в конце ротации (2019 г.). Наибольшее увеличение содержания элемента питания в пахотном слое, по отношению к варианту без удобрения (контрольному) отмечали в 5 варианте (навоз, 50 т/га+$N_{150}P_{120}K_{225}$, 2 органо-минеральная система удобрения). На фоне кислотности близкой к нейтральной (pH_{kcl} = 5,5-5,6 ед.) увеличение составило 55 мг/кг (71%), на слабокислом фоне (pH_{kcl} = 5,0-5,1 ед.) – 49 мг/кг (60%).

Обращает на себя внимание тот факт, что в контрольном варианте (без удобрения), за три года (с 2019 по 2022 гг.), пахотный слой почвы по содержанию подвижного калия перешел из группы среднеобеспеченных в группу с низким содержанием.

Содержание органического вещества, за три года выросло, в среднем по опыту на слабокислом фоне (без известкования) на 16% (в относительных единицах), а на фоне кислотности близком к нейтральному (с известкованием) на 13%. Впрочем, различие в значениях показателя между фонами кислотности и вариантами систем удобрения остались статистически незначимыми. Стоит отметить тенденцию увеличения содержания органического вещества, по сравнению со значением 2019 г. (конец I-й ротации) от варианта с 2-й органо-минеральной системой удобрения (5 вариант) – минимальное увеличение,

+0,21% (в абсолютных единицах) к варианту с минеральной системой (3 вариант) – +0,69% (в абсолютных единицах).

Важным элементом оценки эффективности систем удобрения является их влияние на урожайность культур.

В таблице 3 представлены значения урожайности культур звена севооборота, на разных фонах кислотности и при использовании изучаемых систем удобрения.

Таблица 3. Влияние систем удобрения и фона кислотности на урожайность культур звена севооборота, ц/га

Фактор В – системы удобрения	Фактор А – известкование*							
	Вико-овсяная смесь (з/м)		Озимая пшеница (зерно)		Ячмень (зерно)		Ср. за звено севооборота, з.е.	
	б/и	с/и	б/и	с/и	б/и	с/и	б/и	с/и
1. Контроль (без удобрения)	225,4	230,4	21,7	21,1	14,7	16,2	22,6	23,2
2. Навоз, 50 т/га ($N_{150}P_{120}K_{225}$)	281,4	296,7	23,1	22,8	17,9	20,5	26,8	28,3
3. $N_{150}P_{120}K_{225}$	338,1	355,0	22,9	23,4	21,6	21,4	30,6	31,5
4. Навоз, 25 т/га + $N_{75}P_{60}K_{113}$	372,6	373,0	22,1	24,4	26,0	24,9	33,4	33,8
5. Навоз, 50 т/га+$N_{150}P_{120}K_{225}$	455,8	484,5	24,2	25,7	27,2	28,7	38,3	40,7
Среднее по фактору А	334,7	347,2	22,8	23,5	21,5	22,3	30,3	31,5
НСР фактора А	$F_{факт.}<F_{теор.}$		$F_{факт.}<F_{теор.}$		$F_{факт.}<F_{теор.}$		$F_{факт.}<F_{теор.}$	
НСР фактора В	75,0		2,7		4,3		3,8	
НСР частных различий	105,7		3,8		6,1		5,4	

*- б/и без известкования, с/и – с известкованием, з/м – зеленая масса, з.е. – зерновые единицы

Фон кислотности повлиял на урожайность всех культур звена севооборота только на уровне тенденции. В среднем по звену севооборота, различие в урожайности между фонами кислотности составило 4%, и было статистически недостоверным.

Влияние систем удобрения (2-5 варианты) на урожайность, напротив, было статистически значимым, по отношению к варианту без удобрения (контрольному). В среднем, по звену севооборота наибольшую прибавку урожайности (в з.е.), по отношению к контролю (вариант без удобрения) отмечали при использовании 2-й органо-минеральной системы удобрения (5 вариант, навоз, 50 т/га+$N_{150}P_{120}K_{225}$). На незвесткованном фоне (pH_{kcl} = 5,0-5,1 ед.), прибавка урожайности составила 69%, а на фоне известкования (pH_{kcl} = 5,5-5,6 ед.) – 75%. По культурам звена севооборота, прибавка урожайности от использования органо-минеральной системы (5 вариант) по отношению к варианту без удобрения (1 вариант) составляла: 106% (вико-овсяная смесь), 18% (озимая пшеница), 80% (ячмень).

Выводы. Увеличение кислотности пахотного слоя дерново-подзолистой почвы на 0,2-0,4 ед. pH_{kcl} на ранее известкованном фоне способствовало редуцированию статистически значимых различий в урожайности культур звена севооборота между фонами кислотности. Благодаря применению удобрений, содержание подвижного фосфора и калия в пахотном слое почвы оставалось на высоком и среднем уровнях соответственно, а содержание органического вещества выросло на 15%, по сравнению со значением конца I–й ротации севооборота.

В среднем по вариантам с удобрениями, увеличение продуктивности звена севооборота по отношению к варианту без удобрения на фоне кислотности слабокислом выросло на 43% и на 45% на фоне кислотности близком к нейтральному и было статистически значимым.

Литература:

1. Панников, В.Д., Минеев, В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. М.: «Агропромиздат». 1987. 512 с.

2. Сычев, В.Г., Шафран С.А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений М.: ВНИИА. 2013. 296 с.

3. Сычев, В.Г., Налиухин, А.Н. Изучение потоков углерода и азота в длительных полевых опытах геосети с целью снижения выбросов парниковых газов и повышения депонирования диоксида углерода агроценозами // Плодородие. 2021. № 6. С. 38-41.

4. Гамзиков, Г.П. Состояние и перспективы исследований в длительных стационарных опытах с удобрениями в Сибири //Плодородие. 2016. № 5. С. 6-9.

5. Небольсин, А.Н. Небольсина, З.П. Известкование почв (результаты 50-летних полевых опытов) СПб.: ГНУ ЛНИИСХ Россельхозакадемии, 2010. 241 с.

6. Кирпичников, Н.А. Влияние извести на фосфатный режим слабоокультуренной дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений // Агрохимия. 2016. № 12. С. 3-8.

7. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской федерации от 6. 07. 2017 года № 330 «Об утверждении коэффициентов перевода в зерновые единицы сельскохозяйственных культур».

8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

9. Ерегин, А.В. Влияние систем удобрения и известкования на продуктивность полевого севооборота и агрохимические свойства дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в условиях Северного Нечерноземья: автореф. дис… к.с.-х.н. 06.01.04.: М.: ВНИИА. 2022. 26 с.

УДК 63.635.04

ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОГУРЦА В СВЕТОКУЛЬТУРЕ

М.А. Бочарова

ФГБОУ ВО ГРАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

В исследовании изучается влияние комплекса микробиологических препаратов на культуру огурца при промышленном выращивании. В результате установлено достоверное влияние комплекса микробиологических препаратов на урожайность и качество урожая огурца.

Ключевые слова: биологические препараты, микроорганизмы, культура огурца.

Работы выполнена под руководством к.с.-х.н., доцента Тереховой В.И.

Введение. Давно доказано, что многие микроорганизмы обитающие в ризосфере почвы, включая грибы, бактерии, и др., могут выступать как средство биологической защиты, способны оказывать ростостимулирующее действие на растения, и уменьшают использование агрохимикатов, за счет повышения эффективности их использования [1].

Бактерии, обладающие совокупностью полезных для растений свойств (Pseudomonas putida, Ps. Fluorescens, Bacillus subtilis и др.), принято обозначать как PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria), т. е. содействующие росту растений ризобактерии. Использование биопрепаратов на основе данной группы микроорганизмов могут оказывать положительное влияние на рост растений с помощью, растворения минералов, выработки сидерафоров, которые растворяют и связывают железо, солюбилизации фосфора, биологической фиксации азота, продуцирования фитогармонов (ауксинов, цитокининов, гиббереллинов) [2]. Грибы, обладающие совокупностью полезных для растений

свойств, принято обозначать как PGPF (Plant Growth-Promoting Fungi), т. е. грибы, стимулирующие рост растений. Подобно PGPR, некоторые ризосферные непатогенные грибы, после колонизации в корневой зоне растений, способны влиять на рост сельскохозяйственных растений. *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium* и *Phoma* являются наиболее значимыми среди PGPF. Данные грибы обладают не только ростостимулирующим действием, но и широко применяются в защите сельскохозяйственных растений [3].

При использовании препаратов на основе грибных или бактериальных микроорганизмов в условиях защищенного грунта важно не только изучать их взаимное влияние друг на друга, но и их совместимость с минеральными ресурсами, которые давно стали неотъемлемым элементом технологии выращивания растений, как в открытом, так и в защищенном грунте [4].

Целью нашей работы являлось изучение совместного влияния различных микроорганизмов на культуру огурца в условиях защищенного грунта.

Материалы и методы. Опыт был заложен в зимне-весенних оборотах 2021-2022гг. в высокой промышленной теплицы типа «Venlo» на базе тепличного комплекса, расположенного в III световой зоне. Использовали партенокарпические гибриды огурца Valigora F1 и Mewa F1 (оригинатор Rijk Zwaan, Голландия).

Опыт двухфакторный: фактор А – «генотип гибрида» огурца (Mewa F1, Valigora F1); фактор В – «комплекс микробиологических препаратов» (вариант I – контроль без обработки биопрепаратами, вариант II – обработка комплексом биопрепаратов БИОМ.

В комплекс входили биологические препараты на основе различных микроорганизмов: «Трихохит, сп», «Витариз экстра, ж», «Пралин экстра, ж», «Бинал экстра, ж», «Витамин огурец», «Тетрис, сп».

Все микробиологические препараты вносили одновременно под вегетирующие растения через систему капельного полива с дозирующими инжекторами.

Первое внесение комплекса препаратов проводили в момент запитки матов и кубиков, все последующие с тридцатидневными интервалами до конца оборота, разводя препараты в баках растворного узла.

Опыт проводили каждый год на 48 модельных растениях, каждый вариант был представлен трехкратной повторностью по 4 растения. Урожай учитывали по каждому образцу путем сборов через день, взвешивания и подсчета числа плодов, при этом плоды сортировали на товарные и нетоварные (желтые, уродливые, больные).

Анализ данных проведен в программе Excel. Доверительные интервалы для средних арифметических рассчитаны с учетом стандартного отклонения (SD, p=0.05).

Результаты и их обсуждение. Урожайность – главный результативный показатель применения различных агротехнических приемов [5]. В нашем исследовании выявлено достоверное влияние комплекса микробиологических на итоговую урожайность гибридов огурца. Наибольшая итоговая урожайность отмечена у гибрида огурца Mewa F1 с использованием микробиологических препаратов 67,8 кг/м^2, итоговая урожайность этого же гибрида в контрольном варианте составила 62,4 кг/м^2, у гибрида огурца Valigora F1 итоговая урожайность с применением микробиологических препаратов составила 35,1 кг/м^2, и 30,8 кг/м^2 в контрольном варианте. Разница в итоговой урожайности между гибридами обусловлена исключительно гибридными особенностями изучаемых растений (рис.1).

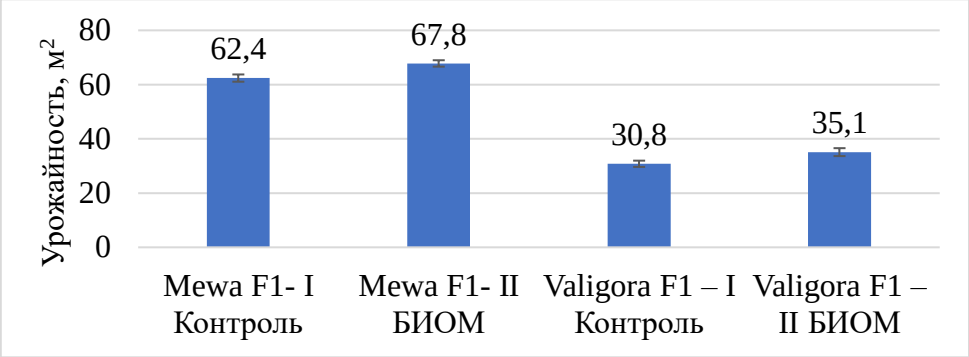


Рис. 1. Влияние комплекса микробиологических препаратов на итоговую урожайность гибридов огурца, среднее 2021-2022 г.

Биопрепараты в опыте оказали положительное воздействие не только на итоговую урожайность, но и выявлено положительное влияние препаратов на товарность плодов. Для реализации продукции в крупные торговые сети крайне важно, чтобы она была стандартной и качественной [6]. Самым отзывчивым на внесение микробиологических удобрений оказался гибрид огурца Valigora F1, у данного гибрида отмечено существенное уменьшение количества нестандартной продукции в сравнении с контрольным вариантом. К недостаткам гибрида Valigora F1 следует отнести более низкую товарную продукцию в сравнении со вторым гибридом, связанную с большим количеством плодов грушевидной формы под конец оборота.

Влияния комплекса на выход стандартной продукции у второго гибрида огурца Mewa F1 выявлено не было (рис. 2).

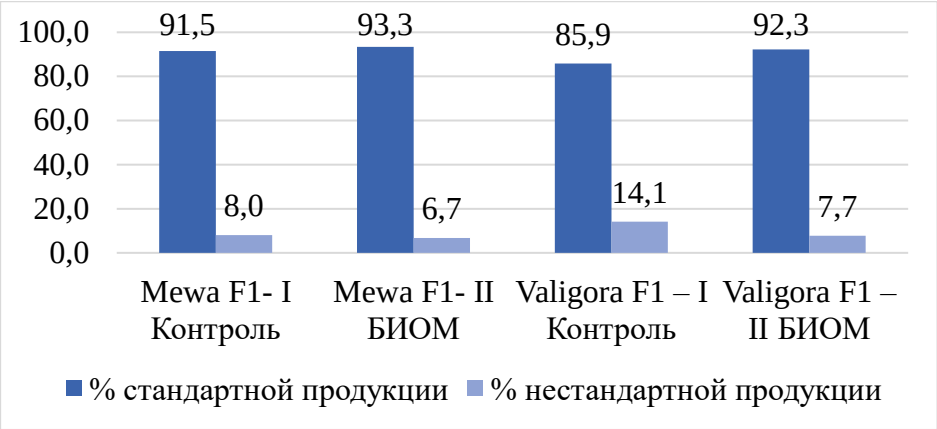


Рис. 2. Влияние комплекса микробиологических препаратов на процентный выход стандартной и нестандартной продукции в структуре общего урожая, среднее 2021-2022 г.

Заключение. В результате проведенного эксперимента, выявлено, что комплекс оказал существенное влияние на итоговую урожайность с м^2, итоговая урожайность у обоих гибридов оказалась больше с использованием микробиологических препаратов. Кроме того, выявлено положительное влияние комплекса на качество полученного урожая.

Литература:

1. Бочарова, М. А. Оценка влияния комплекса биопрепаратов на рост, развитие и урожайность огурца в условиях светокультуры / М. А. Бочарова, В. И. Терехова, Т. С. Аниськина // Овощи России. – 2023. – № 5. – С. 73-78. – DOI 10.18619/2072-9146-2023-5-73-78. – EDN OPLMGP.

2. Bargaz A. et al. Microbiological soil resources for increasing the efficiency of fertilizers in an integrated plant nutrient management system // Frontiers of Microbiology. – 2018. – Vol. 9. – p. 1606.

3. El-Saadony M. T. et al. Plant growth-promoting microorganisms as biocontrol agents of plant diseases: Mechanisms, challenges and future perspectives //Frontiers in plant science. – 2022. – Т. 13. – С. 923880.

4. Терехова, В. И. Влияние источников досвечивания на агробиологические показатели тепличной культуры огурца / В. И. Терехова, М. А. Бочарова // Перспективы развития садоводства и садово-паркового строительства. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – С. 142-148. – EDN GMNSAY.

5. Бочарова, М. А. Влияние источников досвечивания на урожайность огурца в зимне-весеннем обороте промышленных теплиц / М. А. Бочарова, В. И. Терехова // Овощеводство – от теории к практике : Сборник статей

по материалам VI региональной научно-практической конференции молодых ученых, Краснодар, 13 декабря 2022 года / Ответственный за выпуск Р.А. Гиш. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 5-8. – EDN KXBOLU.

6. Воробьев, М. В. Способы борьбы и мониторинга табачного трипса на огурце F1 Мева в условиях тепличного комбината ООО «Луховицкие овощи» / М. В. Воробьев, М. Е. Дыйканова, М. А. Бочарова // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты : материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 08 февраля 2023 года. Том Часть 1. – Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. – С. 264-267. – EDN ERXUXE.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ТРАДИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ АПК «АЛЕКСАНДРОВСКИЙ» КОЛОМЕНСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Стрелков
ФГБУ «РосАгрохимслужба»,
127434, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова д. 31А

Работа выполнена под руководством к.б.н. Н.К. Сидоренкова

В работе приведены результаты обследования почв полей агропредприятия «Александровский» Коломенского района Московской области, дана оценка использования минеральных и органических удобрений с последующей подготовкой заключения по корректировке реализованной система удобрений.

Отделом проектно-сметной документации и применения средств химизации ФГБУ «РосАгрохимслужба» разработана проектно-сметная документация на внесение минеральных удобрений. В проекте изложено построение традиционной системы удобрений сельскохозяйственных культур, определены пути решения и подчеркнута важность соблюдения научно-обоснованной технологии их выращивания с целью обеспечения сбалансированного питания растений и сохранения продуктивности почв севооборотов.

Ключевые слова: плодородие, коэффициент почвенного плодородия, серая лесная почва, агрохимические свойства, коэффициент использования удобрений, баланс, минеральные и органические удобрения, урожайность, система удобрений.

Обследование почв сельскохозяйственных угодий страны является одной из важнейших задач государственной агрохимической службы, позволяющей осуществлять контроль за состоянием и воспроизводством почвенного плодородия. Результаты агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий используются для установления тенденций в изменении почвенного плодородия и разработки рекомендаций по применению минеральных и органических удобрений в сельскохозяйственных предприятиях. В процессе мониторинга осуществляется информационное обеспечение органов федеральной, региональной и муниципальной власти оперативной аналитической информацией о плодородии почв. Агрохимическая служба обеспечивает сельхоз товаропроизводителей научно-обоснованной информацией об оптимальном и эффективном использовании средств химизации, что позволяет получать урожаи высокого качества

Цель работы – провести агрохимическое обследование полей, рассчитать нормы и дать рекомендации по корректировке и оптимизации применяемой системы удобрений под сельскохозяйственные культуры с учетом почвенного плодородия отдельных севооборотов.

Задачи исследований:

– определить содержание и запасы подвижных форм питательных элементов в почве;

– рассчитать нормы внесения удобрений под планируемый и фактический урожай;

- сравнить, используя расчеты по балансу, реализованную систему удобрений с рассчитанной на базе данных агрохимического обследования.

Объекты и методы исследований. Агрохимическое обследование почв сельскохозяйственного назначения проводилось на полях двух севооборотов хозяйства АПК «Александровский» Коломенского района Московской области. При размещении удобрений в севообороте важно учитывать биологические требования культур к элементам питания, величину планируемых урожаев, окупаемость удобрений, влияние предшественников, способы обработки почвы и ее обеспеченность подвижными формами питательных веществ в разрезе каждого поля.

Все результаты наших исследований направлены на повышение эффективности использования удобрений в агропромышленном комплексе Московской области.

При агрохимическом обследовании руководствовались следующими нормативными документами (НД):

– отбор проб по ГОСТ Р 58595–2019;

– кислотность почвы потенциометрическим методом по ГОСТ Р 58594–2019;

– массовая доля органического вещества по ГОСТ 26213-2019;

– подвижный фосфор и калий по ГОСТ 26204–91;

– расчет норм удобрений балансовым методом.

- Методическими указаниями по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения.

Результаты исследований. Агрохимическое обследование полей хозяйства показало, что почвы в основном малогумусные и слабогумусированные, нейтральные и близкие к нейтральным, обеспеченность растений подвижным фосфором низкая, обменным калием – очень высокая. Рекомендуется применять физиологически нейтральные азотные и фосфорные удобрения в рассчитанных нормах.

Почвы 1-го севооборота представлены серыми лесными среднесуглинистыми по гранулометрическому составу.

По данным таблицы 1, можно сделать вывод о том, что по степени кислотности на всех полях почвы относятся к слабокислым (pH_{KCl} 5,1-5,5), кроме 1-го поля, где pH_{KCl} 5,6 – близкие к нейтральной; нет необходимости в известковании.

В почвах 1-го севооборота содержание гумуса составляет от 2,0 до 2,4%, что позволяет отнести их к средним серым лесным почвам (2,1-2,5%) по содержанию органического вещества.

Данные почвы имеют повышенное содержание подвижных форм фосфора (101-150 мг/кг) – 4 класс обеспеченности подвижными формами этого элемента.

Содержание подвижного калия в 1-ом и 4-ом поле соответствует по обеспеченности 4-му классу, во 2-ом и 3-ем полях 5-му классу.

Показатель почвенного плодородия (Кпп) (согласно Методике расчета показателя почвенного плодородия в субъекте Российской Федерации, утвержденной приказом Минсельхоза России от 06.07.2017 № 325) по данному севообороту находятся в диапазоне 0,61-0,69, несколько ниже Кпп – 0,77 по МО.

Таблица 1. Агрохимические показатели 1-го севооборота

Номер поля	Номер поля в севообороте	Текущая	Предшеств.	pH_{kcl}	Нг, мг-экв/ 100 г	Сумм обм, мг-экв/ 100 г	Орг.в, %	Nлг, мг/кг	P_2O_5, мг/кг	K_2O, мг/кг	Кпп
2	I	Горчица полевая	Луго-пастбищные травы злаковые	5,5	1,78	9,4	2,4	48	135	184	0,69
4	II	Пшеница яровая	Горчица полевая	5,2	1,94	11,1	2	40	145	149	0,63
1	III	Кукуруза на силос	Пшеница яровая	5,6	1,74	10,4	2,3	46	119	122	0,61
3	IV	Рапс яровой	Кукуруза на силос	5,3	2,02	5,9	2,2	44	119	171	0,64

На полях 2-го севооборота преобладают аллювиальные пойменные лугово-болотные среднесуглинистые по гранулометрическому составу.

По степени кислотности почва 6-го поля имеет pH_{KCl} 5,6 – близкие к нейтральной, на 9-ом поле pH_{KCl} 4,9 – среднекислая, известкование потребуется только для пшеницы. На всех других полях почвы относятся к слабокислым (pH_{KCl} 5,1-5,5) и не нуждаются в известковании.

Таблица 2. Агрохимические показатели 2-го севооборота

Номер поля	Номер поля в севообороте	Текущая	Предшест.	pH_{kcl}	Нг, мг-экв/ 100 г	Сумм обм, мг-экв/100г	Орг.в, %	Nлг, мг/кг	P_2O_5, мг/кг	K_2O, мг/кг	Кпп
7	I	Яровая пшеница	Картофель	5,1	2,41	11,3	2,1	42	151	244	0,67
5	II	Яровой рапс	Яровая пшеница	5,5	1,78	5,4	2,3	46	228	218	0,74
6	III	Озимая пшеница	Яровой рапс	5,6	1,73	5,2	2,2	44	220	212	0,73
8	IV	Картофель	Озимая пшеница	5,1	2,25	10,2	2,1	42	103	279	0,64
9	V	Картофель	Картофель	4,9	2,46	9,4	2,1	42	129	232	0,64

Содержание гумуса составляет в данном севообороте 2,1-2,3 %, что характеризует их средними (2,1-2,5%) по содержанию органического вещества.

По содержанию подвижных форм фосфора (101-150 мг/кг) – 4 класс обеспеченность почв полей 2-го севооборота относится в основном к 5-му классу, также как и по калию.

Показатель почвенного плодородия (Кпп) почв 2-го севооборота находится в пределах 0,64-0,74, несколько приближаясь к Кпп – 0,77 в целом по Московской области.

Агрохимическое обследование полей хозяйства показало, что почвы в основном малогумусные и слабогумусированные, нейтральные и близкие к нейтральным, обеспеченность растений подвижным фосфором высокая, подвижнвм калием – очень высокая.

Для объективного решения вопроса о нуждаемости почв в известковании необходимо учесть сочетание трех ее признаков: гранулометрического состава, величины pH и степени насыщенности почв основаниями. Все почвы по нуждаемости подразделяются на сильно нуждающиеся, средне-, слабо- и не нуждающиеся.

Острой необходимости в проведении химической мелиорации на данных полях нет.

Однако, в превентивных целях и для обогащения почвы кальцием и серой можно рекомендовать применение 0,5-1,0 т извести на 1 га. Внесение извести не только снижает кислотность почвы, но и улучшает ее структуру, уменьшает число сорняков, повышает деятельность полезных микроорганизмов. Вносить известь можно осенью и весной. Дозы вносимой извести зависят от степени кислотности, гранулометрического состава почвы, содержания в ней гумуса и качества известкового материала.

В результате проведения агрохимического обследования можно сделать следующее заключение:

почвенно-климатические условия хозяйства позволяют возделывать основные полевые культуры;

почвы в основном среднегумусные и слабогумусированные,

обеспеченность растений подвижным фосфором высокая, подвижным калием – высокая и очень высокая. Рекомендуется применять физиологически нейтральные азотные и фосфорные удобрения в рассчитанных нормах под конкретные культуры.

Получение высоких урожаев в условиях не редкого дефицита у сельхозпроизводителей средств на удобрения, пестициды и горюче смазочные

материалы требуют точного определения потребностей растений в элементах минерального питания, грамотного расчёта доз, сроков и способов их внесения. Успешно реализовать эти требования возможно только на основе проведения комплексных обследований полей.

Обобщенные данных многочисленных полевых опытов, выполненные на разных типах и подтипам почв, наглядно подтверждают закономерности применительно к почвенно-климатическим зонам и провинциям о влиянии фосфорно-калийной обеспеченности почв на урожайность, в первую очередь зерновых культур (яровой пшеницы, ячменя, рапса), проявилось в гораздо меньшей степени, чем от обеспеченности азотом. Особенно более заметно это проявляется в отношении пшеницы на нечерноземных и каштановых почвах, ячменя на дерново-подзолистых и черноземах типичных и обыкновенных.

Следовательно, доля участия азота в формировании урожая была выше суммы фосфора и калия. Объясняется это более высокой обеспеченностью почв фосфором и калием на данных полях.

Также проявляется более заметно действие азотных удобрений на прибавки урожая культур севооборотов на исследуемых полях на серых лесных почвах (табл. 3-6).

Наши расчеты норм внесения удобрений для получения фактической урожайности культур в 1-ом и 2-ом севооборотах показали, что по сравнению с реализованной системой удобрений в хозяйстве больше всего требуется вносить азотных удобрений и лишь небольшие дозы в отдельных полях фосфорных и калийных удобрений.

Таблица 3. Необходимые дозы минеральных удобрений для получения фактической урожайности 1-го севооборота

Номер поля	Севооборот	Культура	Фактическая урожайность, т/га	Необходимо внести удобрений, кг/га д.в.			Внесено удобрений, кг/га д.в.		
				Азотные	Фосфорные	Калийные	Азотные	Фосфорные	Калийные
2	I	Горчица полевая	14	60	-	-	**40**	**40**	**40**
4	II	Яровая пшеница	2,8	150	-	27	**60**	**60**	**60**
1	III	Кукуруза на силос	22	21	-	-	**90**	**90**	**90**
3	IV	Яровой рапс	1,8	63	13	-	**60**	**45**	**45**

Таблица 4. Необходимые дозы минеральных удобрений для получения планируемой урожайности 1-го севооборота

Номер поля	Сево-обо-рот	Куль-тура	Плани-руема урожай-ность, т/га	Необходимо внести удобрений, кг/га д.в.			Внесено удобрений, кг/га д.в.		
				Азот-ные	Фос-форные	Калий-ные	Азот-ные	Фос-фор-ные	Ка-лий-ные
2	I	Горчица полевая	16	76	14	-	**40**	**40**	**40**
4	II	Яровая пшеница	3,2	177	18	44	**60**	**60**	**60**
1	III	Куку-руза на силос	35	83	-	9	**90**	**90**	**90**
3	IV	Яровой рапс	2,5	119	90	18	**60**	**45**	**45**

Таблица 5. Необходимые дозы минеральных удобрений для получения фактической урожайности 2-го севооборота

Номер поля	Сево-обо-рот	Культура	Факти-ческая урожай-ность, т/га	Необходимо внести удобрений, кг/га д.в.			Внесено удобрений, кг/га д.в.		
				Азот-ные	Фос-форные	Калий-ные	Азот-ные	Фос-фор-ные	Ка-лий-ные
7	I	Яровая пшеница	3	129	-	-	60	40	40
5	II	Яровой рапс	2,7	149	-	27	60	40	40
6	III	Озимая пшеница	4,2	219	-	55	100	50	50
8	IV	Картофель	25	149	-	-	90	60	90
9	V	Картофель	23	131	-	-	120	90	60

Таблица 6. Необходимые дозы минеральных удобрений для получения планируемой урожайности 2-го севооборота

Но-мер поля	Сево-обо-рот	Культура	Планиру-ема уро-жай-ность, т/га	Необходимо внести удобрений, кг/га д.в.			Внесено удобрений, кг/га д.в.		
				Азот-ные	Фос-форные	Калий-ные	Азот-ные	Фос-фор-ные	Ка-лий-ные
7	I	Яровая пшеница	3,4	156	-	-	60	40	40
5	II	Яровой рапс	3,2	189	64	56	60	40	40
6	III	Озимая пшеница	4,9	264	30	85	100	50	50
8	IV	Карто-фель	33	221	56	-	90	60	90
9	V	Карто-фель	35	240	34	35	120	90	60

Для формирования планируемой урожайности культур по нашим расчетам требуется внести в большинстве полей только азотные удобрения.

При данном состоянии плодородия под фактический урожай необходимо внести в основном азотные удобрения. Например, 150 кг д.в/га под яровую пшеницу. Под другие культуры более умеренные дозы. А фосфорные и калийные вносить нет необходимости.

Под планируемый урожай поскольку он выше фактического примерно на 15% по всем культурам необходимо внести более высокие дозы азотных удобрений. И необходимость фосфорных и калийных удобрений установлена, например для рапса составляет 90 кг по мимо 45 кг уже внесенных.

Во 2-ом севообороте дозы удобрений в реализованной системе удобрений были выше в связи с более требовательными к элементам питания культурами. Тем не менее, расчеты показали, что и под факт. и планируемый урожай внесено недостаточное количество азота. Фосфорные удобрения под фактическую урожайность вносить не нужно. Калийные только под яровой рапс и озимую пшеницу.

Под планируемый урожай требуются большие дозы минеральных удобрений.

Для оценки реализованной системы удобрений расчет относительного баланса по азоту (табл. 7) показал, что в 1-ом севообороте он был ниже нормативного (120-130%), а во 2-ом выше. Относительный баланса элементов питания при реализованной системы удобрений наиболее благоприятно складывался по фосфору и по калию для формирования фактической и запланированной урожайности. По фосфору он значительно превосходил как в 1-ом, так и во 2-ом севообороте, принятый норматив баланса по фосфору (140-170) для серых лесных и аллювиальных почв с высокой обеспеченностью элементов питания. И близок к нормативному по калию (80-100).

Таблица 7. Баланс питательных элементов на планируемый урожай за ротацию севооборота

1 севооборот						2 севооборот					
Баланс питательных веществ, % к выносу											
Фактическая урожайность			Планируемая урожайность			Фактическая урожайность			Планируемая урожайность		
N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
112	239	122	87	185	90	168	296	124	133	235	95

Это значит, что система удобрений хозяйства наиболее благоприятно реализована во 2-ом севообороте.

Таблица 8. Вынос с планируемой прибавкой с 1-го севооборота

Чередование культур	Планируемая урожайность, т/га	Фактическая урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Вынос с планируемой прибавки, кг/га		
				N	P_2O_5	K_2O
Горчица полевая	16	14	2	9	4	7
Яровая пшеница	3,2	2,8	0,4	15	5	10
Кукуруза на силос	35	22	13	34	10	55
Яровой рапс	2,5	1,8	0,7	31	15	25
Всего выносится за севооборот				**89**	**35**	**96**
Итого поступило в почву питательных веществ, кг				340	291	335

$КИ_N$ = 26%

$КИ_{P2O5}$ = 12%

$КИ_{K2O}$ = 29%

Однако, как мы видим по расчетам коэффициентов использования из удобрений во 2-ом севообороте они были ниже, чем в 1-ом. Что свидетельствует о менее эффективном действии больших доз удобрений на более плодородных почвах.

Таблица 9. Вынос с планируемой прибавкой с 2-го севооборота

Чередование культур	Планируемая урожайность, т/га	Фактическая урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Вынос с планируемой прибавки, кг/га		
				N	P_2O_5	K_2O
Яровая пшеница	3,4	3	0,4	15,2	4,8	10
Яровой рапс	3,2	2,7	0,5	22	11	17,5
Озимая пшеница	4,9	4,2	0,7	24,5	8,4	18,2
Картофель	33	25	8	40	13,6	56
Картофель	35	23	12	60	20,4	84
Всего выносится за севооборот				**162**	**58**	**186**
Итого поступило в почву питательных веществ, кг				1040	672	760

$КИ_N$ = 16%

$КИ_{P2O5}$ = 9%

$КИ_{K2O}$ = 25%

Заключение. 1. При содержании гумуса, следовательно и минерального азота на уровне II-го класса обеспеченности и на фоне высокого содержания подвижных форм фосфора и калия (IV-V ый класс обеспеченности) складывается дисбаланс доступных для растений элементов питания. Что может вызвать снижение урожайности и качества сельскохозяйственной продукции.

2. Восполнить баланс азота при более высокой урожайности можно за счет внесения органических удобрений под культуру в год ее возделывания или под предшественника, а также за счет дифференцированного внесения больших доз

минеральных удобрений, не забывая о предельных экологически допустимых дозах азотных удобрений. По мимо внесения мине удобрений, важным агротехническим мероприятием по увеличению баланса азота является введение в структуру посевных площадей многолетних бобово-злаковых трав.

3. Оценка реализованной системы удобрений с помощью расчетов относительного баланса и коэффициентов использования элементов питания из удобрений подтверждает многочисленные научные исследования, что вносимые дозы удобрений действуют более эффективно на почвах с низким и средним плодородием. Внесенные дозы азотных удобрений в 1-ом севообороте не компенсируют баланс азота. Для формирования фактической урожайности горчицы дозу азотных удобрений нужно увеличить до 60 кг д.в. на га, под яровую пшеницу до 150 кг д.в. на га.

Литература:

1. Методические указания по определению баланса питательных веществ азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. – М.: ЦИНАО, 1999. – 34 с. 5.

2. Методика расчета показателя почвенного плодородия в субъекте Российской Федерации, утвержденной приказом Минсельхоза России от 06.07.2017 № 325.

3. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М., 2003. – 195 с.

4. Минеев В.Г. Агрохимия : Учебник – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во КолосС, 2004. – 720 с.: ил. – (Классический университетский учебник).

5. Муравин, Э.А. Агрохимия: учебник. / Э.А. Муравин, Л.В. Ромодина, В.А. Литвинский. – М.: Издательский центр «Академия», 2014 – 394 с.

6. Составление проекта на применение удобрений: рекомендации. – М., 2000. – 155 с.

7. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. – М.: РАН, 2019. – 325 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПЛОДОРОДИЯ НЕИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПАШНИ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ЕЁ ВВЕДЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ

С.А. Морозов, С.В. Куркова

ФГБУ «САС «Баганская»
632270, Россия, Новосибирская область, Баганский район,
село Баган, ул. Куйбышева 33

Обсуждаются агрохимические параметры потенциального плодородия почв неиспользуемой пашни, по которым определяется возможность или невозможность возврата в сельскохозяйственный оборот земельных участков.

Ключевые слова: почвенное обследование, неиспользуемая пашня, гумус, подвижный фосфор, подвижный калий.

Минсельхозом России в рамках Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации, утверждённой постановлением Правительства Российской Федерации от 14.05.2021 № 731, предусмотрено проведение оценки состояния плодородия неиспользуемой пашни для последующего её введения в сельскохозяйственный оборот.

О состоянии плодородия почв принято судить по агрохимическим и водно-физическим свойствам. Агрохимические параметры потенциального (гумус, pH, валовое содержание макро- и микроэлементов и др.) и эффективного (подвижные формы минерального азота, фосфора, калия и др.) плодородия и определяют уровни продуктивности возделываемых культур [1].

Почвенное обследование проводится ФГБУ центрами и станциями агрохимической службы, и другими подведомственными Минсельхозу России учреждениями в границах, используемых или неиспользуемых земель и имеющихся кадастровых кварталов. На основании материалов проведённого обследования определяется возможность или невозможность возврата в сельскохозяйственный оборот земельных участков (залежных полей).

В 2022 году станцией агрохимической службы «Баганская» в рамках Государственной программы было обследовано 7037,1 гектаров залежных

земель, расположенных в Баганском районе. Обследовались земли бывших совхозов «Баганский» и «Андреевский».

Неиспользуемые земли, на которых проводились полевые работы, расположены в Казахстанской степной провинции в северостепном Нижнекарасукском агроландшафтном районе (в зоне Северной Кулунды, вторичная степь). Климатические условия, в границах которой находятся обследуемые земли, отличаются резкой континентальностью, зима продолжительная, суровая, лето жаркое и сухое. Соотношение притока тепла и влаги на этой территории обусловливает большой дефицит влаги в воздухе и почве в летний период. Низкие зимние температуры при маломощном (24-30 см) снежном покрове вызывают сильное, глубокое промерзание почв и сравнительно медленное оттаивание весной. Безморозный период длится в среднем 120-132 дня. Среднемноголетняя сумма температур воздуха выше 10°С равна 2060-2160. Северная Кулунда относится к зоне неустойчивого земледелия, периодически подвергается сильной засухе. Согласно агроклиматической характеристики по среднемноголетним значениям, сумма годовых осадков составляет 270-290 мм, в отдельные годы количество осадков значительно отклоняется от среднемноголетней нормы (от 154 до 548 мм). Сумма осадков за основную часть периода вегетации (июнь – июль) в среднем составляет 103 мм. Коэффициент увлажнения – 0,60-0,64 [2]. По месяцам осадки распределяются неравномерно, причем первая половина лета засушливая, основная масса осадков приходится на июль-август. Наиболее выраженная засуха приходится на период закладки репродуктивных органов, то есть на фазу кущение – выход в трубку зерновых культур, что приводит к снижению урожайности. Обилие тепла и света в летние месяцы в Северной Кулунде благоприятствуют получению высококачественного зерна яровой пшеницы.

Почвенный покров в Северной Кулунде отличается большой пестротой, или комплексностью. Это связано с рельефом местности, почвообразующими породами, географическим положением. Агроландшафтные группы земель агроландшафтного района представлены северостепными малосолонцовыми землями, плоскими слабодренированными равнинами с чернозёмами южными и лугово-чернозёмными солонцеватыми почвами в комплексе с солонцами 10-30%; северостепными солонцовыми землями, плоскими слабодренированными равнинами с чернозёмно-луговыми и луговыми солонцеватыми почвами в комплексе с солонцами и солончаками более 30 %. В геоморфологическом отношении, Северная Кулунда – это плоская типичная бессточная низменная равнина. В её пределах находятся системы бессточных рек (Баган и Карасук),

сеть озёр и болот. Зона характеризуется относительно неглубоким залеганием грунтовых вод.

На гривах, занимающих в целом небольшую площадь, грунтовые воды находятся на глубине 5-10 м, на основной равнинной территории – на глубине 0,5-5,0 м. Грунтовые воды разнообразны по степени и характеру засоления, наиболее пресные воды приурочены к гривам, а более минерализированные – к террасам озёр и болот [3].

Почвообразующие породы – четвертичные рыхлые отложения, представленные карбонатными глинами; тяжёлыми, средними, лёгкими карбонатными суглинками, супесями.

Растительность обследованных залежных земель представлена многолетними и однолетними сорными травами: различные виды полыни, пырей, молочай прутьевидный и прочий бурьян, встречаются закустаренные в различной степени участки. Залежи не использовались в обороте более 5 лет, на некоторых полях слой дернины составляет от 6 до 10 см.

Для выполнения работ использовался картографический материал (почвенные карты 1969 года бывших совхозов «Баганский» и «Андреевский») в масштабе 1:25000. Точки для копания разрезов находились при помощи навигатора, относительно нужного направления. Копка разрезов производилась вручную с помощью лопат. Общее количество отобранных для анализа образцов составило 310 шт. Количество выполненных анализов составило 4960 шт. Выполнялись основные химические анализы, служащие для всесторонней генетической характеристики почв: содержание гумуса, P_2O_5, K_2O; pH водная и солевая; поглощённые основания (Ca^{++}, Mg^{++}); ёмкость поглощения, Na+. Гранулометрический состав определяли в поле мокрым методом (по Качинскому). Лабораторные исследования проводили в аккредитованной аналитической лаборатории ФГБУ «САС «Баганская». Анализ почвенных образцов выполняли в соответствии с действующей нормативной документацией: определение подвижных соединений фосфора и калия – по методу Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91); pH_{KCl} – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26484-85); pH_{H2O} – ГОСТ 26423; содержание органического вещества – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91); ёмкость поглощения – ГОСТ 27821-88; натрий – ГОСТ 26427.

Морфологическое описание разрезов, взятие почвенных образцов для исследований проводились по научно-методическим рекомендациям «Проведение почвенного обследования сельскохозяйственных земель» [4].

В распределении почвенного покрова на территории Новосибирской области ярко выражена широтная зональность с севера на юг. По выраженности природных условий и по приуроченности почв к ландшафтам область разделена на таёжно-лесную, (таёжную и подтаёжную), лесостепную (северную, центральную и южную) и степную зону. Кроме ведущих факторов почвообразования значительную роль играют интразональные: микрорельефность, и бессточность территории, грунтовые воды, их минерализация и засоление, карбонатность и засолённость почвообразующих пород. Эти отклонения вызывают развитие таких процессов, как солонцовый, глеевый, осолоделый и т.д., которые, в свою очередь, накладываются на ведущие зональные процессы (дерновый и подзолистый). В целом почвенный покров Новосибирской области весьма сложный и мозаичный.

Почвенный покров обследованных в 2022 году залежных земель Баганского района Новосибирской области представлен тремя типами почв: лугово-чернозёмные; чернозёмы; солонцы.

Лугово-чернозёмные почвы формируются на склонах грив и плоских увалах, гривообразных повышениях, сложенных карбонатными суглинками и глинами. Грунтовые воды находятся на глубине 3-6 м, имеют слабую минерализацию. При относительно большой глубине залегания их воздействие на почвообразование ограничено. Оно проявляется в слабом оглеении нижних горизонтов, возникающем периодически при сезонном повышении уровня залегания грунтовых вод. В генетическом отношении лугово-чернозёмные почвы занимают промежуточное положение между чернозёмами и луговыми почвами. Признаки, свойственные чернозёмам, выражены хорошо развитым тёмноокрашенным гумусовым горизонтом комковато-зернистой структуры, который постепенно переходит в карбонатно-иллювиальный горизонт. Их формирование связано с активным развитием дернового процесса и выщелачиванием карбонатов на значительную глубину при достаточном атмосферном увлажнении. Признаки, свойственные луговым почвам – повышенная гумусированность, оглеенность и наличие ржаво-охристых пятен, что обусловлено периодическим воздействием грунтовых вод. Среди лугово-чернозёмных почв выделяют типичные и осолоделые (подтайга), солонцеватые, осолоделые (лесостепь) и выщелоченные, карбонатные, солончаковатые и осолоделые (степь). Длительное время в сибирской классификации не было чёткого разделения чернозёмов, лугово-чернозёмных и луговых почв. К.П. Горшенин [5] включил лугово-чернозёмные почвы в тип луговых, считая, что из-за резко меняющегося уровня грунтовых вод в сухие и влажные годы эти почвы трудно выделить

вообще. Н.И. Богданов [6] Р.В. Ковалёв и др. [3] данные почвы выделили в самостоятельный тип. Однако динамичность процессов увлажнения, уровня залегания грунтовых вод по годам и в течение одного вегетационного периода затрудняют их выделение. Для установления типовой принадлежности и свойств данных почв необходима закладка глубоких скважин и разрезов (не менее 3 м). В природе, особенно в условиях озёрно-болотно-гривного рельефа, хорошо прослеживается взаимосвязь и взаимозависимость чернозёмов, лугово-чернозёмных и луговых почв.

В Северной Кулунде чернозёмы южные составляют основные почвенные массивы. Отличительные особенности этих почв – незначительная гумусированность, маломощность и языковатость гумусового горизонта, широкое колебание глубины вскипания, карбонаты представлены пятнами и в виде прожилок, хорошо выраженная солонцеватость, а иногда и осолоделость профиля, высокая опреснённость профиля, лишь иногда небольшое количество легкорастворимых солей обнаруживается в подстилающих породах. Гранулометрический состав чернозёмов южных лёгкий, опесчаненный, мощность гумусового горизонта в пределах 30-45 см, но очень часто уменьшается до 18-30 см, особенно на склонах и вершинах узких грив. Материнские породы неоднородны по гранулометрическому составу и содержат большое количество карбонатов. В Северной Кулунде сформировались собственно южные чернозёмы, южные чернозёмы с пониженным вскипанием (промытые), южные чернозёмы солонцеватые и южные чернозёмы осолоделые. Они приурочены к наиболее повышенным элементам рельефа – гривам. Собственно, южные чернозёмы и южные чернозёмы, промытые занимают вершины грив, причём первые залегают на гривах различного гранулометрического состава, а вторые – на гривах, сложенных песками и супесями. Южные солонцеватые и осолоделые чернозёмы приурочены к склонам грив или к пониженным гривам, сложенных суглинками. Наиболее широко распространены собственно южные и промытые чернозёмы, а чернозёмы южные солонцеватые и осолоделые занимают сравнительно малые площади.

Солонцы, геоморфологически – это интразональные почвы, встречаются во всех почвенно-климатических зонах, как сплошными массивами, так и пятнами среди зональных почв – лугово-чернозёмных, луговых, чернозёмов. Наибольшие по площади контуры приурочены к древним лощинам стока и межгривным понижениям вокруг озёр и болот. В пределах мезорельефа солонцы занимают микропонижения. Большинство солонцов приходится на Барабинскую низменность и Северную Кулунду. Образованию солонцовых почв

способствуют нерасчленённость и микрорельефность территории, засолённость почвообразующих пород, близкое залегание водоупора и минерализированных грунтовых вод, т.е. пульсирующий характер водно-солевого режима. В связи с высокой гидроморфностью территории автоморфных солонцов в Новосибирской области практически нет. Основное развитие получили полугидроморфные (лугово-чернозёмные и чернозёмно-луговые) и гидроморфные (луговые) солонцы, даже в степной зоне Северной Кулунды). Чернозёмно-луговые и луговые солонцы морфологически отличаются от лугово-чернозёмных повышенным увлажнением, сильным оглеением, начинающимся в горизонте В. Материнская порода представлена оглеенным горизонтом с обилием ржаво-охристых и сизых пятен. Во всех зонах гранулометрический состав солонцов тяжелосуглинистый и глинистый. Среднесуглинистые солонцы встречаются лишь в степной зоне [7].

По результатам агрохимических анализов, выполненных станцией агрохимической службы «Баганская», лугово-чернозёмные почвы неиспользуемой пашни характеризуются среднемощным гумусовым горизонтом (43 см), низким содержанием гумуса в пахотном горизонте (2,3 %), средним содержанием подвижного фосфора (51 мг/1кг почвы), высоким содержанием обменного калия (149 мг/1 кг почвы), нейтральной реакцией почвенной среды (pH солевой вытяжки – 6,5), средней степенью насыщенности основаниями (55,60 %) (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика плодородия гумусового горизонта лугово-чернозёмных почв

Показатель	Ед. изм.	Генетические горизонты	
		Ап	АВ (B_1)
Глубина залегания горизонта от поверхности	См	0-23	23-43
Мощность гумусового горизонта ((Ап+АВ(В1))		43 среднемощные	
Содержание гумуса	%	2,3	1,3
Содержание подвижного фосфора	Мг/1кг	51	59
Содержание подвижного калия	Мг/1кг	149	93
Кислотность, pH солевая		6,5	6,4
Степень насыщенности основаниями (V)	%	55,60	68,52
Сумма поглощённых оснований (S)	Ммоль/100 г	11,61	12,43

Чернозёмные почвы обследованной залежи характеризуются среднемощным гумусовым горизонтом (45 см), очень низким содержанием гумуса в пахотном горизонте (1,8 %), средним содержанием подвижного фосфора (55 мг/1кг почвы), повышенным содержанием подвижного калия (111 мг/1 кг

почвы), нейтральной реакцией почвенной среды (pH солевой вытяжки – 6,3), средней степенью насыщенности основаниями (63,07 %) (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика плодородия гумусового горизонта чернозёмных почв

Показатель	Ед. изм.	Генетические горизонты	
		Ап	АВ (B_1)
Глубина залегания горизонта от поверхности	См	0-22	22-45
Мощность гумусового горизонта ((Ап+АВ(В1))		45 среднемощные	
Содержание гумуса	%	1,8	1,1
Содержание подвижного фосфора	Мг/1кг	55	50
Содержание подвижного калия	Мг/1кг	111	75
Кислотность, pH солевая	pH	6,3	6,2
Степень насыщенности основаниями (V)	%	63,07	71,96
Сумма поглощённых оснований (S)	Ммоль/100 г	9,10	10,19

Для произрастания растений большое значение имеет соотношение кальция и магния. От состава поглощённых катионов в значительной степени зависят свойства почвы и условия роста растений. Кальций коагулирует органические и минеральные коллоиды, поэтому преобладание в составе поглощённых катионов кальция способствует поддержанию прочной структуры и обусловливает хорошие физические свойства почвы. В составе обменных катионов обследованных почв преобладает кальций. Обследованные залежные земли (лугово-чернозёмные и чернозёмные почвы) не нуждаются ни в известковании, ни в гипсовании. В профиле обследованных почв содержится невысокое количество легкорастворимых солей, то есть он практически опреснён.

При проведении обследования залежных земель, солонцовые почвы входили в границы полей, представленных чернозёмными и лугово-чернозёмными почвами и занимали небольшую площадь от всей обследованной территории. Это были средне-столбчатые солонцы лугово-степные и глубокие солонцы с комплексом средних солонцов 25-45 %. В лугово-степных солонцах грунтовые воды залегают на глубине 3-4 м от поверхности почвы и не принимают активного участия в почвенных процессах, глубокие солонцы чистым фоном встречаются редко. Чаще они комплексуются с другими почвами. В таблице 3 представлена характеристика средне-столбчатых солонцов. Данная почва характеризуется тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, низким содержанием гумуса (3,1 %), низким содержанием подвижных форм фосфора (35-41 мг/кг почвы), очень высоким содержанием подвижного калия в надсолонцовом горизонте (197 мг/кг почвы), слабощелочной реакцией среды (pH водный – 7,9).

Таблица 3. Характеристика плодородия средне-столбчатых солонцов лугово-степных

Показатель	Ед. изм.	Генетические горизонты			
		Ап	В1	В2	Ск
Глубина залегания горизонта от поверхности	См	0-20	20-49	49-106	106 и >
Мощность гумусового горизонта (Ап)	См	20 среднемощные			
Гранулометрический состав горизонта А пах.		тяжелосуглинистый			
Содержание гумуса	%	3,1	1,4	-	-
Содержание подвижного фосфора	Мг/1кг	41	35	58	44
Содержание подвижного калия	Мг/1кг	197	86	77	73
Кислотность, pH водная	ед. pH	7,9	8,2	9,1	8,9
Ёмкость поглощения	Ммоль/100 г	27,8	44,4	44,8	44,7
Содержание поглощённого Na+	Ммоль/100 г	3,1	21,8	13,6	12,8
Na+ от ёмкости поглощения	%	11,16	49,10	30,36	28,64

Насыщение почвы натрием вызывает пептизацию коллоидов, что приводит к их вымыванию, разрушению структурных агрегатов и ухудшению физических свойств почвы (плотное сложение, вязкость и т.д.). Кроме того, при наличии натрия в почвенном поглощающем комплексе происходит вытеснение этого элемента в раствор в обмен на другие катионы с образованием соды, что вызывает щелочную реакцию раствора, неблагоприятную для развития растений. Содержание поглощённого натрия в обследованных средне-столбчатых солонцах лугово-степных в надсолонцовом горизонте составляет 11,16 % от ёмкости поглощения, что не очень критично и не требует проведения гипсования.

Глубокие солонцы с комплексом средних солонцов 25-45 % характеризуются среднемощным надсолонцовым горизонтом (20 см), глинистым гранулометрическим составом, низким содержанием гумуса в пахотном горизонте (3,7 %), низким содержанием фосфора (34 мг/кг почвы), очень высоким содержанием калия (887 мг/кг почвы), щелочной реакцией почвенной среды (pH водный – 8,0) (табл. 4). Содержание поглощённого натрия в надсолонцовом горизонте составляет 2,23 % от ёмкости поглощения, проведение гипсования не требуется.

Таблица 4. Характеристика плодородия глубоких солонцов с комплексом средних солонцов 25-45 %

Показатель	Ед. изм.	Генетические горизонты			
		Ап	В1	В2	Ск
Глубина залегания горизонта от поверхности	См	0-20	20-57	57-80	80 и >
Мощность гумусового горизонта (Ап)	См	20 среднемощные			
Гранулометрический состав горизонта Апах.		глинистый			
Содержание гумуса	%	3,7	1,6	-	-
Содержание подвижного фосфора	Мг/1кг	34	36	58	45
Содержание обменного калия	Мг/1кг	887	160	93,7	93,4
Кислотность, pH водная	ед. pH	8,0	8,3	8,5	9,2
Ёмкость поглощения	Ммоль/100 г	31,4	45,0	42,4	44,0
Содержание поглощённого Na+	Ммоль/100 г	0,7	6,0	13,1	7,8
Na+ от ёмкости поглощения	%	2,23	13,34	30,9	17,73

Выводы. По результатам почвенного обследования, проведённого в 2022 году в Баганском районе Новосибирской области дана оценка состояния плодородия неиспользуемой пашни.

Лугово-чернозёмные почвы неиспользуемой пашни характеризуются среднемощным гумусовым горизонтом (43 см), низким содержанием гумуса в пахотном горизонте (2,3 %), средним содержанием подвижного фосфора (51 мг/1кг почвы), высоким содержанием подвижного калия (149 мг/1 кг почвы), нейтральной реакцией почвенной среды (pH солевой вытяжки – 6,5), средней степенью насыщенности основаниями (55,60 %).

Чернозёмные почвы характеризуются среднемощным гумусовым горизонтом (45 см), очень низким содержанием гумуса в пахотном горизонте (1,8 %), средним содержанием подвижного фосфора (55 мг/1кг почвы), повышенным содержанием подвижного калия (111 мг/1 кг почвы), нейтральной реакцией почвенной среды (pH солевой вытяжки – 6,3), средней степенью насыщенности основаниями (63,07 %).

Средне-столбчатые солонцы лугово-степные обладают тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, низким содержанием гумуса (3,1 %), низким содержанием подвижных форм фосфора (35-41 мг/кг почвы), очень высоким содержанием подвижного калия в надсолонцовом горизонте (197 мг/кг почвы), слабощелочной реакцией среды (pH водный – 7,9). Содержание поглощённого натрия в надсолонцовом горизонте составляет 11,16 % от ёмкости поглощения, что не очень критично и не требует проведения гипсования.

Глубокие солонцы с комплексом средних солонцов 25-45 % характеризуются среднемощным надсолонцовым горизонтом (20 см), глинистым гранулометрическим составом, низким содержанием гумуса в пахотном горизонте (3,7 %), низким содержанием фосфора (34 мг/кг почвы), очень высоким содержанием калия (887 мг/кг почвы), щелочной реакцией почвенной среды (pH водный – 8,0). Содержание поглощённого натрия в надсолонцовом горизонте составляет 2,23 % от ёмкости поглощения, проведение гипсования не требуется.

Состояние плодородия неиспользуемой пашни соответствует потенциалу природной зоны, почвы пригодны для введения в сельскохозяйственный оборот.

Литература:

1. Гамзиков Г.П**.** Агрохимические свойства сибирских почв и приёмы их регулирования // IV Сибирские агрохимические Прянишниковские чтения: материалы междунар. науч.- практ. конф. (Иркутск, 16-21 июля 2007 г.) / Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние; сост.: Л.Ф. Ашмарина и др., под ред. акад. Россельхозакадемии Г.П. Гамзикова. – Новосибирск, 2009. – С. 11-22.

2. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области // РАСХН. Сиб. отд.- ние. СибНИИСХим. / под редакцией академиков РАСХН В.И. Кирюшина и А.Н. Власенко. – Новосибирск, 2002. – 388 с.

3. Ковалёв Р.В. Почвы Новосибирской области. – Из-во «Наука», Новосибирск, 1966. – 422 с.

4. Проведение почвенного обследования сельскохозяйственных земель. Научно-методические рекомендации / под редакцией д.с.-х.н., профессора М.М. Овчаренко. – М. ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 188 с.

5. Горшенин К.П. Почвы южной части Сибири (от Урала до Байкала). – М.: АН СССР, 1955. – 591 с.

6. Богданов Н.И. Особенности почвенного покрова и эволюция почв Западной Сибири. – ОмСХИ. – Омск, 1977. – 60 с.

7. Семендяева Н.В., Галеева Л.П., Мармулаев А.Н. Региональные особенности почв Новосибирской области и их сельскохозяйственное использование: Учебн. Пособие / НГАУ. – Новосибирск, 2003. – 129 с.

ОТЗЫВЧИВОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.М. Каюмов

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова
127550, Москва, ул. Прянишникова 31а, Россия

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

Рассматривается влияние минеральных удобрений на урожай и качество яровой пшеницы на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны и Западной Сибири.

Ключевые слова: почва, урожай, удобрения, сорт, вынос элементов питания.

Целью данного исследования является обобщение результатов проведенных ранее сотрудниками Пермской и Омской областных станций химизации сельского хозяйства многочисленных полевых опытов по отзывчивости яровой пшеницы на применение различных сочетаний минеральных удобрений на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны и Западной Сибири.

В настоящее время на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны Российской Федерации проводится много опытов по отзывчивости сортов озимой пшеницы на различные формы минеральных удобрений. Однако на указанной территории мало закладываются аналогичные опыты с применением сортов яровой пшеницы. В связи с тем, что на данной территории возможно проявление неблагоприятных метеорологических условий, то может возникнуть недобор урожая озимой пшеницы. В таком случае необходимо проводить посев яровой пшеницы с целью обеспечения потребности населения дешёвым зерном с высокими хлебопекарными свойствами [1].

Для получения хорошего урожая и эффективного использования удобрений необходимо изучение различных доз питательных веществ с целью установления наиболее рациональных приемов их применения в зависимости от агрохимических свойств почв, так как производительная способность почв различается в зависимости от их типа. Почвы имеют различия по содержанию основных элементов питания, органического вещества, влаги, а также по реакции почвенной среды [2].

Проведенные ранее Государственной агрохимической службой многочисленные полевые опыты свидетельствуют о том, что агрохимические свойства почв оказывают гораздо большее влияние на урожайность культур и

эффективность применения удобрений по сравнению с генетическими свойствами и агрометеорологическими условиями [3].

Для обобщения брались данные из отчетных карточек опытов по возделыванию сортов яровой пшеницы: Стрела, Скала и Ладе, которые были проведены не менее 3 лет на дерново-подзолистой почве. В данных исследованиях изучалась прибавка урожая в зависимости от применения различных сочетаний минеральных удобрений, показатели качества основной продукции урожая (протеин), вынос питательных веществ с урожаями.

При проведении агрохимических анализов почвы опытных участков установлено, что пахотный слой имеет низкое содержание нитратного азота, от низкого до высокого – подвижного фосфора, от низкого до повышенного – подвижного калия. Почвенный раствор имеет кислую и слабокислую реакцию (табл. 1).

Таблица 1. Средние агрохимические показатели пахотного слоя почвы

Сорт яровой пшеницы	Средние агрохимические показатели пахотного слоя почвы			
Стрела	pH kcl	$N\text{-}NO_3$ (по Грандваль-Ляжу)	P_2O_5 (по Кирсанову)	K_2O (по Кирсанову)
	4,3	мг/кг		
		-	207	128
Скала	4,6	-	46	89
Ладе	5,1	6,1	36	53

При обобщении полученных данных по возделыванию яровой пшеницы сорта Стрела можно сделать вывод, что с увеличением доз азотных удобрений при высоком содержании подвижного фосфора в почве (табл. 1) получен наиболее высокий урожай основной продукции 21,3 ц/га за 3 года с содержанием протеина в зерне 16,4% (табл. 2).

Таблица 2. Влияние различных доз минеральных удобрений на урожай и качество яровой пшеницы сорта Стрела по данным Пермской областной станции химизации сельского хозяйства (1986-1988 гг.)

Вариант	Урожай основной продукции за 3 года, ц/га	Прибавка, ц/га к контролю	Содержание протеина в основной продукции за 3 года,%
Контроль	16,2	-	13,6
$N_{50}P_{70}K_{70}$	17,7	1,5	14,7
$N_{70}P_{70}K_{70}$	19,1	3,2	15,5
$N_{90}P_{70}K_{70}$	21,3	5,1	16,4

При возделывании яровой пшеницы сорта Скала Пермской областной станцией химизации сельского хозяйства применялась типовая совмещенная схема изучения доз удобрений по методике ЦИНАО. По результатам проведенных исследований установлено, что на почве с низким содержанием подвижного фосфора 46 мг/кг (табл.1) получен низкий урожай основной

продукции (зерна) 12,8, 13,0 и 12,1 ц/га соответственно, несмотря на увеличение доз азотных, фосфорных и калийных удобрений (табл. 3).

Таблица 3. Влияние различных доз минеральных удобрений на урожай и качество яровой пшеницы сорта Скала по данным Пермской областной станции химизации сельского хозяйства (1980-1983 гг.)

Сорт яровой пшеницы	Эффективность минеральных удобрений	Вариант	Урожай основной продукции за 3 года, ц/га	Прибавка, ц/га к контролю	Содержание протеина в основной продукции за 3 года, %
Скала	Эффективность N удобрений	Контроль	8,0	-	10,4
		$P_{90}K_{60}$-фон	10,9	2,9	9,4
		фон + N_{30}	12,2	4,2	10,3
		фон + N_{60}	12,0	4,0	10,7
		фон + N_{90}	13,1	5,1	12,3
		фон + N_{120}	12,8	4,8	13,3
	Эффективность P удобрений	Контроль	8,0	-	10,4
		$N_{60}P_{60}$-фон	13,0	5,0	11,3
		фон + P_{60}	12,6	4,6	11,6
		фон + P_{90}	12,0	4,0	10,7
		фон + P_{120}	12,9	4,9	12,4
		фон + P_{150}	13,0	5,0	12,3
	Эффективность K удобрений	Контроль	8,0	-	10,4
		$N_{60}P_{90}$-фон	10,2	2,2	12,1
		фон + K_{30}	12,6	4,6	11,6
		фон + K_{60}	12,0	4,0	10,7
		фон + K_{90}	12,9	4,9	10,3
		фон + K_{120}	12,1	4,1	12,4

При обобщении полученных данных по возделыванию яровой пшеницы сорта Ладе можно сделать вывод, что с увеличением доз азотных удобрений при низком содержании подвижного фосфора в почве 36 мг/кг (табл. 1) получен урожай основной и побочной продукции соответственно 11,4 и 18,6 ц/га за 3 года с содержанием протеина в зерне 13,7%, вынос урожаем N составил 36,2 кг/га, удельный вынос N составил 31,7 кг/т, вынос урожаем P_20_5 составил 4,8 кг/га, удельный вынос P_2O_5 составил 4,2 кг/т, вынос урожаем K_2O составил 23,1 кг/га, удельный вынос K_2O составил 20,2 кг/т (табл. 4).

В настоящее время выводятся новые сорта яровой пшеницы. В связи с этим появляется интерес к изучению их эффективности на дерново-подзолистых почвах. На основании изложенного нами намечено провести исследования по отзывчивости современных сортов яровой пшеницы на 3 формы азотных удобрений, качеству зерна и потребления питательных веществ на дерново-подзолистой почве в условиях Центрального федерального округа.

Таблица 4. Влияние различных доз минеральных удобрений на урожай и качество яровой пшеницы сорта Ладе по данным Омской областной станции химизации сельского хозяйства (1976-1978 гг.)

Сорт яровой пшеницы	Вариант	Урожай основной продукции за 3 года, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Урожай побочной продукции за 3 года, ц/га	Содержание протеина в основной продукции за 3 года, %	Вынос урожаем, кг/га			Удельный вынос урожаем, кг/т		
						N	P	K	N	P	K
Ладе	Контроль	8,6	-	13,1	12,8	25,9	3,1	15,7	30,1	3,6	18,2
	$P_{80}K_{60}$	9,8	1,2	14,4	13,6	30,9	4,5	20,9	31,5	4,6	21,3
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	11,4	2,8	18,6	13,7	36,2	4,8	23,1	31,7	4,2	20,2

Литература:

1. Лукин С.В. Оптимизация качества урожая/ С.В. Лукин [и др.] - Белгород: КОНСТАНТА-принт, 2014. – 212 с.

2. С.А. Шафран, А.В. Постников, И.П. Стокозов. Применение удобрений и баланс питательных веществ в земледелии России. Агрохимические исследования и технологии. Труды ВНИПТИХИМ. - М.,1999 - вып.1. т. 1. С. 32- 45.

3. Шафран С.А., Духанина Т.М. Значение комплексного агрохимического окультуривания и повышение эффективности азотных удобрений под пшеницу. //Агрохимия. 2015. №11. С. 21-30.

ДИНАМИКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ПАШНИ ЗАПАДНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

В.В. Немкеева, Г.Д. Унканжинов

ФГБУ Станция агрохимической службы «Калмыцкая»
358000, Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста, ул. Губаревича, д.10

Дан анализ состояния основных агрохимических показателей плодородия почв пахотных угодий Западной зоны Республики Калмыкия и динамика за последние 2 тура обследования. Проанализирован баланс основных питательных элементов и гумуса.

Ключевые слова: плодородие почв, питательные элементы, гумус, минеральные удобрения, черноземные почвы, баланс.

В современных условиях к глобальным мировым проблемам, без решения которых вообще невозможно существование человечества, отнесены продовольственная безопасность, защита окружающей среды и сохранение внутренней среды человека [5].

Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года № 120, определено, что продовольственная безопасность является одним из главных направлений обеспечения национальной безопасности страны в среднесрочной перспективе, фактором сохранения ее государственности и суверенитета, важнейшей составляющей демографической политики, необходимым условием реализации стратегического национального приоритета.

При этом стратегической целью продовольственной безопасности является обеспечение населения страны безопасной сельскохозяйственной, рыбной и иной продукцией из водных биоресурсов и продовольствием. Гарантией её достижения является наличие стабильно функционирующего внутреннего производства и необходимых резервов и запасов [7].

Согласно прогнозам, к 2050 году численность населения Земли превысит 9 миллиардов человек. Конкуренция за земельные и водные ресурсы обострится, а если при этом учесть еще и последствия изменения климата, то станет понятно, что нынешняя и будущая продовольственная безопасность напрямую зависит от нашей способности повысить урожайность и качество

пищевых продуктов, используя те почвенные ресурсы, которые мы эксплуатируем сейчас [2].

В свете введения продовольственного эмбарго необходимо повысить валовое производство продукции сельского хозяйства для обеспечения населения страны продуктами питания, что возможно достигнуть только за счет интенсивного и рачительного использования всех ресурсов.

Обязательным условием в обеспечении качественной продукции является оценка экологического состояния почв сельскохозяйственных земель, которая проводится в целях получения информации о свойствах земли как главного средства производства в сельском хозяйстве [11].

Во всем мире остро стоит проблема деградации земель из-за развития основных негативных процессов (эрозия, дефляция, переувлажнение, заболачивание, подтопление, опустынивание, дегумификация, переуплотнение, засоление и др.). В связи с прогнозируемым ростом населения, почва становится основным ресурсом, который должен быть защищен в срочном порядке.

В настоящее время часть земель сельскохозяйственного назначения России не обрабатывается не только из-за отсутствия мощностей, но и из-за непригодности к использованию [4].

Общая площадь засушливых территорий России, включая аридные и субаридные, составляет около 150 млн га. По различным оценкам от 60 до 80% земель аридной зоны подвержены сегодня процессам дефляции, ежегодно из сельскохозяйственного оборота выводятся около 50 тыс. га, а общая площадь сельхозугодий, подверженных опустыниванию, составляет около 100 млн га, в том числе в Республике Калмыкия 4,4 млн га, засолено более 16 млн га, из них 4,5 млн га пашни [3].

Пытаясь получить в этих условиях максимум продукции животноводства и растениеводства, пользователи земель продолжают тенденцию, направленную на дальнейшую деградацию земель.

Для сохранения высокого производственного потенциала почв необходимы комплексные системы управления производством, которые способствуют укреплению агроэкосистем и являются устойчивыми с социальной, экологической и экономической точек зрения.

История развития человеческого общества показывает, что решение продовольственной проблемы невозможно без применения средств интенсификации – минеральных и органических удобрений, средств защиты растений, орошения, энергонасыщенных агротехнологий, а с другой стороны – без обеспечения высокого уровня природного плодородия почвы.

Следует отметить, что пунктом 54 Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 года № 683, установлено, что одним из условий обеспечения продовольственной безопасности является повышение плодородия почв, предотвращение истощения и сокращения площадей сельскохозяйственных земель и пахотных угодий [8].

Анализ современного состояния почв и прогноз развития сельхозпроизводства требует проведения комплекса мероприятий по повышению почвенного плодородия, стабилизации и восстановлению почвенных угодий, а также улучшению общей экологической обстановки в России [10].

Сохранение, рациональное использование и воспроизводство почвенного плодородия являются основополагающими условиями решения задач по обеспечению продовольственной независимости и безопасности нашей страны. Поэтому целый ряд федеральных и региональных целевых программ развития АПК направлен на решение проблем воспроизводства плодородия почвы на основе широкого использования минеральных, органических и микробиологических удобрений, известкования, фосфоритования и гипсования почв. Однако результаты выполнения этих программ будут зависеть, прежде всего, от того, насколько они будут поддержаны инвестициями со стороны государства и самих землевладельцев [9].

Почвы аридных районов юга России отличаются низким естественным плодородием. В нынешних экономических условиях функционирования АПК этих регионов сельские товаропроизводители не достаточно приобретают и вносят минеральные и органические удобрения, что еще больше усугубляет и без того сложное положение с обеспечением фитоценозов питательными элементами [1].

Характерной особенностью современного сельскохозяйственного производства Республики Калмыкия является поиск путей повышения продуктивности земледелия. Республика Калмыкия относится к зоне рискованного земледелия с неустойчивым увлажнением и большими контрастами климатических и почвенных условий [9].

В структуре почвенного покрова Калмыкии широкое распространение получили светло-каштановые и бурые полупустынные почвы, солонцы полупустынные с зональными почвами разной степени солонцеватости. Имеющиеся в степной зоне черноземы и темно-каштановые почвы в структуре сельскохозяйственных угодий республики занимают небольшую площадь (1,5%).

Цель данных исследований – анализ динамики изменения основных показателей плодородия пахотных почв Западной зоны Республики Калмыкия и дать характеристику современного ее состояния.

В состав Западной зоны входит два административных района (Городовиковский и Яшалтинский). В зоне расположено около 22% пахотных угодий Калмыкии и являются основными зерносеющими районами республики. Почвенный покров сельскохозяйственных угодий данной зоны Калмыкии представлен в основном черноземами и темно-каштановыми почвами тяжело- и среднесуглинистого гранулометрического состава. По показателю тепло- и влагообеспеченности входит в районы засушливого климата с умеренно жарким летом и умеренно холодной зимой.

По данным Росреестра на 01.01.2023 г. площадь пашни Республики Калмыкия составляет 831,33 тыс. га. На сегодня только 70% пахотных угодий республики обрабатывается и 30% (251,9 тыс. га) не обрабатывается, причем 195,9 тыс. га – не используется более 10 лет (23,6% от общей площади пашни).

Специалистами ФГБУ «Станции агрохимической службы «Калмыцкая» проведено 10 циклов обследования пахотных угодий Западной зоны Республики Калмыкия. Сравнивая результаты агрохимического обследования почв последних 2-х полных циклов – IX и X (2014-2019 г. и 2020-2022 г.) наблюдается положительная тенденция показателей плодородия. Средневзвешенное содержание подвижного фосфора увеличилось; отмечается увеличение площадей с достаточной обеспеченностью почв подвижным фосфором за счет уменьшения площадей с очень низкой и низкой обеспеченностью (табл. 1).

По содержанию подвижного калия на пахотных угодьях наблюдается увеличение средневзвешенного содержания на 27 мг/кг почвы, уменьшается доля почв с повышенной и высокой обеспеченностью обменным калием, за счет перехода площадей в группу с очень высоким содержанием (табл. 2).

Таблица 1. Группировка почв по содержанию подвижного фосфора в Западной зоне Калмыкии

Группировка почв	IX цикл (2014-2019гг.)	X цикл (2020-2022 гг.)	± к пред. туру
Очень низкое	43,9	33,4	-10,5
Низкое	61,1	52,1	-9,0
Среднее	63,3	67,5	4,2
Повышенное	7,3	16,4	9,1
Высокое	1,1	6,3	5,2
Очень высокое	0,5	3,9	3,4
Обслед.площадь, тыс.га	177,2	179,6	2,4
Сред.взвешенное, мг/кг	17	20	3

Таблица 2. Группировка почв по содержанию подвижного калия в Западной зоне Калмыкии

Группировка почв	IX цикл (2014-2019 гг.)	X цикл (2020-2022 гг.)	± к пред. туру
очень низкое	0	0	0
низкое	0	0	0
среднее	7,6	7,2	-0,4
повышенное	42,1	28,7	-13,4
высокое	108,7	95,9	-12,8
очень высокое	18,8	47,8	29,0
Обслед. площадь, тыс. га	177,2	179,6	2,4
Средневзвешенное, мг/кг	464	491	27

При сравнении двух туров агрохимического обследования наблюдается тенденция увеличения содержания органического в почве пахотных угодий. Отмечается увеличение площадей с содержанием гумуса более 3,0% (табл. 3). Увеличению гумуса в почве пашни способствовала запашка соломы и пожнивных остатков.

Таблица 3. Группировка почв по содержанию гумуса в Западной зоне Калмыкии

Группировка почв	VI цикл (2014-2019 гг.)	VII цикл (2020-2022 гг.)	± к пред. туру
<1,0	0,0	0	0
1,01-2,0	13,6	16,0	2,4
2,01-3,0	101,1	78,6	-22,5
3,01-6,0	62,5	85,0	22,5
Обслед. площадь, тыс. га	177,2	179,6	2,4
Средневзвешенное, %	2,59	2,86	0,27

По степени щелочности наблюдается незначительное перераспределение площадей, средневзвешенный показатель pH не изменился (табл. 4).

Таблица 4. Группировка почв по степени щелочности в Западной зоне Калмыкии

Группировка почв		IX цикл (2014-2019 гг.)	X цикл (2020-2022 гг.)	± к пред. туру
Близко к нейтральной	5,6-6,5	0,5	1,8	1,3
Нейтральные	6,6-7,5	35,6	36,7	1,1
Слабощелочные	7,6-8,5	139,0	122,2	-16,8
Щелочные	8,6-9,0	2,1	18,9	16,8
Сильнощелочные	9,1-11,0	0,0	0,0	0,0
Обслед. площадь, тыс. га		177,2	179,6	2,4
Средневзвешенный		8,0	8,0	0

Несмотря на положительную тенденцию изменения агрохимических показателей на пахотных почвах, внесение органических и минеральных удобрений остается на недостаточном уровне, при котором вынос питательных веществ с урожаем существенно превышает поступление в почву.

Анализ применения средств химизации последнего десятилетия по сравнению с уровнем применения удобрений в 1991 году показывает, что объемы использования минеральных и органических удобрений в республике остаются на очень низком уровне и не компенсируют дефицита питательных веществ в почве (табл. 5).

Объем внесения минеральных удобрений в Западной зоне республики за период IX тура агрохимического обследования варьирует от 0,86 до 5,29 кг/га пашни, в X туре обследования объем минеральных удобрений увеличился до 6,21 кг/га пашни (табл. 5).

Таблица 5. Среднегодовое применение удобрений в Западной зоне Республики Калмыкия за 2014-2022 гг.

Годы	Внесение удобрений			
	Минеральные		Органические	
	тыс. т д.в.	кг/1 га пашни	тыс. т	т/1 га пашни
2014	0,73	0,86	25,0	0,03
2015	1,13	1,33	43,7	0,05
2016	1,79	2,13	125,0	0,15
2017	2,77	3,35	56,8	0,07
2018	3,51	4,25	88,0	0,11
2019	4,32	5,29	78,5	0,10
2020	4,89	5,96	83,1	0,10
2021	5,10	6,21	151,7	0,19
2022	4,13	4,99	154,1	0,19

Несмотря на значительное увеличение количества внесенных удобрений, их недостаточно для обеспечения потребности сельскохозяйственных культур в питательных элементах. Плодородие почв, как и в предшествующие годы, остается на низком уровне.

Проблема повышения плодородия почвы требует систематического учета питательных веществ, выносимых из почвы с урожаем, а также размеров их компенсации, в основном за счет внесения минеральных и органических удобрений. Баланс питательных веществ в земледелии отражает количественные изменения их запасов в почве в зависимости от поступления и расхода, учитывает структуру посевных площадей, позволяет достаточно правильно

определить потребности республики, района, хозяйства в удобрениях соответственно с планируемым урожаем.

Балансовые расчеты гумуса и питательных веществ характеризуют состояние и динамику важнейших факторов плодородия почвы, служат для определения необходимости и норм внесения удобрений, т.е. являются важнейшим средством повышения культуры земледелия и плодородия почвы.

Недостаток финансовых средств не позволяет многим хозяйствам республики приобретать минеральные удобрения. Между тем дефицит питательных веществ в почвах сохраняется, а имеющиеся их запасы не в полной мере удовлетворяют потребность растений.

Согласно произведенным расчетам, баланс питательных веществ и гумуса стабильно остается отрицательным, что свидетельствует о продолжающемся снижении уровня плодородия почв республики (табл. 6).

Таблица 6. Среднегодовой баланс питательных веществ и гумуса Западной зоны Республики Калмыкия за 2013-2022 гг.

Год	NPK (кг/га)			Гумус, т/га		
	Приход	Расход	Баланс	Приход	Расход	Баланс
2014	13,4	147,9	-134,5	0,23	0,72	-0,49
2015	20,3	157,3	-137,0	0,25	0,85	-0,60
2016	38,4	188,7	-150,3	0,35	0,85	-0,50
2017	19,2	116,5	-97,3	0,3	0,87	-0,57
2018	25,6	102,9	-77,3	0,33	0,86	-0,53
2019	41,5	117	-75,5	0,52	0,84	-0,32
2020	45,3	95,3	-50,0	0,54	0,93	-0,39
2021	38,1	116,0	-77,9	1,21	1,69	-0,48
2022	45,2	150,3	-105,1	0,71	1,04	-0,33
Итого:	**287,0**	**1191,9**	**-904,9**	**4,44**	**8,65**	**-4,21**

Так, за последние 2 тура обследования недостаток питательных веществ в почвах пашни Западной зоны Республики Калмыкия составил 904,9 кг на 1 га пашни. При отрицательном балансе органического вещества почвы 4,21 т/га для восполнения потерь гумуса за этот период необходимо внести 38 тонн подстилочного навоза на каждый гектар пашни.

При этом большая часть производимого урожая сельскохозяйственных культур в республике формируется за счет мобилизации почвенного плодородия без компенсации выносимых с урожаем элементов питания, что приводит к истощению почв.

Внесение минеральных и органических удобрений оптимизирует пищевой режим растений, способствует увеличению выхода продукции и повышению качества урожая зерновых культур, улучшает их устойчивость к стрессовым факторам среды (табл. 7).

Таблица 7. Урожайность и валовый сбор зерновых культур в Западной зоне Республики Калмыкия за 2014-2022 гг.

Год	Урожайность, ц/га	Валовый сбор, ц
2014	24,4	1723748
2015	24,5	2056145
2016	29,1	2416781
2017	31,4	2891850
2018	29,4	2685502
2019	27,2	2663390
2020	24,2	2428814
2021	32,9	3199010
2022	33,7	3441086

Чтобы обеспечить растущее население мира продовольствием и создать основу для экономического роста, необходимо адаптировать сельскохозяйственное производство к изменениям климата. Увеличение числа экстремальных погодных явлений и повышение уровня непредсказуемости погодных условий привели к необходимости прогнозировать и приспосабливаться к внешним условиям производства.

Заключение. Республике Калмыкия необходимо будет перейти к более продуктивным методам ведения хозяйства, которые позволят эффективнее использовать ресурсы, снизить изменчивость продукции и повысить стабильность сельского хозяйства перед лицом климатических рисков.

Литература:

1. Гасанов Г.Н., Абасов М.М., Мусаев М.Р. и др. Экологическое состояние и научные основы повышения плодородия засоленных и подверженных опустыниванию почв Западного Прикаспия. М.: Наука, 2006. С. 7-9.

2. Гумеров Р.Р. Продовольственная безопасность России: проблемы и угрозы. КиберЛенинка: ЭКО. – 2016. – №5. С. 71-72.

3. Каштанов А.Н. Проблемы сухого земледелия аридной зоны // Проблемы рационального природопользования аридных зон Евразии. М.: Изд-во МГУ, 2000. С. 5-7.

4. Кузнецова Н.В. Проблемы почвенного плодородия. Инновационная наука – 2015. – №12. С. 150-151.

5. Ольгаренко Г.В. Повышение продовольственной безопасности России. http://www.slaviza.ru/122-povyshenie-prodovolstvennoy-bezopasnosti-rossii.html.

6. Сычев В.Г., Лошаков В.Г., Мерзлая Г.Е. и др. Воспроизводство плодородия почвы при зерновой специализации земледелия в Центральном районе Нечерноземной зоны. – М.: ВНИИА, 2012. – С. 3.

7. Указ Президента РФ от 30.01.2010 г. №120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

8. Указ Президента РФ от 31.12.2015 г. № 683 «Об утверждении Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».

9. Унканжинов Г.Д. Динамика плодородия почв Республики Калмыкия и эффективность применения минеральных удобрений под яровую пшеницу на светло-каштановых почвах. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Москва-2003. С.12.

10. Федеральная целевая программа «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы и период до 2013 года».

11. Федеральный закон от 18.06.2001 г. № 78 «О землеустройстве»

12. Материалы ежегодных отчетов о научно-производственной деятельности учреждения за период 2014-2022 гг.

УДК 631.811.1: 631.841.7:633.11

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ МОЧЕВИНЫ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ЛЮБАВА

М.А. Волкова[1,2], В.М. Лапушкин[1,2]

[1]ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
[2]ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» имени Д.Н. Прянишникова
127434, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31 А

В статье представлены результаты полевого опыта по изучению эффективности различных форм мочевины пролонгированного действия в посевах яровой пшеницы сорта Любава.

Ключевые слова: азотные удобрения, удобрения пролонгированного действия, капсулированная мочевина, однозамещенный фосфорнокислый кальций, ингибитор аммонификации, ингибитор нитрификации, яровая пшеница, урожайность.

На сегодняшний день одной из глобальных задач человечества является переход к наиболее рациональному природопользованию, способствующему улучшению экологической обстановки и ресурсосбережению [1].

В связи с этим, одной из актуальных проблем современного сельского хозяйства является разработка и применение агрохимикатов нового поколения, обеспечивающих наибольшую эффективность при меньшем объеме их внесения [1,2].

Из всех минеральных удобрений азотные в большей степени подвергаются разнообразным трансформациям. Причиной тому являются большие потери азота из традиционных форм азотных удобрений вследствие вымывания нитратов, улетучивания аммиака, процессов иммобилизации и денитрификации. В совокупности потери азота могут составлять от 30% до 70%, что приводит не только к снижению эффективности удобрений, но и оказывает экологическую нагрузку на окружающую среду из-за выбросов в атмосферу N_2O, CO_2, загрязнения грунтовых и поверхностных вод [3,4,5].

Среди современных модификаций азотных удобрений, особый интерес представляют удобрения пролонгированного действия. По оценкам международных экспертов их доля составляет не более 1% от общего объема производства минеральных удобрений. Однако в ближайшей перспективе ожидается расширение производства удобрений пролонгированного действия примерно на 6-7% в год [6].

Наибольшее количество различных модификаций среди азотных удобрений пролонгированного действия имеет мочевина.

Мочевина с добавлением ингибиторов уреазы или нитрификации относится к числу одних из самых перспективных форм «умных» азотных удобрений. Однако химические соединения, применяемые для подавления деятельности аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий имеют высокую стоимость и зачастую представляют опасность для полезных почвенных микроорганизмов [7].

Также широко распространённой формой мочевины пролонгированного действия является капсулированная мочевина. Существует множество различных вариантов покрытий мочевины. При этом, стоимость таких удобрений также достаточно высокая ввиду трудоемкости производства или дороговизны самих материалов, применяемых для покрытия. Помимо этого, некоторые материалы, используемые для покрытия, приводят к загрязнению окружающей среды [8].

Поэтому и по сей день ведется поиск и разработка новых форм азотных удобрений пролонгированного действия, которые были бы не только эффективными и экономически выгодными, но и экологически безопасными.

Сотрудниками НИИУИФ имени профессора Я.В. Самойлова была представлена мочевина с покрытием гранул однозамещенным фосфорнокислым кальцием, который не только является широкодоступным материалом, но и безопасным с экологической точки зрения [9].

Интенсивность высвобождения азота из такой формы мочевины пролонгированного действия зависит от толщины покрытия гранулы. Институтом были предоставлены образцы мочевины с толщиной покрытия гранул 50 мкм и 100 мкм.

Цель исследования. Целью нашего исследования являлось изучение эффективности различных форм мочевины пролонгированного действия на формирование урожая яровой пшеницы сорта Любава.

Методика исследований. Изучение мочевины, капсулированной однозамещенным фосфорнокислым кальцием, и мочевины с добавлением ингибиторов аммонификации и нитрификации проводилось в рамках мелкоделяночного полевого опыта на яровой пшенице сорта Любава в 2023 году на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Любава – сорт яровой пшеницы современной селекции. Внесен в Госреестр в 2012 и рекомендован к возделыванию в условиях Центрального региона I агроклиматической зоны.

Почва опытного участка дерново-подзолистая неглубокоподзолистая легкосуглинистая, по степени кислотности близкая к нейтральной. Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора высокая (5 класс по Кирсанову), калия – средняя (3 класс по Кирсанову) (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Гумус,	pH_{KCl}	Нг	S	ЕКО	V	Nщг	Nмин	P_2O_5	K_2O
%	ед.	мг-экв./100 г			%	мг/кг			
2,4	5,8	1,6	13,9	15,5	90	91	29	225	104

Схема опыта включала в себя 6 вариантов: 1. Фон РК, 2. Фон+Nм (вариант сравнения); 3. Фон+Nм 50 мкм, 4. Фон+Nм 100 мкм, 5. Фон+Nм+ ингибитор уреазы, 6. Фон+Nм+ ингибитор нитрификации.

Удобрения вносили вручную на каждую делянку из расчета $N_{90}P_{60}K_{90}$ на га. В качестве ингибитора фермента уреазы применяли препарат Limus, ингибитора нитрификации – препарат Vibelsol. Препараты вносили вместе с мочевиной в количестве: 0,3% действующего вещества от дозы азота – для ингибитора уреазы; 1,6% действующего вещества от дозы азота – для ингибитора нитрификации.

Учетная площадь опытной делянки составляла 1 м^2. Повторность опыта – 5-кратная. Расположение делянок многорядное ступенчатое. Норма высева – 5,0 млн. семян на га. Посев пшеницы осуществлялся с помощью селекционной сеялки на глубину 3-4 см.

Урожай убирали с каждой делянки вручную при достижении зерна полной спелости.

После уборки и учета структуры урожая проводили статистическую обработку экспериментального материала с помощью программ STATISTICA и MS Excel. Определение содержания азота, фосфора и калия в зерне и соломе проводили по общепринятым методикам после мокрого озоления по методу Къельдаля.

Результаты исследования. Изучаемые формы мочевины пролонгированного действия оказали положительное влияние на накопление биомассы растений и формирование урожая яровой пшеницы.

Наблюдения за формированием биомассы пшеницы показали, что в период от появления всходов до наступления фазы кущения наиболее интенсивно сухую массу накапливали растения, в варианте, где в почву вносили мочевину с ингибитором уреазы. Масса 1 растения в присчёте на сухое вещество составляла 0,7 г в то время, как на остальных удобренных вариантах она варьировала от 0,4 г (Nм) до 0,6 г (Nм 100 мкм, Nм+ ингибитор нитрификации) (рис. 1). При этом, наибольшее потребление азота в данный период развития отмечался у растений, источником азотного питания которых была капсулированная мочевина – 15-16 мг N/растение (рис. 2). В фазу выхода в трубку и фазу колошение-цветение наибольший прирост биомассы обеспечили образцы мочевины с покрытием однозамещенным фосфорнокислым кальцием – 1,9 г/растение (рис. 1). Эти варианты отличались большим потреблением азота 25-30 мг N/растение. В фазу колошение-цветение высокое потребление азота растениям наблюдалось также в варианте, где мочевину применяли с ингибитором нитрификации – 31 мг N/растение (рис. 2). Выраженный дефицит азота отмечался в фоновом варианте на протяжении всего периода наблюдений, а также в фазе колошение-цветение в варианте с применением обычной мочевины (рис. 2).

Все изучаемые формы мочевины способствовали улучшению показателей структуры урожая. Наиболее выраженное влияние на длину колоса, массу колоса, выполненность зерна оказали капсулированные формы мочевины. По сравнению с вариантом, где в почву вносилась обычная мочевина длина колоса в этих вариантах была выше на 7,9-9,2%, масса колоса – на 27,4-29,8%,

масса 1000 зерен – на 3,4-4,2%. Наибольшая длина колоса и масса колоса были установлены в варианте, где применялась мочевина с тонким покрытием. В вариантах, где применяли мочевину совместно с ингибиторами значения по данным показателям были несколько ниже, при этом масса соломы выше на 11,5-16,3% по сравнению с обычной формой мочевины и в среднем на 9,5% по сравнению с капсулированными формами.

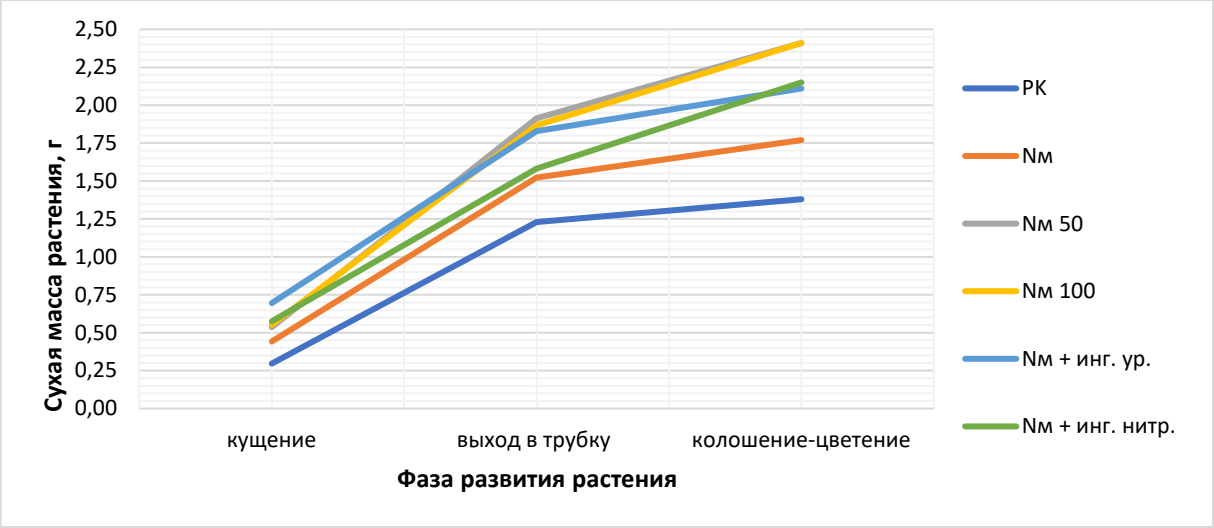


Рис. 1. Динамика накопления биомассы растений пшеницы в зависимости от формы мочевины

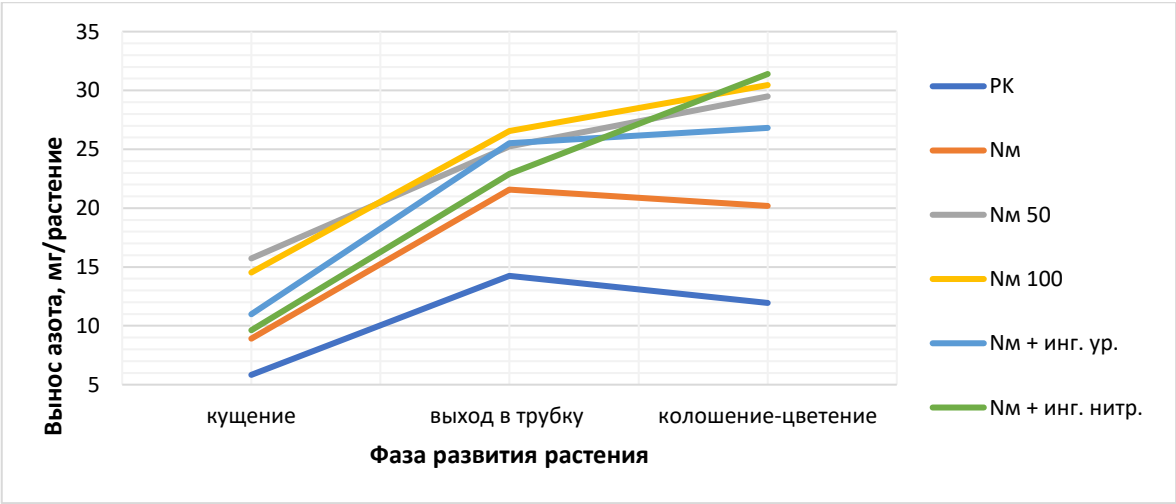


Рис. 2. Динамика потребления азота растениями пшеницы в зависимости от формы мочевины

Кроме того, все изучаемые формы удобрений пролонгированного действия способствовали увеличению урожая зерна пшеницы. Достоверные прибавки урожая относительно варианта сравнения (Nм) обеспечили капсулированная мочевина с толщиной покрытия гранулы 100 мкм и мочевина с добавлением ингибиторов. Так, в варианте с внесением капсулированной мочевины 100 мкм

масса зерна пшеницы была выше на 16,3% чем в варианте, где применяли обычный карбамид. При применении мочевины с ингибитором нитрификации масса зерна была выше на 17,8%. Прибавку урожая зерна в 21,2% обеспечила мочевина, применяемая совместно с ингибитором аммонификации (рис. 3).

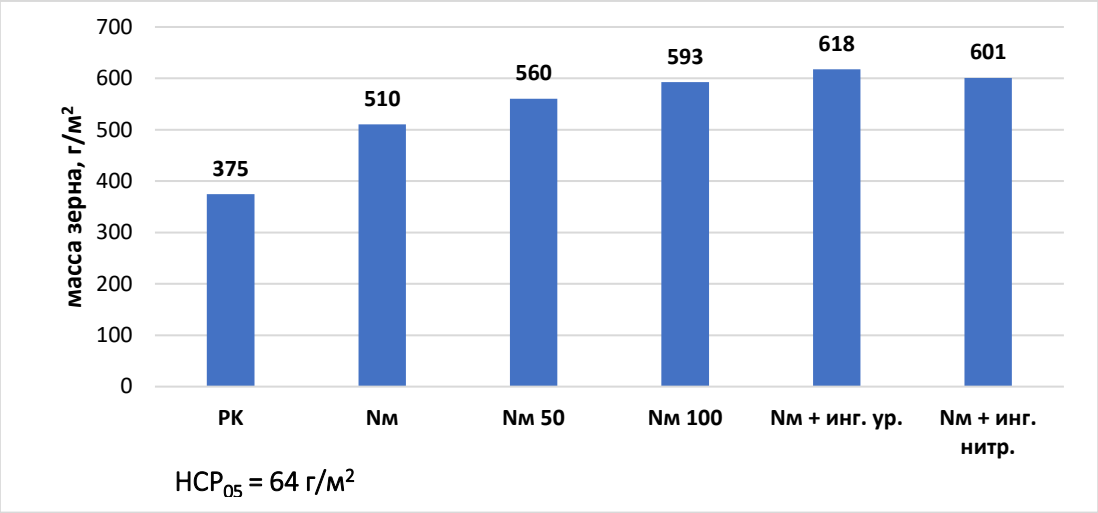


Рис. 3. Величина урожая зерна пшеницы в зависимости от применяемой формы мочевины

Во всех вариантах с применением удобрений отношение побочной продукции к основной было оптимальным. Наиболее узкое соотношение побочной и основной продукции отмечалось в вариантах с применением капсулированной форы мочевины.

Применение различных форм мочевины пролонгированного действия способствовало увеличению потребления растениями пшеницы элементов питания, а также повышению коэффициента использования азота из удобрений. Наибольший коэффициент использования из удобрений был установлен в вариантах, где мочевина вносилась с ингибитором уреазы и ингибитором нитрификации и составил 83%, что на 27% выше, чем в варианте с обычной формой мочевины (КИУ N 56%).

У капсулированной формы мочевины, величина потребления азота напрямую зависела от толщины покрытия гранул. Коэффициент использования азота мочевины с тонким покрытием составил 68%, а с толстым покрытием – 76%.

По результатам исследования можно утверждать, что мочевина с покрытием гранул однозамещенным фосфорнокислым кальцием эффективнее традиционной формы мочевины и практически не уступает мочевине с добавлением ингибиторов аммонификации или нитрификации. Данная форма

капсулированной мочевины обеспечивает получение достаточно высокого урожая с хорошей выполненностью зерна.

Литература:

1. Rudoy D. Olshevskaya A. [et.al.] Fertilisers of controlled action as a promising direction of agrochemistry / D.Rudoy, A.Olshevskaya, A. Prutskov, A. Vershinina, E. Alentsov //E3S Web of Conferences 420, EBWFF 2023. – p.1-7.
2. Производство минеральных удобрений / А. С. Малявин, С. В. Миносьянц, К. В. Аксенчик, В. М. Лапушкин // Энциклопедия технологий 2.0 : Химический комплекс. – Москва, Санкт-Петербург: Научно-исследовательский институт "Центр экологической промышленной политики", 2022. – С. 11-88. – EDN GOVKBI.
3. Trenkel M.E. Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture / M.E. Trenkel. – 2nd. – Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2010. – 163 p.
4. Смирнов П.М., Ягодин Б.А., Муравин Э.А. и др. Ингибиторы нитрификации и эффективность азотных удобрений: учебное пособие / П.М.Смирнов, Б.А.Ягодин, Э.А. Муравин и др. – М.: ТСХА, 1987 – 66 с.
5. Кудеяров, В. Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений / В. Н. Кудеяров. – М.: Наука. – 1989. – 216 с.
6. Lewu F.B. [et.al] Controlled Release Fertilizers for Sustainable Agriculture / F.B. Lewu, T. Volova, Sabu Thomas, K.R. Rakhimol // Academic Press is an imprint of Elsevier, 2021 – p.253.
7. Паращенко В.Н., Шарифуллин Р.С. (и др.) Эффективность применения ингибитора нитрификации в рисоводстве / В.Н. Паращенко, Р.С. Шарифуллин, В.Н. Чижиков, В.В. Гергель, Ю.В. Кумейко // Рисосодство – 2019. – №4 (45). – С. 52–57.
8. Azeem B. [et.al]. Review on materials and methods to produce controlled release coated urea fertilizer / B. Azeem, K. KuShaari, B. Zakaria, A. Basit, T. H. Thanh // Journal Control. Release, 181 (1). – 2014. – p. 11-21.
9. Пат. 2776275 C1, Российская Федерация, СПК C05G 3/40. Способ получения удобрений с замедленным и контролируемым высвобождением питательных веществ / А.М. Норов, Д.А. Пагалешкин, П.С. Федотов, В.В. Соколов, И.М. Кочетова, Е.А. Рыбин, С.П. Торшин, В.М. Лапушкин; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова» (АО «НИУИФ»). – № 2021126117; заявлено 02.09.2021, опубликовано 15.07.2022.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПОЧВ ОКТЯБРЬСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА ПЕРМСКОГО КРАЯ

Т.А. Елина[1], В.Р. Олехов[1], А.Т. Кайгородов[2], Д.И. Акперов[2]

[1.]ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ»
614000, Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23
[2.]Государственный центр агрохимической службы «Пермский»
614065 Россия, г. Пермь, ул. Промышленная, д.83

Проведена сравнительная характеристика основных агрохимических показателей пахотного слоя почв Октябрьского городского округа Пермского края за 2 тура исследований, проведенный ФГБУ ГЦАС «Пермский» 2010 и 2018 гг. Было выявлено, что площадь пашни уменьшилось на 12098,5 га. Средневзвешенное содержание органического вещества снизилось на 0,9%. Содержание подвижного фосфора также уменьшилось на 12,0 мг/кг. Обнаружен низкий уровень применения минеральных и органических удобрений.

Ключевые слова: Октябрьский городской округ, почва, агрохимическое обследование, органическое вещество, подвижный фосфор, обменный калий.

Плодородие почвы – способность почвы удовлетворять потребности растений в питательных веществах, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла и благоприятной физико-химической средой для нормальной жизнедеятельности. Сохранение и воспроизводство плодородия различных типов почв являются важным условием эффективного и устойчивого развития агропромышленного комплекса, стабильности производства сельскохозяйственной продукции. Мониторинг плодородия почв свидетельствует о том, что основные ее агрохимические свойства ухудшаются, как и во всей Нечерноземной полосе [1].

Во всех регионах России отчетливо наблюдается деградация почв. На снижение уровня показателей плодородия почвы сообщают агрохимические службы России: Тульской [2], Владимировской [3], Курганской [4], Пензенской [5], Кировской областей [6], Чувашской Республики [7] и Марий Эл [8].

И Пермский край не исключение. В 2017 году А.Т. Кайгородовым и Н.И. Пискуновой проведено обследование современного состояния почв Пермского края. Было выявлено уменьшение средневзвешенных показателей

плодородия почв и резко отрицательный баланс основных элементов минерального питания (табл. 1).

Таблица 1. Баланс элементов питания в земледелии края с 1966 по 2015 гг., кг/га

Годы	N	P_2O_5	K_2O
1966-1970	-17,2	-20,7	-19,6
1971-1975	+4,9	-1,6	+8,3
1976-1980	+3,8	+45,4	+2,6
1981-1985	+8,5	+58,2	+16,2
1986-1990	+9,1	+52,8	+12,3
1991-1995	-32,3	+29,6	-31,0
1996-2000	-25,9	-4,7	-23,1
2001-2005	-26,1	-7,8	-24,3
2006-2010	-32,3	-11,4	-46,3
2011-2015	-57,8	-19,3	-73,4

«В основном это обусловлено снижением объемов применения минеральных и органических удобрений, средние дозы которых в расчете на 1 га сократились с 96,6 кг д.в. (1986-1990 гг.) до 12,5кг д.в. (2011-2015 гг.) и с 9,3 т до 1,0 т соответственно. Современный уровень их внесения не только не обеспечивает повышения плодородия почв, но и не компенсирует выноса с урожаем. Положение усугубляется тем, что прекратились работы по известкованию».

Также ситуация связана с финансовым положением сельхозтоваропроизводителей, которые чаще всего используют минеральные удобрения для припосевного внесения, чтобы обеспечить лучшие условия для стартового развития растений [9].

В случае сохранения действующего подхода, не соответствующего принципам устойчивого развития, пределы роста отрасли будут обусловлены ежегодно уменьшающимся потенциалом плодородия российских почв [10].

Целью исследований является сравнение основных агрохимических показателей пахотного слоя почв Октябрьского городского округа Пермского края за 2 тура обследований, проведенных ФГБУ ГЦАС «Пермский» в 2010 и 2018 гг.

Задачи исследований:

1. Провести обобщение и анализ данных агрохимических исследований пахотных почв Октябрьского городского округа Пермского края;
2. Проследить за изменением агрохимических показателей по турам исследования.

Октябрьский район расположен на юго-востоке Пермского края. Территория района составляет 3 444,4 кв. км или 2,15 % от территории области.

В соответствии с природно-сельскохозяйственным районированием Октябрьский городской округ входит в южный южно-лесной район среднерусской провинции южно-таёжной зоны.

«Территория Октябрьского городского округа относится к подзоне Волжско-Камских переходных широколиственных таежных лесов. Рельеф преимущественно увалистый – холмы и увалы достигают высоты 200-300 м, развиты карстовые формы рельефа. Климат территории умеренно-континентальный с холодной продолжительной и снежной зимой, теплым и коротким летом, частыми весенними заморозками. Среднемесячная температура января -14,9 С, июля + 18,7 С. Годовое количество осадков 450-600 мм. Средняя продолжительность залегания снежного покрова 170-180 дней. Среднегодовая скорость ветра 3-6 м/с» [11].

В структуре пахотных почв преобладают серые лесные почвы – 64,42 %, из них серые лесные составляют 27,83%, темно-серые-22,94% и на долю светло-серых приходится – 13,65 %; дерново-карбонатные составляют 18,59%; дерново-подзолистые – 16,08% и небольшую часть занимают аллювиальные дерновые почвы – 0,91%. По гранулометрическому составу преобладают тяжелосуглинистые – 73,84% и глинистые почвы – 25,83 (табл. 2, 3).

Таблица 2. Распределение пахотных почв Октябрьского городского округа по типам (подтипам) за 2018 г.

Тип (подтип)	Площадь, га	% от общей площади
Серые лесные:	19754,4	64,4
Светло-серые	4185,5	13,7
Серые	8533,9	27,8
Темно-серые	7035	22,9
Дерново-карбонатные	5699,5	18,6
Дерново-подзолистые	4930,4	16,1
Аллювиальные дерновые	278,6	0,9
Всего пашни	30662,9	100,0

Таблица 3. Распределение пахотных почв Октябрьского городского округа по гранулометрическому составу за 2018 г.

Гранулометрический состав почв	Площадь, га	% от общей площади
Глинистые	7920,7	25,8
Тяжелосуглинистые	22642,1	73,9
Среднесуглинистые	100,1	0,3
Всего пашни	30662,9	100,0

Методы исследований. Отбор почвенных образцов осуществляли по ГОСТ 28168-8. С каждого элементарного участка, размером 15 га, отбирается один смешанный образец, состоящий из 20-40 индивидуальных проб почвы, равномерно взятыми тростевым буром по осевой линии элементарного участка.

Лабораторные анализы почвенных образов проводились в лаборатории анализа почв ФГБУ ГЦАС «Пермский» общепринятыми методами:

1. Определение содержания органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91).
2. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85).
3. Определение содержания подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650-2011).

Результаты. Из агрохимических свойств почвы наиболее важны для формирования урожаев содержание гумуса, реакция почвенной среды, запасы доступного азота, подвижного фосфора и обменного калия [12].

Из таблицы 4 видно, что за 8 лет средневзвешенный показатель органического вещества значительно уменьшился на 0,9% и составил 4,6%. Площади сильногумусированных почв уменьшилась на 10,1%, в то время как слабо- и среднегумусированных увеличились на 11,6%.

Таблица 4. Содержание органического вещества в пахотных почвах Октябрьского городского округа

Содержание органического вещества	2010 г.		2018 г.		Изменения	
	га	%	га	%	га	%
<2,0	335,5	0,8	0,0	0,2	-335,5	-0,6
2,1-4,0	14548,5	34,0	13986,8	45,6	-561,7	11,6
4,1-6,0	13408,8	31,4	8815	28,7	-4593,8	-2,7
6,1-8,0	5496,6	12,9	4492,6	14,7	-1004,0	1,8
8,1-10	5806,2	13,6	3200,6	10,4	-2605,6	-3,2
>10	3165,8	7,4	167,9	0,5	-2997,9	-6,9
Всего пашни	42761,4	100,0	30662,9	100,0	-12098,5	
Средневзвешенное содержание органического вещества, %	5,5		4,6		-0,9	

Это связано с недостаточным внесением органических удобрений. Завьялова Н.Е. с соавторами в 2014 году пришли к выводу, что без применения удобрений содержание гумуса в пахотных почвах падает до минимального уровня [13].

Степень кислотности почвы оказывает большое влияние на развитие корневой системы сельскохозяйственных культур и поступление питательных веществ в растения, жизнедеятельность почвенной биоты и симбиотических взаимодействий, определяя, в конечном итоге, направленность всех процессов в почве [12].

Таблица 5. Обменная кислотность (pH_{KCl}) в пахотных почвах Октябрьского городского округа

Степень кислотности	2010 г.		2018 г.		Изменения	
	га	%	га	%	га	%
Очень сильнокислые (<4,0)	243,8	0,6	-	-	-243,8	-0,6
Сильнокислые (4,0-4,5)	4139,8	9,7	1730,2	5,6	-2409,6	-4,1
Среднекислые (4,6-5,0)	16198,7	37,9	11475,9	37,4	-4722,8	-0,5
Слабокислые (5,1-5,5)	13434,5	31,4	11036	36	-2398,5	4,6
Близкие к нейтральным (5,6-6,0)	5169,5	12,1	3999,6	13	-1169,9	0,9
Нейтральные (>6,0)	3575,1	8,4	2421,2	7,9	-1153,9	-0,5
Всего пашни	42761,4	100,0	30662,9	100,0	-12098,5	
Всего кислых почв с pH 5,5 и ниже	34016,8	79,6	24242,1	79,0	-9774,7	-0,6
Средневзвешенный показатель обменной кислотности, ед.pH	5,1		5,2		0,1	

Таблица 5 показывает уменьшение площадей сильнокислых почв с 9,7% до 5,6% и увеличение – слабокислых почв на 4,6%. Средневзвешенный показатель увеличился на 0,1 pH и составил 5,2.

Наряду с азотом, фосфор и калий являются основными биогенными элементами, играющими важную роль в питании растений и почвенном плодородии.

Богатых фосфором почвенных типов в природе практически нет. Существующий в природе процесс биологической аккумуляции фосфора из нижних слоев почвы, посредством глубоко проникающей корневой системы растений, происходит очень медленно и темпы его не соответствуют темпам отчуждения фосфора из почв урожаями сельскохозяйственных культур [14].

Поэтому нарушение баланса фосфора в биологическом круговороте веществ может наступить гораздо раньше, чем азота, запасы которого в природе неисчерпаемы и пополняются в результате способности свободноживущих и клубеньковых бактерий фиксировать атмосферный азот.

Фосфор в растениях содержится в минеральных, но в большей степени в органических веществах. Одними из наиболее важных соединений, содержащих фосфор, являются нуклеиновые кислоты, занимающие центральное место в таких процессах жизнедеятельности, как рост и размножение, передача наследственных свойств, синтез белков [15].

Таблица 6. Содержание подвижного фосфора в пахотных почвах Октябрьского городского округа

Содержание P_2O_5 мг/кг почвы	2010 г.		2018 г.		Изменения	
	га	%	га	%	га	%
Очень низкое (0-25)	9382,2	21,9	6755,3	22,0	-2626,9	0,1
Низкое (26-50)	10537,7	24,6	10250,1	33,4	-287,6	8,8
Среднее (51-100)	12259,4	28,7	8575,2	28,0	-3684,2	-0,7
Повышенное (101-150)	5768,4	13,5	3149,9	10,3	-2618,5	-3,2
Высокое (151-250)	3958,1	9,3	1426,2	4,7	-2531,9	-4,6
Очень высокое (>250)	855,6	2,0	506,2	1,7	-349,4	-0,3
Всего пашни	42761,4	100,0	30662,9	100,0	-12098,5	
Средневзвешенное содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы	77,0		65,0		-12,0	

По данным таблицы 6 можно сделать выводы: увеличились площади с низким содержанием подвижного фосфора на 8,8% и уменьшились – с повышенным и высоким на 7,8%. Произошло снижение средневзвешенного показателя на 12 мг/кг почвы.

Калий принадлежит к элементам питания, безусловно, необходимым для жизни растений.

Калий является одним из важнейших элементов – биофилов, вынос которого с урожаем сельскохозяйственных культур всегда больше, чем фосфора, а часто и азота [16]. В растительном организме этот элемент играет существенную роль в процессах превращения энергии, биосинтеза и транспорта углеводов, функционировании различных ферментативных систем. Особая роль принадлежит калию в регуляции водного обмена – этот катион является преобладающим для генерации осмотического давления в клетках, обеспечивая тургор. Именно эта функция и требует тех значительных количеств калия, поглощаемых растениями. Достаточная обеспеченность растений калием способствует существенному повышению устойчивости растений к целому комплексу неблагоприятных внешних факторов [17].

В Октябрьском городском округе существенно увеличились почвы с низким содержанием подвижного калия на 10%, уменьшились – со средним, повышенным и высоким (на 6%, 2,6% и 3,3% соответственно). Средневзвешенное содержание обменного калия увеличился на 13,7 мг/кг почвы и составляет 123,7 мг/кг. Вероятно, это связано с увеличением площадей с очень высоким содержанием на 1,7% (табл. 7).

Таблица 7. Содержание подвижного калия в пахотных почвах Октябрьского городского округа

Содержание K_2O мг/кг почвы	2010 г.		2018 г.		Изменения	
	га	%	га	%	га	%
Очень низкое (≤40)	14,6	0,0	82,4	0,3	67,8	0,3
Низкое (41-80)	4746,0	11,1	6482,6	21,1	1736,6	10
Среднее (81-120)	17374,0	40,6	10616,2	34,6	-6757,8	-6
Повышенное (121-170)	12789,3	29,9	8357,9	27,3	-4431,4	-2,6
Высокое (171-250)	6750,5	15,8	3847,0	12,5	-2903,5	-3,3
Очень высокое (>250)	1087,0	2,5	1276,8	4,2	189,8	1,7
Всего пашни	42761,4	100,0	30662,9	100,0	-12098,5	
Средневзвешенное содержание подвижного калия, мг/кг почвы	110,0		123,7		13,7	

По данным Росстата под урожай 2022 года сельскохозяйственными организациями Пермского края было внесено 9,5 тыс. тонн минеральных удобрений на площадь 147,9 тыс. гектаров, что составляет – 30,3 % ко всей посевной площади.

Еще меньшие объёмы были внесены под сельскохозяйственные культуры в 2022 году органические удобрения и составили 1197 тыс. тонн на площади 28,4 тыс. гектаров. Это – 5,8% от всей посевной площади.

Сельскохозяйственными организациями в истекшем году проведено известкование 1084 гектаров кислых почв и фосфоритование 80 гектаров почв [18].

Аналогичное состояние с внесением удобрений наблюдается и в Октябрьском городском округе. Доля площади, удобренная минеральными удобрениями, ко всей посевной площади составляет 6,63%, органических – 0,26%. Известкование почв в указанный период не проводилась (табл. 8).

Таблица 8. Внесение удобрений в пахотные почвы Октябрьского городского округа

Показатель / Удобрения	2010 г.			2018 г.			2022 г.	
	Внесено, тонн	Удобренная площадь, га	Доля удобренной площади ко всей пашне, %	Внесено, тонн	Удобренная площадь, га	Доля удобренной площади ко всей пашне, %	Внесено, тонн	Удобренная площадь, га
Минеральные	389,3	4449,0	10,40	258,8	2833,0	6,63	354,0	5327,0
Органические	21901,0	365,0	0,85	8500,0	110,0	0,26	29049,0	583,0
Всего пашни		42761,4	100,0		30662,9	100,0		

Выводы:

1. За 8 лет площадь пашни уменьшились на 12098,5 га.
2. Преобладающими являются серые лесные почвы – 64,42%, дерново-карбонатные – 18,59%, дерново-подзолистые – 16,08% и аллювиально-дерновые – 0,91% площади пашни. По гранулометрическому составу преобладают тяжелосуглинистые почвы и составляют 73,84%, глинистые-25,83% и среднесуглинистые-0,33%.
3. За период между 2010 и 2018 гг. увеличилась площадь слабокислых почв на 4,6%. Средневзвешенный показатель pH_{Kcl} увеличился на 0,1.
4. Площадь сильногумусированных почв уменьшилась на 10,1%. Средневзвешенное содержание органического вещества снизилось на 0,9% и составило 4,6%.
5. Содержание подвижного фосфора уменьшилось на 12,0 мг/кг, средневзвешенный показатель составил 65,0 мг/кг почвы. Уменьшились площади почв с повышенным, высоким и очень высоким содержанием фосфора на 8,1%, увеличились – с низким содержанием на 8,8%.
6. Общая площадь почв со средним содержанием подвижного калия уменьшилась на 6%, с повышенным и высоким содержанием – на 5,9%, увеличилась – с низким содержанием калия на 10%. Средневзвешенный показатель составил 123,7 мг/кг почвы.
7. За период 2010-2018 гг. наблюдается снижение объема применения минеральных и органических удобрений. Доля площади, удобренная минеральными удобрениями, ко всей посевной площади составляет 6,63%, органическими – 0,26%.
8. Результаты наших исследований показывают, что необходимо применять приемы повышения уровня плодородия почвы, применяя комплекс агрохимических, агротехнических и мелиоративных мероприятий. Применять минеральные и органические удобрения, обеспечивая положительный баланс элементов питания растений в почве, учитывая значительное их отчуждение с урожаем.

Литература:

1. Сычев В.Г. О балансе питательных веществ в земледелии России / В.Г. Сычев, С.А. Шафран // Плодородие. 2017. №1 (94). С. 1-4.

2. Саидов М.М., Новикова Г.А., Молчанова Е.М. Агрохимический мониторинг почв земель сельскохозяйственного назначения в Тульской области// Достижения науки и техники АПК. 2016. № 12. С. 51-55.

3. Комаров В.И., Калинина З.Т., Гришина А.В. Динамика агрохимических показателей плодородия почв пахотных угодий и объемов применения средств химизации во Владимирской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 11. С. 17-23.

4. Кобякова Т.И., Уфимцева Л.В. Мониторинг плодородия пахотных почв центральной и северо-западной агроклиматических зон Курганской области // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 11 С. 5-8.

5. Эркаев В.Н., Великанова Г.С. Мониторинг почвенного плодородия пахотных земель и динамика применения минеральных удобрений в Пензенской области // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 4. С. 27–30.

6. Молодкин В.Н., Бусыгин А.С. Плодородие пахотных Кировской области почв // Земледелие. 2016. №8 С.16-18.

7. Лисицын С.В., Ахметшин Ш. М., Белов О.А. Состояние и динамика плодородия почв пахотных земель в Чувашской Республике // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 4. С. 31–34.

8. Габдуллин В.Р., Гараева Л.А. Мониторинг плодородия почв Республики Марий Эл и пути его повышения // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 4. С. 22-26.

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

10. ГлавАгроном – Плодородие почв: проблемы, перспективы сохранения и повышения . https://glavagronom.ru (дата обращения 10.11.2023).

11. Официальный сайт администрации Октябрьского городского округа. https:// www.oktyabrski-pk.ru/ob-okruge/ob-ookruge/ob-okruge (дата обращения 10.11.2023).

12. Синявский И.В. Агрохимические и экологические аспекты плодородия черноземов лесостепного Зауралья: дис. … д-ра биол. наук. Челябинск, 2002. 385 с.

13. Завьялова Н.Е., Косолапова А.И., Сторожева А.Н. Влияние возрастающих доз полного минерального удобрения на органическое вещество и азотный режим дерново-подзолистой почвы Предуралья. // Агрохимия. 2014. №6 С. 20- 28.

14. Возбуцкая, А.Е. Химия почвы / А.Е. Возбуцкая. М.: Изд-во Высшей школы, 1968.427 с.

15. Бельдяева К.Ю. Изучение доступности растениям фосфора и калия подпахотных горизонтов дерново-подзолистых почв. Автореф.дис. ... кандидата биол.наук. М.,2016.152 с.

16. Прянишников Д.Н. Калийные удобрения. // Избранные сочинения. Т. 3. М.: Сельхозиздат, 1953. С.137-182.

17. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. М.: Ледум, 2000. 185 с.

18. Официальный сайт Росстата по Пермскому краю. https://Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю (rosstat.gov.ru) (дата обращения 10.11.2023).

ВЛИЯНИЕ ПОДСТИЛОЧНОГО И БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА КРС НА ПОСЕВЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Э.М. Шихаметов

Ленинградский НИИСХ «Белогорка» –
филиал ФГБНУ «ФИЦкартофеля имени А.Г. Лорха»
188 338, Ленинградская область, Гатчинский район,
д. Белогорка, ул. Институтская, д. 1

Рассматриваются вопросы влияния агрохимикатов на почву и растения.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, удобрения,биокомпост.

Работа выполнена под руководством Пасынковой Е.Н.Задачи (проблемы)

Изучение действия органогенной побочной продукции животноводства на урожайность яровой пшеницы и агроэкологические свойства агроценоза на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Задачи. Провести экспериментальные исследования по изучению действия подстилочного и бесподстилочного навоза КРС на агроэкологические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы, яровой пшеницы исодержание в ней макро- и микроэлемнтов.

Схема опыта:

1. Контроль. Без внесения удобрений.
2. Биокомпост, твердый – 7,5 т/гана сух. в-во.

3. Биокомпост, твердый – 15 т/гана сух. в-во.
4. Биокомпост, жидкий – 60 т/га на физич. влажность.
5. Биокомпост, жидкий – 120 т/га на физич. влажность.

Повторность 4-х кратная. Размер делянки 1,0 х 1,5 м. Учетная площадь 1,5 $м^2$.

По периметру опыта защитная полоса шириной 0,4 м. общая площадь опыта 51 $м^2$.

Изучение изменений агрохимических характеристик верхнего слоя почвы при использовании биокомпостов показало, что при максимальном внесении твердого удобрения наблюдается снижение обменной кислотности почвы в зависимости от дозировки. Обнаружена обратная зависимость между содержанием гидроксидов в почве и ее кислотности. Введение биокомпостов также приводит к увеличению количество абсорбированных оснований пропорционально дозам, особенно при использовании твердых удобрений. Это также приводит к увеличению вместимости катионного обмена, которая возрастает от 8,79 мг-экв./100 г до 9,34-9,46 мг-экв./100 г при внесении 7,5-15 т/га твердого биокомпоста и до 9,42-9,48 мг-экв./100 г при использовании 60-120 т/га жидкого биокомпоста. Отмечается, что такое поведение почвы обусловлено кислотно-основными свойствами биокомпоста и фактором разложения, происходящего под действием почвенного биоценоза, который вызывает разрушение органоминеральных комплексов, пропорционально дозировке и типу биокомпоста.

Таблица 1. Действие биокомпостов на основе навоза КРС наагрохимическую характеристику дерново-подзолистой супесчаной почвы, слой 0-20 см

Вариант опыта	pH_{KCL}	$H_г$	S (Ca+Mg)	ЕК О	P_2O_5подв.	K_2Oобм.	Гумус, %
		мг-экв./100 г			мг/кг		
Контроль	6,1	1,01	7,78	8,79	79	68	1,31
*Биокомпост, твердый, 7,5 т/га	6,5	0,73	8,61	9,34	160	183	1,48
*Биокомпост, твердый, 15 т/га	6,6	0,64	8,82	9,46	277	249	1,57
**Биокомпост, жидкий, 60 т/га	6,4	0,82	8,60	9,42	153	88	1.38
**Биокомпост, жидкий,120 т/га	6,4	0,80	8,68	9,48	208	111	1,39

*Дозы удобрения даны на сухое вещество.

** Дозы удобрения даны на физическую влажность.

Оптимизация гумусового состояния, физических, агрохимических и биологических свойств пахотного слоя почвы по действию твердого биокомпоста на основе подстилочного навоза КРС в дозах 7,5-15 т/га под основную обработку почвы и жидкого биокомпоста на основе бесподстилочного навоза КРС в дозах60 – 120 т/га способствовалаповышению урожайности яровой пшеницы. При этом прибавки ее урожайности превышали уровень контроля в

пропорциональной зависимости от доз удобрения на 37-92% от действия твердого биокомпоста и на 59-92% от действия органического удобрения жидкого биокомпоста.

Таблица 2. Действие биокомпостов на основе навоза КРС на урожай яровой пшеницы, 2022 г.

Вариант опыта	Урожай зерна, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
Контроль	10,9	-	-
*Биокомпост, твердый, 7,5 т/га	15,0	4,1	37
*Биокомпост, твердый, 15 т/га	21,5	10,6	97
**Биокомпост, жидкий, 60 т/га	17,4	6,5	59
**Биокомпост, жидкий, 120 т/га	20,9	10,0	92
$НСР_{05}$	1,34	-	-

*Дозы удобрения даны на сухое вещество.

** Дозы удобрения даны на физическую влажность.

Выводы. 1. Применение твердого биокомпоста на основе навоза КРС на дерново- подзолистой супесчаной почве в дозах 7,5-15 т/га по сухому веществу и жидкого биокомпоста на основе навоза КРСв дозах 60-120 т/га на культуре яровой пшеницы оказало положительное влияние на ее урожай и качественные показатели.

2. Увеличение урожайности яровой пшеницы на 37-92% было отмечено в результате применения твердого биокомпоста на основе подстилочного навоза КРС в количестве 7,5-15 т на гектар и жидкого биокомпоста на основе бесподстилочного навоза КРС в количестве 60-120 т на гектар.

Литература:

1. Алиев А.М., Варламов В.А., Державин А.М., Самойлов Л.Н., Конова А.М., Переведенцева С.В. Комплексное применение средств химизации в ресурсосберегающих агротехнологиях интенсивного земледелия// Агрохимия. – 2011. – №11. – С.39-51.

2. Ильин, Д.Ю. Методы экологических исследований: учебное пособие / Д.Ю. Ильин, Г.В. Ильина, С.А. Сашенкова. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 152 с. :ил.

3. Серая Т.М., Богатырева Е.Н., Мезенцева Е.Г., Бирюкова О.М. Влияние систем удобрения на продуктивность севооборота и изменение агрохимических показателей дерново-подзолистойлегкосуглинистой почвы// Агрохимия. – 2011. №11. – С. 17-24.

4. Седых В.А., Савич В.И., Балабко П.Н. Почвенно- экологический мониторинг. М.: РГАУ-МСХА, 2013. 584с.

5. Boswell, T. 2001. Regulation of feeding by neuropeptide Y.Pages 349-360 in Avian Endocrinology (A. Dawson and C.M. Chaturvedi. Eds.). Narosa Publishing House, NewDelhi.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АДСОРБЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

И.Г. Козлов, М.А. Петрова

ФГБНУ ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, г. Москва, Россия

Картофель относится к важной сельскохозяйственной культуре, которая обладает высокой питательной ценностью и является одним из основных традиционных и доступных пищевых продуктов для населения. последние годы в связи с изменением климата водный ресурс становится критичным и расходование влаги должно быть сберегающим. Влагосбережение за счет использования различных адсорбентов (гидрогелей) приобретает все больший интерес. Адсорбенты впитывают воду и удерживают в себе. Исследовали и проанализировали влияние гидрогелей с добавление минеральных удобрений и биопрепаратов на продуктивность картофеля сорта Невский (среднеранний) на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве Московской области в 2021-2022 гг. при густоте посадки 50,0 тыс. растений, ширине междурядий 75 растений по стандартной технологии. В опыте применялись NPK 30:30:80 д.в. на га, препарат Ризобакт (число жизнеспособных клеток Corynebacterium freneyi, не менее – 1х109 – 5х109 КОЕ/мл, массовая доля сухого остатка – 0,05 %, pH (1% раствора) – 6,0-7,0) в дозе 1-2 л/ на 10 л воды. Использовался гидрогель на основе полиакрилата натрия. В воду добавляется NPK или биопрепарат до полного растворения их в воде, после чего в жидкость добавлялся гидрогель и, после его абсорбции раствора, вносился в лунки. Гидрогель с NPK или биопрепаратом вносился в лунку в количестве 4 г и равномерно распределялся по площади лунки. Внесение гидрогеля с добавлением минеральных удобрений и биопрепаратов позволило увеличить биологический коэффициент размножения и урожайность при добавлении минеральных удобрений на 31…32 %, при добавлении биопрепарата на 15,4…16,2 %.

Ключевые слова: картофель, гидрогель, биопрепарат, минеральное питание, сорт.

Картофель относится к важной сельскохозяйственной культуре, которая обладает высокой питательной ценностью и является одним из основных традиционных и доступных пищевых продуктов для населения. В продовольственном балансе нашей страны картофель занимает второе место после зерна. Спрос на картофель продолжает расти. Для обеспечения этого роста возможно возделывание двух урожаев картофеля.

В советское время ученые Балашев Н.Н., Шкварникова П.К., Букасов С.М., Юзепчук С.В., Сикстель Д.А., Матвеев В.П., Писарев Б.А. изучали вопросы, касающиеся возделывания двухурожайной культуры картофеля [1-3]. Они создавали и изучали сорта с укороченным периодом покоя, позволяющим высаживать второй урожай свежеубранными клубнями. Такие опыты проводились в южных регионах нашей необъятной страны, в Туркмении, Казахстане, на Северном Кавказе, в Крыму и т.д. Изучение двухурожайной культуры в Московской области не проводилось, климатические условия в то время не позволяли вырастить два урожая картофеля. Глобальное изменение климата меняет ландшафт и дает уникальные преимущества для нашей страны.

Изменение климата ведет за собой изменение технологий возделывания или их адаптирования. В связи с существенным превышением суммы активных температур для роста и развития растений картофеля в последние годы, увеличением вегетационного периода за счет наступления более ранней весны и более поздней осени становится возможным возделывание двух урожаев в условиях Московской области [2].

Рост и развитие растений происходит в стрессовых условиях, что сказывается на урожайности. Из-за повышения температуры водных ресурсов будет не хватать, особенно для сельскохозяйственного производства. А как известно, вода является важнейшим фактором для жизнедеятельности растений. Для успешного возделывания в условиях изменения климата необходимо искать новые технологические приемы влагосбережения. Необходимо возделывать засухоустойчивые сорта, использовать севообороты, вносить в почву органические вещества, кальцийсодержащие мелиоранты, применять почвосберегающие обработки, водные адсорбенты и т.д. [3].

Влагосбережение за счет использования различных адсорбентов (гидрогелей) приобретает все больший интерес. Гидрогели впитывают воду и

удерживают в себе длительное время, освобождая воду по мере необходимости растения.

Гидрогель – это водопоглощающий полимер в виде гранул, который обладает уникальной способностью поглощать и удерживать при набухании до 1 л воды на 10 г гидрогеля. Наиболее распространены гидрогели на основе полиакриламида. Когда гидрогель находится в сухом состоянии, полимерные цепочки находятся в «свернутом» состоянии, при добавлении воды они расходятся, и вода проникает внутрь. Происходит набухание гранул с образованием гидрогеля. Гидрогели созданы на основе экологически безвредных полимеров. Гидрогель не токсичен, сохраняет свои свойства при высоких и низких температурах в почве в течение пяти лет.

Современные исследования показали возможность синтеза получения новых гидрогелей, содержащих в своем составе питательные компоненты и ростовые вещества, которые могут быть использованы в сельском хозяйстве в засушливых регионах. По данным ученых, гидрогели можно использовать при выращивании сельскохозяйственных культур, в том числе картофеля, как для водообеспечения в период вегетации, так и для внесения NPK и стимуляторов роста и развития растений [6]. Учеными установлено, что введение набухших гелевых структур в ризосферу картофеля позволяет: оптимизировать водоснабжение и урожайность картофеля; защитить плодородный слой и клубни картофеля от основных патогенов; для фиксации современных средств защиты растений в ризосфере, предотвращая их вымывание и попадание в окружающую среду [4]. Предварительные лабораторные эксперименты проверили антимикробную активность гелевых структур, а также их влагоудержание, дисперсность и гидропроводность с последующим компьютерным моделированием водообмена и поглощения корнями в системе “почва-гель-картофель”.

С помощью гидрогелей можно вносить химические препараты для защиты от болезней [4]. Защитные фунгицидные и антибактериальные свойства гидрогелевых композиций были протестированы с использованием изолятов фитофтороза (оомицета *Phytophthora infestans (Mont.)* и черной ножки картофеля (*Pectobacterium atrosepticum (van Hall* 1902)), полученных из Государственной коллекции фитопатогенных микроорганизмов во Всероссийском научно-исследовательском институте фитопатологии [4].

Использование влагосберегающих препаратов (гидрогелей) позволит удерживать влагу в почве в период роста и развития растения. Их использование в мире находит все большее распространение (США, Япония, Китай и др.)

[7]. Это позволяет снизить количество поливов (на богаре) или сберегать и использовать влагу в период снижения влажности или засухи.

Целью исследований было изучить влияние гидрогеля с разными наполнителями при возделывании раннего картофеля в условиях Московской области.

Объекты и методы исследований. Работа была выполнена на участке (55.308998 северной широты, 37.797354 восточной долготы) Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии Барыбино в 2021-22 году, расположенном в микрорайоне Белые Столбы (Московская область, Домодедовский район, микрорайон Белые Столбы).

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Содержание гумуса 2,1% (по Тюрину), подвижного фосфора 16,16 мг/кг, обменного калия 79,09 мг/кг (по Чирикову), кислотность солевой вытяжки – 5,7 ед. pH. (ГОСТ 26483-85). Участок находится на склоне с перепадами высот.

Объектом исследования являлся картофель сорта Невский суперэлита. Схема посадки 75х30 см. Густота стояния 50,0 тыс. растений на гектаре.

В опыте применялись NPK 30:30:80 д.в. на га, препарат Ризобакт (число жизнеспособных клеток Corynebacterium freneyi, не менее – $1x10^9$ – $5x10^9$ КОЕ/мл, массовая доля сухого остатка – 0,05 %, pH (1% раствора) – 6,0-7,0) в дозе 1-2 л/ на 10 л. воды. Использовался гидрогель на основе полиакрилата натрия. В воду добавляется NPK или биопрепарат до полного растворения их в воде, после чего в жидкость добавлялся гидрогель и, после его абсорбции раствора, вносился в лунки. Гидрогель с NPK или биопрепаратом вносился в лунку в количестве 4 г и равномерно распределялся по площади лунки.

Посадка в начале мая рендомизированно в 3 кратной повторности, уборка в середине июля. Технология возделывания включала обработку почвы (зяблевая вспашка осенью, фрезерование весной, нарезка гребней перед посадкой), а также уход за растениями (междурядная обработка, окучивание). Посадка осуществлялась однорядной картофелесажалкой для полевых исследований. Уборка осуществлялась вручную для учета урожайности культуры.

Климатические условия произрастания картофеля в 2021-2022 гг. были благоприятными, это видно из таблицы 1.

Применялись общепринятые методы при проведении полевых и лабораторных исследований по культуре картофеля (1967), статистической обработки данных Доспехова Б.А. (1967), дисперсионный анализ (ANOVA).

Таблица 1. Погодные условия вегетационных периодов 2021-2022 гг.

Месяц	Температура воздуха, °С						Осадки, мм					
	I	II	III	сред-няя	норма	откло-нение от нормы	I	II	III	выпало	норма	% от нормы
2021 г.												
май	6,9	17	19,1	14,3	13,9	0,4	43	8	27	78	50	156
июнь	15,8	24,3	19,9	20	17,6	+2,4	26	5	9	40	69	58
июль	18,9	27,1	20	22	19,7	+2,3	4	0	8	12	70	17
август	17,4	23,4	18,3	19,7	17,7	+2,0	60	24	12	96	65	149
сентябрь	11,7	9,1	8,9	9,9	11,9	-2,0	32	16	24	82	52	156
2022 г.												
май	8,8	11,9	10,7	10,5	13,9	-3,4	22	31	19	72	50	143
июнь	17,9	17,3	19,8	18,3	17,60	+0,7	7	9	11	27	69,00	39,00
июль	17	24,5	20,1	20,5	19,7	+0,8	10	14	17	41	70	59
август	20,3	24,1	18	21	17,7	+3,3	2	1	2	5	65	8
сентябрь	11,7	11,2	6,9	9,9	11,9	-2,0	16	59	35	110	52	211

Результаты исследований и обсуждение. Один из наиболее важных факторов произрастания растений является влага, к сожалению, осадки поступают не равномерно. Исследования проводятся в Московской области на дерново-подзолистых почвах, а они характеризуются большой изменчивостью. Интенсивное поступление влаги, как и недостаток для растений является стрессом. Для нормального роста и развития растений картофеля необходимо поступление влаги постоянно, в оптимальных количествах, нужно 5-6 мм влаги каждый день. Гидрогель не только удерживает влагу в почве, но и любые добавленные наполнители в них, которые поступают в растение постепенно.

Итогом всех сложнейших процессов, происходящих в растении (биохимических, физиологических), является урожайность. Она представлена в таблицах 2-3. Полученные результаты свидетельствуют о влиянии внесения гидрогеля в прикорневую зону растений.

Таблица 2. Структура урожая клубней картофеля сорта Невский, в среднем за 2021-22 гг.

Вариант	Мелкие 30 >		Средние 30-80 г		Крупные 80<		Количество клубней с 1 куста, шт.	Масса клубней с 1 куста, г	± от контроля шт/г
	шт.	г	шт.	г	шт.	г			
Контроль	2,7	45,9	3,7	172,9	1,5	148,4	7,9	367,2	
Гидрогель+ NPK	4,0	65,2	4,8	212,6	1,6	207,1	10,4	484,9	+2,5/+ 117,7
Гидрогель+ биопрепарат	3,8	67,9	4,0	202,2	1,5	153,4	9,2	423,6	+1,3/+ 56,4
$НСР_{05}$	0,18	2,9	0,21	9,8	0,08	8,5	1,4	21,2	

Таблица 3. Влияние изучаемых факторов на показатели структуры урожая клубней картофеля, 2021-2022 гг.

Вариант	Число клубней с 1 куста				Масса клубней с куста			
	Всего, шт.	Выход в %			Всего, г	Выход в %		
		Крупные (> 80 г)	Средние (30…80 г)	Мелкие (<30 г)		Крупные (> 80 г)	Средние (30…80 г)	Мелкие (<30 г)
Контроль	7,9	19	46,8	34,2	367,2	40,4	47,1	12,5
Гидрогель+ NPK	10,4	15,4	46,2	38,4	484,9	42,7	43,8	13,4
Гидрогель+ биопрепарат	9,2	15,3	43,4	41,3	423,6	36,2	47,7	16,0

При посадке 50 000 растений на 1 га, урожайность в контроле составила 18,36 т/га, при внесении минеральных удобрений в гидрогель – 24,2 и при внесении биопрепарата – 21,18 т/га.

При добавлении минеральных удобрений в гидрогель вырос биологический коэффициент размножения на 31,6 % (+2,5 шт.), при добавлении биопрепарата на 16,5 % (+1,3 шт.). Также возросла урожайность при добавлении минеральных удобрений на 32 % (+117,7 г) и биопрепарата – на 15,4 % (+56,4 г.). Для ранней продукции получение таких урожаев рентабельно, в связи с тем, что продукция может продаваться по более высокой цене в летний период. К сожалению, продукцию картофеля РФ закупает с начала марта месяца из Египта, Израиля и т.д., отечественная продукция начинает поступать в розницу только после 1 августа.

Важным моментом для ранней продукции является качество клубней. Качество клубней зависит от химического состава. Данные анализов не выявили различий в химическом составе опытных образцов. Сухих веществ содержало 20,1 %. Больше сухих веществ оказалось в сосудистых пучках, уменьшение происходит к периферии клубня и внутренней сердцевине. Содержание крахмала в вариантах не отличались, в среднем составило 14,5 %. Данные говорят о том, что применение не оказывает отрицательного влияния на качество клубней. Многочисленные исследования говорят о том, что химический состав сильно варьирует от особенностей выращивания (климатических, погодных, типа почвы, применяемых удобрений, агротехники), в данном случае исследования проходили в одних условиях, агротехника не различалась, погодные условия также были одинаковыми.

Выводы. Результаты исследований позволяют утверждать, что гидрогели в технологии возделывания картофеля раннего при внесении локально в

лунку позволяют увеличить биологический коэффициент размножения и урожайность при добавлении минеральных удобрений на 31…32 %, при добавлении биопрепарата на 15,4…16,2 %. Использование гидрогелей особенно будет актуально при засушливых условиях возделывания.

Литература:

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

2. Методика исследований по культуре картофеля М.: НИИКХ, 1967. 263 с.

3. Гаспарян И.Н. Теоретические и практические основы повышения продуктивности посадок картофеля с использованием декапитации в Нечерноземной зоне Российской Федерации: дисс. на соискание уч. ст. доктора сельскохозяйственных наук / Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. Москва, 2016. – с. 250.

4. Дыйканова М.Е., Левшин А.Г., Гаспарян И.Н., Ивашова О.Н. Ресурсосберегающая технология возделывания раннего картофеля // Картофель и овощи. 2019. № 2. С. 26-28.

5. Снакин В.В. Глобальные изменения климата: прогнозы и реальность // Жизнь Земли, 2019. – Т.41. – № 2. – с. 148-164.

6. Левшин А.Г., Гаспарян И.Н., Дыйканова М.Е., Ивашова О.Н., Денискина Н. Ф. Возделывание экологически чистого картофеля раннего в двухурожайной культуре в условиях Московской области: практические рекомендации, М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2020. – с. 40.

7. Levshin A., Ivashova O., Gasparyan I., Gasparyan Sh., Deniskina N. Competitiveness of early potato production in two-crop culture //В сборнике: International Conference on Policicies and Economics Measures for Agricultural Development (AgroDevEco 2020). Proceedings of the International Conference on Policies and Economics Measures for Agricultural Development (AgroDevEco 2020). 2020. С. 208-212.

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРИТЕЛЬНОЙ СМЕСЕЙ И НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Н.В. Киселева

ФГБОУ ВО «Самарский ГАУ»
446442, Россия, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, д. 1

В статье представлены результаты влияния микроудобрительной смеси Агроминерал на фотосинтетическую деятельность гибридов подсолнечника. Лучшим по урожайности оказался гибрид подсолнечника Тальда с применением микроудобрительной смеси с показателем 25,96 ц/га.

Ключевые слова: подсолнечник, гибриды, фотосинтез, микроудобрительная смесь, Агроминерал, урожайность.

Работа выполнена под руководством к. с-х. н. Л.В. Киселевой

Подсолнечник – одна из самых популярных сельскохозяйственных культур на сегодняшний день. Его возделывают практически во всех регионах России и, следовательно, появляются всё больше различных гибридов, чтобы была возможность получать более высокий урожай в резко-континентальных условиях Самарской области [1].

Как и любое растение, подсолнечник нуждается в элементах питания. Во время возделывания данной культуры для более высокого и качественного урожая следует применять помимо основных элементов питания, таких как азот, фосфор и калий, подкормки другими необходимыми элементами. Для более быстрого и точного поглощения растением данных элементов можно применить микроудобрительные смеси.

Анализ влияния данных смесей требует наблюдений за фотосинтетической активностью в посевах, ведь изменение условий роста растений неизбежно, прямо или косвенно влияет на формирование урожая [2].

Наша цель в исследованиях заключается в улучшении продуктивности гибридов подсолнечника и качества получаемой продукции. Для этого мы провели оценку фотосинтетической активности посевов отечественных гибридов подсолнечника Тальда, Сурус, Остин, Экселент и Елло, возделываемых по системе Экспресс, изучили влияние на нее применения микроудобрительной смеси Агроминерал.

Агротехника проведения опытов включала глубокое рыхление на 30 см, весной – боронование, внесение расчетных доз удобрений на запланированный урожай 25 ц/га, предпосевную культивацию на глубину заделки семян, посев с прикатыванием, обработку гербицидами Гранд плюс 0,035 кг/га + Канон 0,5 л/га в фазу 2 листа, обработку по вегетации Агроминералом (2,5 л/га), уборку и учёт урожая [3].

Агроминерал (олеистый) содержит: N – 15,6%; MgO – 2,13%; SO_3 – 1,03%; B – 0,49%; CU – 0,10%; Fe – 0,49%; Mn – 0,49%; Zn – 0,49%; Mo – 0,0050%. Применяется в качестве комплексного минерального удобрения с микроэлементами для внесения в подкормку на всех типах почв.

Ассимиляционная поверхность листьев определялась с использованием контурного метода в компьютерной модификации. Для расчета фотосинтетического потенциала посевов (ФП) была применена методика Ничипоровича А.А. (1961), а чистая продуктивность фотосинтеза (ЧИФ) была определена по формуле, предложенной Briggs G., Kidd F., West C.

Этап уборки начинается, когда процент побурения корзинок достигает 85-90%, а влажность семян составляет 12-14%. Урожайность определена методом уборки пробной площадки размером 10 $м^2$ с повторными измерениями в четырехкратном исполнении. Затем производится пересчет урожая на влажность 7%.

На начальных этапах развития растения эффективно используют энергию солнечной радиации за счет увеличения площади поверхности листьев. Листья растений являются главными органами, которые выполняют фотосинтез. Именно благодаря листьям растения могут получать энергию солнечного света и превращать ее в глюкозу. В этот период растения активно развиваются, поэтому увеличивается площадь поверхности листьев, что позволяет им более эффективно собирать солнечную радиацию и проводить фотосинтез.

Три года исследований (с 2021 по 2023 гг.) было выявлено, что средняя площадь листьев интенсивно возрастала до фазы бутонизации, где достигала 90,43 тыс. м^2/га. Применение удобрения Агроминерал повышало данный показатель до 92,97 тыс. м^2/га (табл. 1).

Таблица 1. Площадь листьев гибридов подсолнечника при внесении удобрений, среднее за 2021-2023 гг., тыс. м^2/га

Гибрид/фаза	8 настоящих листьев	Бутонизация	Цветение	Начало побурение корзинок
Контроль				
Тальда	73,80	90,43	45,84	25,33
Сурус	71,79	88,31	41,01	22,37
Остин	70,79	89,37	40,71	23,12
Экселент	69,80	89,15	42,79	24,20
Елло	69,87	88,36	42,82	23,10
Агроминерал				
Тальда	74,91	92,97	47,80	26,93
Сурус	72,85	89,42	43,78	24,10
Остин	71,88	91,11	41,83	23,40
Экселент	71,73	91,03	43,90	25,22
Елло	71,00	89,29	45,71	25,24

В дальнейшем площадь листьев закономерно снижалась и к фазе начала побурения корзинок находилась в пределах от 25,10 до 26,93 тыс. м^2/га при применении микроудобрительной смеси Агроминерал.

Важными показателями, характеризующими продуктивность растений, является фотосинтетический потенциал. Этот показатель характеризует светопоглощающую способность посевов. Фотосинтез растений тесно связан с биологическими особенностями культуры и варьируется в зависимости от этапов развития растений и условий окружающей среды, среди которых важное место занимают методы выращивания урожая, в частности обработка культур во время вегетации стимулирующими препаратами и уровнем минерального питания [4].

Фотосинтетический потенциал является одним из важных показателей, которые характеризуют продуктивность растений. Он отражает способность растений поглощать свет и проводить фотосинтез. Фотосинтез, в свою очередь, тесно связан с биологическими особенностями каждого вида растений и может варьировать в зависимости от различных факторов, таких как стадии развития растений и условия окружающей среды. Методы выращивания растений и уровень минерального питания являются важными факторами, которые влияют на фотосинтетический потенциал.

Обработка посевов стимулирующими препаратами во время их вегетации может значительно улучшить фотосинтетическую активность растений и, соответственно, повысить их продуктивность. Однако следует отметить, что фотосинтетический потенциал может быть различным у разных видов растений и может меняться в зависимости от их биологических особенностей. Также его значение может колебаться на разных этапах развития растений [5].

В среднем за три года наибольший показатель фотосинтетического потенциала во время фазы «8 настоящих листьев» при применении удобрения Агроминерал достиг гибрид Тальда со значением в 700 тыс. м^2/га в то время, как Елло дал наименьший показатель – 663,5 тыс. м^2/га. К фазе цветения показатели грибрида Тальда увеличились до 1040,4 тыс. м^2/га. В фазу «бутонизация» все показатели значительно уменьшились и были в пределеах от 868,1 до 919,2 тыс. м^2/га. К побурению корзинок максимальный показатель достигал гибрид Тальда – 488,3 тыс. м^2/га, минимальный показатель – гибрид Остин (425,7 тыс. м^2/га).

Таким образом, наивысшие показатели фотосинтетического показателя во все фазы вегетации подсолнечника были у гибрида Тальда.

Основной и необходимый показатель хозяйственной ценности любой полевой культуры является урожайность. Каждое хозяйство старается добиться высоких значений в данном показателе. В течение трех лет была проанализирована урожайность гибридов подсолнечника с использованием микроудобрительной смеси Агроминерал и проведено сравнение уровня урожайности изучаемых гибридов с обработкой данной смесью и без нее.

В среднем за 2021-2023 годы, в пересчете на влажность 7%, урожайность составила 22,28…23,81 ц/га на полях без обработки Агромиералом. Наибольший показатель дал гибрид Тальда со значением 23,81 ц/га. Наименьший показатель имел гибрид Сурус с показанием 22,28 ц/га. Оставшиеся гибриды дали средние результаты (табл. 2).

С применением удобрений урожайность поднялась относительно контроля на 1,52…2,58 ц/га и достигла 24,52…25,96 ц/га. Максимальный показатель достиг гибрид Тальда (25,96 ц/га), тем временем минимальный показатель оказался у гибрида Экселент – 24,52 ц/га. При этом наибольшую отзывчивость на обработку агроминералом показали гибриды Сурус и Остин.

Из этого следует, что планируемуюой урожайностьи смогли достичь гибриды Тальда и Сурус на вариантах с применением удобрительной смеси Агроминерал.

Таблица 2. Урожайность семян различных гибридов подсолнечника, среднее за 2021-2023 гг., ц/га

Обработка посевов	Гибрид	Урожайность
Контроль (без обработки)	Тальда	23,81
	Сурус	22,28
	Остин	22,33
	Экселент	23,00
	Елло	23,02
Агроминерал	Тальда	25,96
	Сурус	24,86
	Остин	24,67
	Экселент	24,52
	Елло	24,59

Таким образом, возделывание гибридов подсолнечника в условиях лесостепи Среднего Поволжья по системе Экспресс с обработкой посевов Агроминералом позволяет усилить фотосинтетическую деятельность растений за счет увеличения площади листовой поверхности и получить урожайность до 25,96 ц/га.

Литература:

1. Киселева, Н.В. Фотосинтетическая деятельность подсолнечника при применении микроудобрительных смесей // В сборнике: Константиновские чтения. Сборник научных трудов I международной студенческой научно-практической конференции. Кинель, 2023. С. 17-21. 1

2. Киселева, Л.В. Сравнительная продуктивность гибридов подсолнечника при применении комплекса удобрений / Л.В. Киселёва, Е.В. Перцева, О.П. Кожевникова, А.В. Брежнев, В.Г. Васин // В сборнике: Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии. Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, профессора Владимира Михайловича Холзакова и 75-летию кандидата сельскохозяйственных наук, доцента Анатолия Ивановича Венчикова. Ижевск, 2022. С. 215-221. 2.

3. Киселева, Л.В. Формирование высокопродуктивных агроценозов подсолнечника при комплексной обработке органоминеральными удобрениями и стимуляторами роста в условиях Самарской области / Л.В. Киселева, А.В. Брежнев, В.Г. Васин, В.Э. Ким // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 16-23. 5.

4. Жижин, М.А. Фотосинтетическая деятельность гибридов подсолнечника при применении микроудобрительных смесей в лесостепи Среднего Поволжья / М.А. Жижин, Л.В.Киселёва // В сборнике: Актуальные вопросы кормопроизводства. Состояние, проблемы, пути решения. Сборник научных трудов Национальной научно-практической конференции, посвящённой памяти Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ельчаниновой Надежды Николаевны. 2019. С. 14-20. 4.

5. Киселева, Н.В. Фотосинтетическая деятельность подсолнечника при применении микроудобрительных смесей // В сборнике: Константиновские чтения. Сборник научных трудов I международной студенческой научно-практической конференции. Кинель, 2023. С. 17-21. 3.

ВЛИЯНИЕ ЦИНКА НА СНИЖЕНИЕ ГЕРБИТОКСИЧЕСКОГО СТРЕССА У РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ

В.Д. Бочкарев, А.Г. Вишняков

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»
430905, г. Саранск, р.п. Ялга, ул. Российская, 37

Работа выполнена под руководством к.с.-х.н. А.Н. Никольского

Обсуждаются вопросы применения минеральной и хелатной формы цинка при совместном применении с гербицидами на кукурузе. Установлено положительное влияние ZnЭДТА на снижение гербитоксического стресса культуры.

Ключевые слова: цинк, хелаты, кукуруза, гербициды, стресс.

Цинк относится к наиболее важным микроэлемента регулирующим физиологические процессы растений, такие как синтез белков и метаболизм нуклеиновых кислот [1]. Цинк – единственный металл, который необходим для всех шести классов ферментов (оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы и лигазы) [2]. Вместе с тем содержание его в почве зачастую недостаточно, а поглощение корнями затруднено по ряду причин (Оценка биодоступности хелатного). Установлено положительное влияние цинка при обработке семян перед посевом. Так в исследованиях Н. В. Гоман и соавт. [3] при

совместном применении хелатов цинка и меди прибавка урожайности яровой пшеницы в условиях Омской области составила порядка 15 %. Наиболее перспективным направлением использования хелатов цинка является снижение гербитоксического стресса при совместном применении гербицидов и микроудобрений. H. S. Saudy et al. [4] отмечают, что цинк применяемый совместно с галосульфурон-метилом и бентазоном оказывал больший эффект на культуру риса по сравнению с микроудобрениями железа и марганца. В опытах Potarzycki J., Grzebisz W [5] листовая обработка цинком и противозлаковыми гербицидами в фазу 4-5 листьев позволила получить прибавка урожайности зерна около 18% по сравнению с вариантом, в котором вносили только макроэлементы. A. Tariq et al. [6] установили, что максимальная урожайность максимальная урожайность зерна кукурузы получена при внекорневом опрыскивании ZnSO4 на стадии развития 9 листьев. В тоже время С. В. Кузнецова и соавт. [7] отмечают, что применение хелатной формы цинка в баковой смеси с гербицидами на основе никосульфурона и флоросулама снижала активность последнего, и не привело к получению значимого увеличения урожайности.

Целью наших исследований являлось определение влияния минеральных и хелатных форм цинка в снижении гербитоксического стресса на растения кукурузы в лабораторном опыте.

Методика исследований. Исследования по влиянию различных форм цинка на снижение гербитоксического стресса растений кукурузы проводились в лабораторном опыте из 4 серий в 2023 году. Растения кукурузы проращивали в контейнерах на смеси кварцевого песка и перлита в соотношении 5:1. Растения выращивали на растворе Кноппа в фитокамерах с поддержанием температуры воздуха 20-22 С° и влажности 60-70 %. В фазу 2 настоящих листьев растения обрабатывали по следующей схеме 1) контроль (обработка водой) 2) обработка гербицидом Дублон Голд (0,25% раствор) 3) обработка гербицидом + цинк сернокислый (0,1 % раствор) 4) обработка гербицидом + хелат цинка (0,05 % раствор) 5) обработка гербицидом + хелат цинка (0,1 % раствор); 6) обработка гербицидом + хелат цинка (0,2 % раствор).

Содержание цинка в минеральном удобрении – 35%. Хелатная форма на основе этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) содержала 15 % цинка. Дублон голд (никосульфурон, 600 г/кг + тифенсульфурон-метил, 150 г/кг) – комбинированный гербицид против однолетних и многолетних злаковых, однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков в посевах кукурузы.

На 7 и 14 день после обработки определяли сухую массу растений и площадь поверхности листьев. На 14 день определяли содержание цинка в надземной части при помощи атомно-адсорбционного спектрометра АВГ-1000.

Результаты исследований. В ходе проведения исследований установлено, что через 7 дней после применение гербицида Дублон Голд значимо не влияло на накопление сухой массы растениями кукурузы. Различие по сравнению с контролем составляло 0,56 г/растение или 14 % (табл. 1).

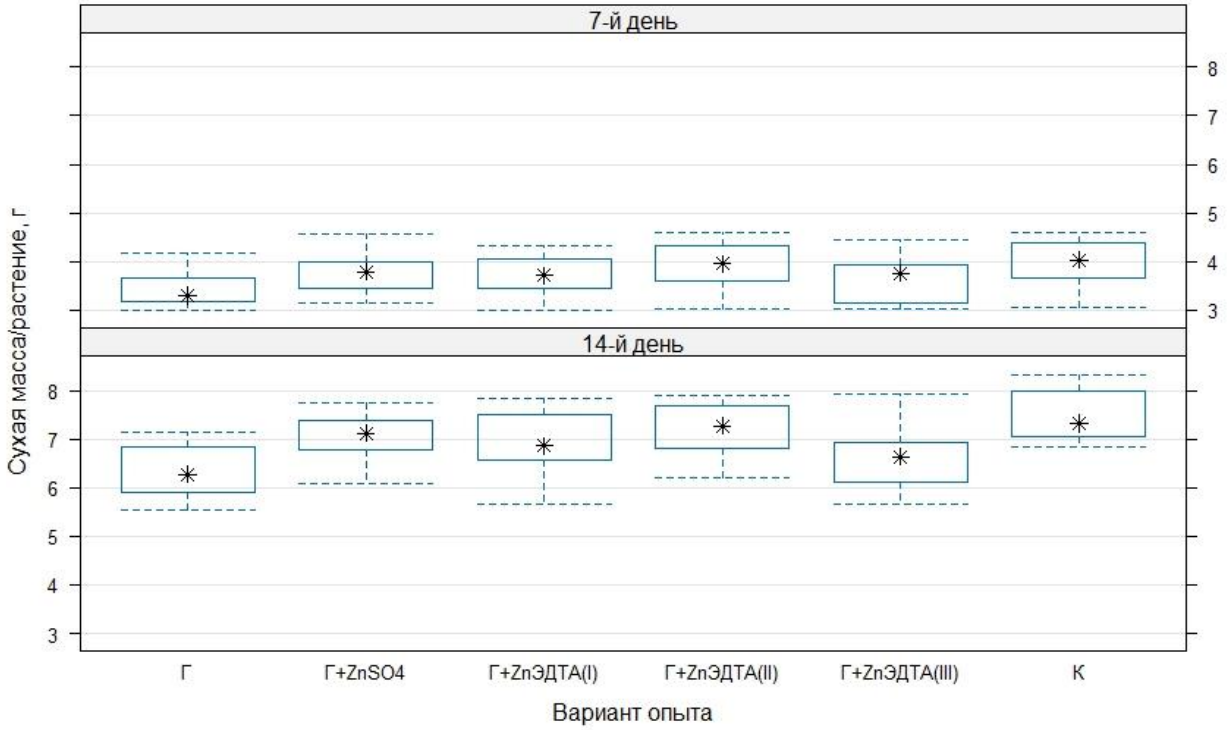
Таблица 1. Влияние различных концентраций цинка на накопление воздушно-сухой массы кукурузы, г/растение

Вариант	Воздушно-сухая масса кукурузы, г/растение	
	Через 7 дней после обработки	Через 14 дней после обработки
Контроль	3,97	7,52
Гербицид Дублон Голд (0,25% раствор)	3,41	6,37
Гербицид + $ZnSO_4$ (1 % раствор)	3,79	7,06
Гербицид + ZnЭДТА (0,5 % раствор)	3,73	6,86
Гербицид + ZnЭДТА (1 % раствор);	3,91	7,22
Гербицид + ZnЭДТА (2 % раствор)	3,67	6,56
$НСР_{05}$	$F_ф < F_{05}$	0, 22

Применение сульфата цинк совместно с гербицидом несколько сглаживало негативный эффект от применения последнего. Прибавка сухой массы по сравнению с применение только гербицида составила 11 %. Обработка 0,5 и 1% раствором хелата цинка также увеличивало накопление сухого вещества в растении за этот период. Увеличение сухой массы по сравнению с обработкой только гербицидом составило 9 и 14 % соответственно.

Несмотря на достаточно высокие показатели прироста сухой массы значимых различий между вариантами не установлено, во многом это связано со значительным размахом внутригрупповой вариативности, которая обусловлена индивидуальными особенностями развития растений в лабораторном опыте (рис. 1).

Через 14 дней после обработки растений выявлена схожая закономерность. Наибольшее накопление сухой массы отмечено на контроле. Снижение этого параметра при обработке только гербицидом составило 15 %.



Г *– обработка гербицидом Дублон Голд (0,25% раствор),* ***Г+ZnSO4*** *– обработка гербицидом + цинк сернокислый (1 % раствор);* ***Г+ZnSO4 (I)*** *– обработка гербицидом + хелат цинка (0,5 % раствор);* ***Г+ZnSO4 (II)*** *обработка гербицидом + хелат цинка (1 % раствор);* ***Г+ZnSO4 (III)*** *обработка гербицидом + хелат цинка (2 % раствор),* ***К*** *– контроль (обработка водой).*

Рис. 1. Влияние вариантов опыта на распределение данных сухой массы отдельных растений в выборках (звездочкой обозначена медиана, прямоугольником – границы 25% и 75% квартилей, пунктирной линией – размах выборки)

Применение цинка в минеральной форме снижала токсический эффект от гербицида на растениях и привело к увеличению накопления сухой массы на 10 %.

ZnЭДТА в концентрациях 0,5 и 1 % также увеличивал накопление сухой массы по сравнению с вариантом обработкой только Дублон Голд. Прибавка составляла 8 и 14 % соответственно. Следует отметить, что высокая концентрация ZnЭДТА значимо не отличалась от варианта с гербицидом. Значимые различия во многом связаны со снижением внутривидовой дисперсии внутри выборок. О чем свидетельствуют данные рисунка 1.

Гербицидный эффект на культурные растения, проявляющийся в снижении накопления сухой массы во многом связан со снижением интенсивности нарастания листовой поверхности, и как следствие уменьшением количества используемой фотосинтетической активной радиации. Подобная закономерность прослеживалась и в наших исследованиях (табл. 2).

Таблица 2. Влияние различных концентраций цинка на площадь листовой поверхности, см^2/растение

Вариант	Площадь листовой поверхности, см^2/растение	
	Через 7 дней после обработки	Через 14 дней после обработки
Контроль	38,1	68,5
Гербицид Дублон Голд (0,25% раствор)	33,9	62,3
Гербицид + $ZnSO_4$ (0,1 % раствор)	36,9	67,6
Гербицид + ZnЭДТА (0,05 % раствор)	37,1	65,8
Гербицид + ZnЭДТА (0,1 % раствор);	37,5	68,2
Гербицид + ZnЭДТА (0,2 % раствор)	36,6	67,4
$НСР_{05}$	$F_ф < F_{05}$	1,56

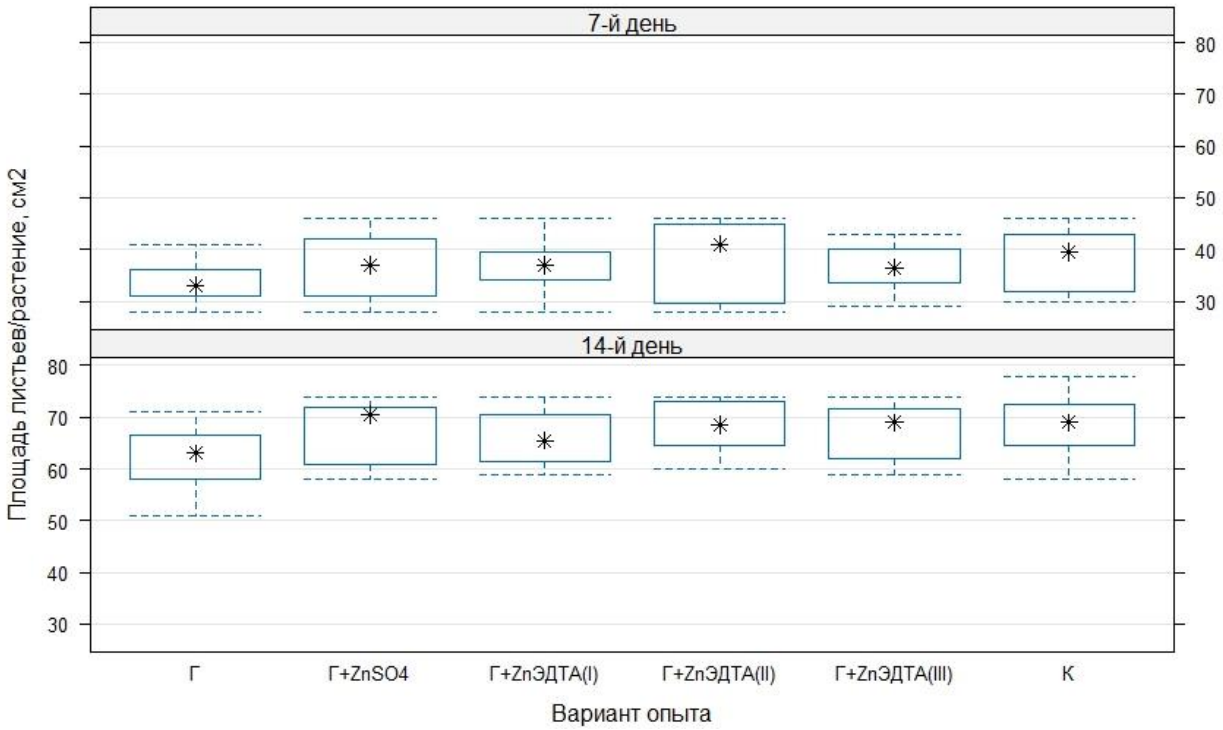
При анализе данных установлено что обработка гербицидом через 7 дней приводит к снижению площади листовой поверхности по сравнению с контролем на 4,2 см^2/растение или 11 %. На вариантах с различными формами цинка при совместном их внесении с гербицидом установлена тенденция к увеличению показателя. Наибольшая прибавка по отношению к варианту с гербицидом выявлена на варианте с применением 1 % раствора ZnЭДТА. Вместе с тем значимых различий в опыте не установлено что во многом объясняется индивидуальной реакцией растений на обработку препаратами и высокой внутригрупповой дисперсией показателя (рис. 2).

Через 14 дней после применение гербицида различия между вариантами стали менее контрастными. Обработка Дублон Голд приводила к снижению площади листовой поверхности на 8 % по сравнению с контролем. Видимых повреждений листового аппарата на растениях, обработанных гербицидом не отмечено.

Наиболее эффективным из вариантов с применением цинка была совместная обработка с ZnЭДТА (1 % раствор). Различия с контролем на данном варианте были не существенны.

На 14 день после обработки было определено содержание цинка в листьях кукурузы. На контроле и варианте с обработкой гербицидами содержание цинка не превышало 5 мг/кг с.в. Низкое содержание цинка объясняется отсутствием источников поступления, кроме запасов в семенах.

Значительно большее накопление в сухом веществе отмечается на вариантах с внесением различных форм цинка. Использование ZnЭДТА обеспечивает сопоставимое содержание этого элемента с вариантом внесения $ZnSO_4$ при меньшей концентрации элемента в растворе.



Г *– обработка гербицидом Дублон Голд (0,25% раствор),* ***Г+ZnSO4*** *– обработка гербицидом + цинк сернокислый (1 % раствор);* ***Г+ZnЭДТА (I)*** *– обработка гербицидом + хелат цинка (0,5 % раствор);* ***Г+ZnЭДТА (II)*** *обработка гербицидом + хелат цинка (1 % раствор);* ***Г+ZnЭДТА (III)*** *обработка гербицидом + хелат цинка (2 % раствор),*
К *– контроль (обработка водой)*

Рис. 2. Влияние вариантов опыта на распределение данных сухой массы отдельных растений в выборках (звездочкой обозначена медиана, прямоугольником – границы 25% и 75% квартилей, пунктирной линией – размах выборки)

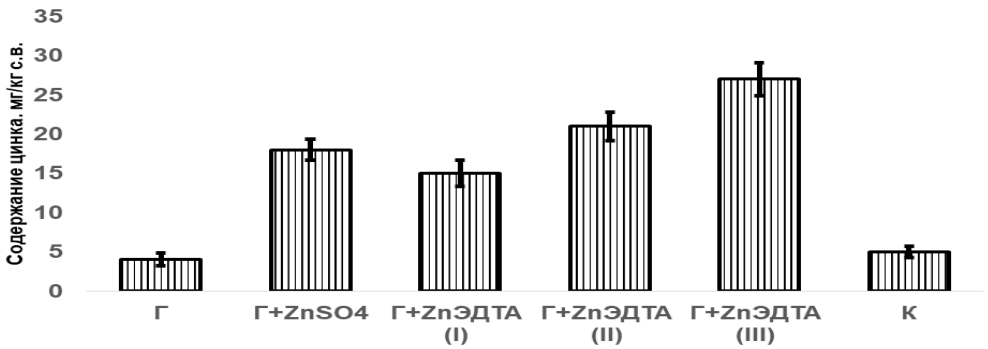


Рис. 3. Влияние вариантов опыта на содержание цинка в растениях кукурузы, мг/кг с.в.

Содержание цинка в опытных вариантах варьировалось от 15 до 27 мг/кг с.в., что соответствует оптимальному содержанию микроэлемента в растении.

Выводы. Проведенные исследования выявили, что при обработке растений кукурузы препаратом Дублон Голд они существенно снижают накопление сухой массы и интенсивность нарастания площади листовой поверхности. Применение хелатной формы удобрений цинка эффективнее устраняет последствия стресса по сравнению с минеральной формой, при этом увеличивая содержание микроэлемента в растении.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России НИОКТР 123033000029-7 «Разработка подходов получения отечественных аналогов кормовых добавок и удобрений на основе микроэлементов и совершенствование технологии их применения в животноводстве и растениеводстве»

Литература:

1. Broadley M., Brown P., Cakmak I. et all. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition). Chapter 7 – Function of Nutrients: Micronutrients. Academic Press, 2012. pp 191-248.

2. Sadeghzadeh B. A review of zinc nutrition and plant breeding //Journal of soil science and plant nutrition. 2013. Т. 13. №. 4. P. 905-927/.

3. Гоман Н. В., Бобренко И. А., Попова В. В. и соавт. Урожайность и потребление элементов питания яровой пшеницей при применении микроудобрений // Агрохимический вестник. 2022. № 6. – С. 32-37.

4. Saudy H. S., El–Metwally I. M., Shahin M. G. Co–application effect of herbicides and micronutrients on weeds and nutrient uptake in flooded irrigated rice: Does it have a synergistic or an antagonistic effect? //Crop Protection. 2021. Т. 149. P. 105.

5. Potarzycki J., Grzebisz W. Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding compone //Plant, soil and environment. 2009. Т. 55. №. 12. P. 519-527.

6. Tariq A. Influence of zinc nutrition on growth and yield behaviour of maize (Zea mays L.) hybrids // American Journal of Plant Sciences. 2014. – Т. 2014.

7. Кузнецова С. В., Багринцева В. Н., Губа Е. И. О целесообразности совместного применения гербицида Крейцер и микроудобрения Батр Цинк Защита и карантин растений. 2023. № 9. С. 13-15.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

Е.К. Барнашова, Е.А. Вертикова, С.С. Деревягин

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Лиственничная аллея, д.3
ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», 410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, д. 7

Проведено экспериментальное исследование с целью оценки влияния регулятора роста – пероксида водорода на урожайность озимой тритикале. Работы проведены на опытных участках ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» г. Саратов, в сезон 2022-2023 гг. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации условий выращивания зерновых культур.

Ключевые слова: тритикале, пероксид водорода, увеличение урожайности, зерновые.

Одной из важнейших задач агропромышленного производства является повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Этот подход обеспечивает, с одной стороны, увеличение эффективности агропромышленного производства, а с другой стороны, способствует в значительной степени улучшению экономических показателей при выращивании культурных растений. Такое положение касается, в частности, зерновых культур, составляющих существенную часть объёма производства сельскохозяйственной продукции в Российской Федерации. Одним из перспективных направлений увеличения урожайности культурных растений является обработка посевов активными химическими средствами – регуляторами роста растений [1], улучшающими усвоение питательных веществ и способствующих активизации биохимических процессов.

Перспективным видом рост-регулирующих агентов являются химические соединения, содержащие активные формы кислорода. Одним из этих соединений считается пероксид водорода. Это может быть обусловлено тем, что пероксид водорода – достаточно стабильное соединение, сохраняющее свою структуру в различных средах. И, вместе с тем, пероксид водорода, в определённых обстоятельствах разлагается, выделяя активный кислород. Кислород, в свою очередь, отличается очень высокой активностью и с лёгкостью

вступает в окислительные реакции, в достаточной степени характерные для биохимических превращений, происходящих в структуре растений.

Пероксид водорода в тканях растений впервые обнаружил Российский биохимик А.Н. Бах [2]. В дальнейшем была установлена [3,4] роль этого соединения в качестве медиатора в системе сигнальных функций растений. В литературных источниках приводятся данные о роли пероксида водорода в процессе фотосинтеза [5], в активации внутриклеточных процессов [6] и при воздействии на прорастающие семена [7].

Источником пероксида водорода для растения является природная вода и атмосфера [8]. Известно, что концентрация H_2O_2 в дождевой воде в Московском регионе России составляет 0,4…1,0 мг/л (11,8…29,4 мкмоль/л). В дождевой воде, собранной в районе Западной Атлантики, установлено колебание концентрации пероксида водорода от 84×10^{-7} до 206×10^{-7} моль/л (8,4…20,6 мкмоль/л). В районе Мексиканского залива концентрация пероксида водорода в осадках составила – 114×10^{-7}…820×10^{-7} моль/л (11,4…82,0 мкмоль/л). Таким образом, отбор проб в различных мировых регионах показал наличие пероксида водорода в атмосферной влаге, при статистически усреднённом значении его содержания в пределах 127×10^{-7} … 402×10^{-7} моль/л (12,7 и 40,2 мкмоль/л).

Исходя из того, что регуляторы роста могут оказывать существенное влияние на ростовые процессы в культурных растениях, в том числе влияют на урожайность зерновых культур, настоящее исследование проводилось с целью определения воздействия пероксида водорода на урожайность озимой тритикале.

В качестве объекта исследования была использована озимая тритикале, созданная при скрещивании пшеницы и ржи, считающаяся в настоящее время самостоятельным ботаническим родом – Triticosecale Wittmack ex A. Camus. Мука тритикале по ряду показателей пищевой ценности превосходит другие злаковые культуры. Данные [9] по содержанию отдельных компонентов и калорийности муки представлены в таблице 1.

Тритикале относится к культурам, обладающим высокой устойчивостью к неблагоприятным климатическим условиям с высокой амплитудой колебаний годовых и среднесуточных температур, а также характеризуется высокой адаптивностью к засушливым условиям произрастания. Такой перечень эксплуатационных свойств может характеризовать культуру тритикале в качестве высоко перспективной для возделывания в условиях Юго-Восточного региона Российской Федерации. Среднегодовая урожайность зерна тритикале при

выращивании в регионе Нижнего Поволжья находится в пределах от 120 до 780 г/м^2 (в среднем по всем образцам – 431 г/м^2).

Таблица 1. Среднестатистические данные калорийности и процентного содержания компонентов, определяющих пищевую ценность муки наиболее значимых представителей злаковых культур

Наименование зерновой культуры	Содержание компонентов, % масс.			Калорийность, ккал/100 г
	белки	жиры	углеводы	
Пшеница	10,3	1,1	68,9	334
Рожь	6,9	1,4	76,7	353
Тритикале	13,2	2,7	54,5	293
Овёс	13,0	6,8	64,9	369
Ячмень	10,0	1,6	56,1	284

Объектом настоящего исследования была выбрана озимая тритикале, культивируемая на опытных участках ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока» (г. Саратов). Опытные поля тритикале в ФАНЦ Юго-Востока представлены на рисунке 1.

Рис. 1. Выращивание тритикале на опытных участках ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока", г. Саратов

Почвенный покров опытных участков представлен темно-каштановыми почвами. Почва среднегумусированная (2,6-3,5%), характеризуется низким содержанием нитратного азота (5–8 мг/кг), высоким содержанием подвижного калия (301-400 мг/кг), очень высоким содержанием подвижного фосфора (>60 мг/кг), а также имеет нейтральную реакцию почвенного раствора – 6,1-6,5 ед. (данные ФАНЦ Юго-Востока). Содержание органического вещества в почве определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), подвижных соединений K и P – по Мачигину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91), нитратного азота – ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86); реакцию почвенного раствора определяли потенциометрическим методом в водной суспензии (ГОСТ 26423-85).

Посев тритикале производился на опытных делянках, площадью – 2,5 $м^2$ – каждый в первой декаде сентября 2022 года. В опытах 2022-2023 гг. использовался озимый сорт Зубр местной селекции [10]. Урожайность сорта по результатам наблюдений за 2016-2020 гг. в среднем составил – 42,1 ц/га. Все опытные посевы обрабатывали с использованием стандартных методов агротехники, разработанных для озимых зерновых культур, выращиваемых в климатических условиях Юго-Восточного региона.

Для получения ожидаемого эффекта – увеличение урожайности зерновой культуры, посевы тритикале обрабатывали методом опрыскивания водным раствором пероксида водорода. В настоящем исследовании для приготовления рабочих растворов использовался 35 % пероксид водорода в воде, не содержащий стабилизаторов и других примесей, рекомендованный для использования в пищевой промышленности, производства «Blubonic Industries», EU. Для приготовления рабочих растворов применяли воду деионизированную (ГОСТ Р 52501-2005).

Для установления оптимального состава рабочего раствора, концентрацию пероксида водорода варьировали в интервале значений – 1×10^{-6} … 5×10^{-5} М. Раствор заданной концентрации готовили методом разведения. Концентрацию пероксида водорода в рабочем растворе устанавливали по специально разработанной методике.

Методика анализа раствора пероксида водорода.

Определение содержания пероксида водорода проводится методом титрования. При проведении анализа осуществляются следующие операции. В коническую колбу вместимостью 100 мл вносят пипеткой 20 мл анализируемого раствора, содержащего пероксид водорода. Прибавляют 10 мл 1 М раствора серной кислоты и титруют 0,001 Н (2×10^{-5} М) раствором перманганата калия до появления бледно-розовой окраски. Появившаяся окраска должна быть устойчивой в течение 30 с. По результатам титрования рассчитывают концентрацию пероксида водорода. Предел обнаружения данной методики составляет 1×10^{-6} М.

Расход рабочего раствора составлял – 250 мл на каждый 1 $м^2$ стандартного опытного участка. Обработку посевов тритикале производили одноразово, во 2 декаде июня, за 1 месяц до уборки урожая. Контрольный опыт предусматривал обработку участка в тех же условиях деионизированной водой. Все варианты были высеяны в трех повторностях. Таким образом, каждый полученный результат включал среднее арифметическое значение трёх параллельных опытов, проведённых в одинаковых условиях. Уборка проводилась в

первой декаде сентября. Урожайность определяли, взвешивая зерно с каждой отдельной делянки. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Условия обработки посевов и показатели урожайности озимой тритикале

№ полевого опыта	Раствор для обработки	Концентрация раствора в воде	Урожайность по зерну		
			кг с единицы площади*		% относительный
			В отдельном опыте	Среднестатистическое значение	
1	Деионизированная вода (контрольный опыт)	100 %	1,155	1,163	-
2			1,175		
3			1,160		
4	Пероксид водорода	1×10^{-6} М	1,218	1,238	106,5
5			1,265		
6			1,230		
7	Пероксид водорода	5×10^{-6} М	1,290	1,325	114,0
8			1,330		
9			1,352		
10	Пероксид водорода	5×10^{-5} М	1,133	1,12153	96,1
11			1,113		
12			1,118		

*- урожайностсь в таблице приведена в расчете кг на 2,5 кв. м

В результате проведённого исследования были установлены следующие показатели урожайности озимой тритикале:

Среднегодовая урожайность сорта Зубр – 42,10 ц/га

Расчётное значение в контрольном опыте – 46,52 ц/га.

Экспериментальное значение посевов, обработанных пероксидом водорода – 53,00 ц/га.

Таким образом было выявлено, что однократная обработка посевов тритикале водным раствором пероксида водорода в период налива зерна, приводит к существенному увеличению урожайности зерна.

Полученные результаты, могут быть рекомендованы для использования специалистами агротехнического сектора экономики с целью совершенствования условий выращивания зерновых культур.

Развитие данного направления может осуществляться при проведении исследований по установлению механизма действия пероксида водорода на биохимические процессы, определяющие ростовую активность растений.

Предложенная методика исследований может быть использована при решении задач по расширению номенклатуры зерновых культур, пригодных для обработки регуляторами роста растений с целью повышения урожайности.

В результате проведённых опытов было установлено, что обработка вегетирующих растений озимой тритикале в фазе налива зерна водным раствором пероксида водорода приводит к увеличению урожайности на 114,0 % масс. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации условий выращивания зерновых культур.

Литература:

1. Рябин С.В. Влияние регуляторов роста растений на урожайность и фитосанитарное состояние яровой пшеницы / Сб. статей: «Научные труды студентов ижевской ГСХА» / г. Ижевск. Изд. Ижевская ГСХА. 2018. Т. 1 (6), с. 60-63.

2. Бах А.Н. Собрание трудов по химии и биологии. М.: АН СССР. 1950. 648 с.

3. Bhattacharjee S. Reactive oxygen species and oxidative burst: roles in stress, senescence and signal transduction in plants // Current Science. 2005. V. 89. P. 1113-1121.

4. Жук В.В., Мусиенко Н.Н. Сигнальная функция перекиси водорода в адаптации растений пшеницы к условиям засухи // Материалы международной научной конференции «Физиология растений – теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий». 2014. Т. 2. С. 169-171.

5. Комиссаров Г.Г. Фотосинтез: физико-химический подход. М.: «Едиториал УРСС». 2003, раздел 3.3. «Пероксид водорода – источник фотосинтетического кислорода (водорода)», С. 154-170.

6. Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. Под ред. И.П. Ермакова. М: КДУ. 2007. 140 с.

7. Будник М.И., Сергеев С.Н. и др. Новый научно-методический подход к экологической обработке семян льна, повышающей всхожесть и предотвращающей слипание посевного материала / Актуальные вопросы биологической физики и химии. 2023. Т. 8. № 3. С. 347-352.

8. Cooper W.J., Saltzman E.S., Zika R.G. The contribution of rainwater to variability in surface ocean hydrogen peroxide / Journal of Geophysical Research, 1987. V. 92. P. 2970-2980. DOI: 10.1029/JC092iC03p02970.

9. Барнашова Е.К. Адаптация метода аналитического контроля содержания α-амилазы в зерне тритикале / Е.К. Барнашова, А.Н. Подкидышев, О.В. Слюзова и др. // Агрохимия. 2023. № 9. С. 56-64. DOI 10.31857/S000218812309003X.

10. Дьячук Т.И., Акинина В.Н. и др. Новый сорт озимой тритикале Зубр / Аграрный научный журнал. 2022. № 6. С. 19-22.

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ (ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИЙ ОПЫТ)

Н.В. Потапова, И.В. Потапов, С.А. Моисеев, Д.Т. Блинов

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»
430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68

Проведенные многолетние лизиметрические исследования показали, что эффективность минеральных удобрений и средств защиты растений в посевах ячменя в сильной степени зависит от сложившихся метеорологических условий, запасов влаги и летних осадков.

Ключевые слова: ячмень яровой, *Hordeum sativum*, лизиметр, урожайность, минеральные удобрения, средства защиты растений.

Введение. Применение минеральных удобрений и средств защиты растений в современном земледелии является наиболее действенным агроприемом повышения продуктивности полевых культур и, в частности, ярового ячменя [1]. Эта культура имеет весьма широкое распространение, как в мировом, так и отечественном земледелии. Суммарно мировые площади, занятые под ячменем, оцениваются в 52,4 млн. га (ФАО) и занимают четвёртое место в мире со средним уровнем урожайности в 2,6 т/га [2]. В России в 2022 г. площадь посевов под ячменем равнялась 7,3 млн. га, а средняя урожайность этой культуры составила в этом году 2,8 т/га [3]. Обеспечение стабильной урожайности ярового ячменя является стратегической задачей для обеспечения продовольственной безопасности страны, так как более 70 % зерна ячменя используется на кормовые цели, что ставит ячмень в один ряд с важнейшими зернофуражными культурами.

Культура ячменя достаточно пластична и широко распространена по территории России. Самые северные районы возделывания ячменя располагаются в Республике Карелия в западной части страны, а на востоке достигают 70º с.ш. [2, 4]. Для ярового ячменя характерной чертой является достаточно высокие темпы потребления питательных элементов в начальный период роста и развития. В условиях относительно короткого вегетационного периода ярового ячменя (порядка 80–90 дней) фаза активного потребления питательных веществ прекращается примерно за 40 дней до полного созревания и уборки культуры. Слабое развитие корневой системы ячменя обусловливает

использование растениями, в основном, легкорастворимых форм элементов питания. Выявление оптимальных доз внесения удобрений и изучение влияния длительного применения удобрений являются важными вопросами в условиях интенсификации земледелия [5, 6].

Современная парадигма применения ресурсосберегающих технологий в области земледелия значительно снизила устойчивость агробиоценозов к изменениям фитосанитарного состояния посевов [7]. При этом на систему защиты растений возложена значительно возросшая нагрузка, и от эффективности её применения зависит уровень урожайности культуры. Также стоит учесть, что пестициды могут иметь и второстепенное воздействие на биогеоценозы, накапливаясь в трофических цепях, тем самым нарушая тесное взаимодействие и симбиоз живых организмов, что в условиях длительного применения ядохимикатов может отрицательно сказаться на экологической обстановке и почвенном плодородии в целом [8, 9].

Целью исследований явилось установление закономерностей воздействия длительного применения пестицидных обработок и внесения минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя, выращенного в стационарной лизиметрической лаборатории в различные по метеоусловиям годы.

Материалы и методы исследования. Урожайные данные по ячменю были получены в лизиметрической лаборатории, заложенной в 1987 г. на опытном поле учхоза Мордовского госуниверситета имени Н. П. Огарёва. Лаборатория состоит из 18 лизиметров, выполненных из железобетона, покрытых с внешней стороны битумом, а изнутри эпоксидной смолой для гидроизоляции. Площадь каждого составляет 4 м^2 (2×2 м). Рабочая глубина лизиметров 1 м, следовательно, объём насыпной почвы в лизиметре составляет 4 м^3. Тип почвы: чернозём выщелоченный, среднегумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый по гранулометрическому составу.

Повторность опыта трёхкратная. Схема опыта состоит из двух изучаемых факторов: доз удобрений (фактор А) и химических средств защиты растений (СЗР) (фактор Б). Дозы минеральных удобрений под ячмень изучались в трех вариантах: 1 – без удобрений (контроль), 2 – умеренная доза удобрений ($N_{60}P_{60}K_{40}$) и 3 – высокая доза ($N_{120}P_{120}K_{80}$). Удобрения вносились осенью под перекопку почвы после завершения уборки предшествующей культуры. Применение средств защиты растений включала два варианта: 1 – без СЗР (контроль) и 2 – с применением комплекса СЗР. Пестицидные обработки проводили без предварительного учёта вредных объектов, согласно принятой схеме опыта и, в определенной степени, носили профилактический характер. Дозировка и

сроки определялись в соответствии с установленными нормами и регламентом применения препаратов в посевах ярового ячменя.

Ячмень за время проведения опыта в лизиметрической лаборатории высевался неоднократно: 14-й, 28-й, 32-й и 36-й культурой в общем чередовании. Исследуемые годы посевов культуры, сорта ячменя, внесённые за время опыта суммарные дозы минеральных удобрений и состав пестицидных обработок приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сорта ячменя, суммарные дозы удобрений, ассортимент средств защиты

Вегетационный период	Сорт	Суммарное количество удобрений до посева	Средства защиты растений		
			Гербицид	Инсектицид	Фунгицид
2000	Зазерский 85	$N_{755}P_{840}K_{750}$	Ковбой	Децис	Байлетон
2014	Зазерский 85	$N_{1640}P_{1770}K_{1560}$	Ковбой	Децис	Байлетон
2018	Эксплорер	$N_{1895}P_{2040}K_{1790}$	Балерина	Децис Профи	Колосаль Про
2022	Поволжский 16	$N_{2125}P_{2310}K_{2040}$	Мортира	Борей Нео	Пума супер

Эффективность применения минеральных удобрений и средств защиты растений зависит от метеорологических условий. Лизиметрическая лаборатория географически располагается в северо-западной части Средне-Волжской возвышенности, климат которой отличается неустойчивостью по годам [10].

Годы с благоприятными метеоусловиями периодически чередуются с аномальными. В засушливые годы наблюдается повышенная температура воздуха и острый недостаток влаги. В годы размещения в лизиметрах ячменя погодные условия были весьма типичными для данной территории. Два года были засушливыми (2014 и 2018) и два года (2000 и 2022) позиционировались как оптимальные (табл. 2).

В 2000 г. отмечалось некоторое избыточное количество осадков, выпавших за вегетационный период. Погодные условия 2022 г. во время вегетации ячменя были близки к оптимальным значениям, лишь с небольшим недобором как предвегетационных (осенне-зимних) влагозапасов, так и осадков, выпавших за летний период вегетации. На почвах тяжелого гранулометрического состава осенне-зимние осадки играют значительную роль в формировании урожайности яровых культур.

При анализе погодных условий проведения опыта наибольший интерес представляют колебания гидротермического коэффициента (ГТК), в формуле которого в расчет взяты летние осадки и температура воздуха. За тридцать шесть лет наблюдений (1987–2022 гг.) данный показатель варьировал в

пределах 40 %. Среднее многолетнее значение ГТК составляет 1,1, что согласно градации, классифицируется как оптимальный. Показатель ГТК 2000 г. указывает на обильное количество осадков (1,5), на одну треть превышающий среднее многолетнее значение.

Таблица 2. Метеоусловия метеостанции Саранского аэропорта Мордовского ЦГМС – филиала ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС» (из открытых источников)

Вегетационный период озимой ржи	Количество осадков, мм				Температурный режим за вегетацию, °С			ГТК* за вегетацию
	осенне-зимний период (август – апрель)	в т.ч. в виде снега	летний период (май-июль)	всего	сумма температур	сумма активных температур	среднесуточная температура	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2000	372	132	198	570	1433	605	15,6	1,5
2014	427	131	80	507	1603	684	17,4	0,5
2018	265	122	66	331	1674	757	18,2	0,4
2022	306	130	140	446	1436	544	15,6	1,0
Среднее многолетнее	342	158	160	502	1564	651	17,0	1,1
$К_{вар.}$ ** %	16	28	37	15	8	19	7	40

* Градация ГТК по Г.Т. Селянинову: 0,51–0,8 – засушливый период; 0,81–1,0 – слабозасушливый; 1,01–1,5 – оптимальный;

** $К_{вар.}$ – многолетний коэффициент вариации.

Результаты исследования и их обсуждение. Урожайность является важнейшим показателем эффективности применения минеральных удобрений и комплекса средств защиты растений. Урожайные данные ячменя, полученные в результате многолетнего эксперимента, позволяют выявить степень влияния изучаемых факторов в разные по метеоусловиям годы (табл. 3).

Более высокая урожайность ячменя была получена в 2022 г., в котором ячмень выращивался 36-й культурой в общем чередовании. Самый низкий уровень урожайности зерна ячменя отмечен в 2018 г.

По данным дисперсионного анализа полученная прибавка урожайности зерна ячменя по фактору А (удобрения) была достоверной во все годы проведения опыта. Средства защиты растений (фактор В) в целом были менее эффективными, чем минеральные удобрения. Например, в засушливом 2014 г. достоверная прибавка урожайности ячменя от СЗР была получена только на фоне внесения высокой дозы удобрений.

Таблица 3. Влияние длительного применения минеральных удобрений и средств защиты на урожайность зерна ярового ячменя

Вариант		Урожайность в среднем		Прибавка урожая в среднем					
Доза удобрений (фактор А)	Средства защиты (фактор В)	по средствам защиты, т/га	по удобрениям, т/га	к абсолютному контролю		по средствам защиты (В)		по удобрениям (А)	
				т/га	%	т/га	%	т/га	%
Вегетационный период 2000 г. (14-я культура в чередовании)									
Контроль	0	1,56	1,68	–	–	–	–	–	–
	СЗР*	1,80		0,24	15	0,24	15		
$N_{60}P_{60}K_{40}$	0	2,77	2,92	1,21	78	–	–	1,24	74
	СЗР	3,07		1,51	97	0,30	11		
$N_{120}P_{120}K_{80}$	0	3,22	3,58	1,66	106	–	–	1,90	113
	СЗР	3,94		2,38	153	0,72	22		
НСР$_{05}$ частн. различ. = 0,50; *НСР*$_{05}$ А = 0,35; *НСР*$_{05}$ В и АВ = 0,29									
Вегетационный период 2014 г. (28-я культура в чередовании)									
Контроль	0	2,63	2,66	–	–	–	–	–	–
	СЗР	2,69		0,06	2	0,06	2		
$N_{60}P_{60}K_{40}$	0	3,15	3,13	0,52	20	–	–	0,47	18
	СЗР	3,11		0,48	18	–0,04	–1		
$N_{120}P_{120}K_{80}$	0	3,42	3,62	0,79	30	–	–	0,96	36
	СЗР	3,83		1,20	46	0,41	12		
НСР$_{05}$ частн. различ. = 0,37; *НСР*$_{05}$ А = 0,26; *НСР*$_{05}$ В и АВ = 0,21									
Вегетационный период 2018 г. (32-я культура в чередовании)									
Контроль	0	1,62	1,73	–	–	–	–	–	–
	СЗР	1,83		0,22	13	0,22	13		
$N_{60}P_{60}K_{40}$	0	2,13	2,47	0,51	32	–	–	0,74	43
	СЗР	2,82		1,20	74	0,69	32		
$N_{120}P_{120}K_{80}$	0	2,95	3,15	1,33	82	–	–	1,42	82
	СЗР	3,35		1,74	107	0,40	14		
НСР$_{05}$ частн. различ. = 0,22; *НСР*$_{05}$ А = 0,16; *НСР*$_{05}$ В и АВ = 0,13									
Вегетационный период 2022 г. (36-я культура в чередовании)									
Контроль	0	0,78	1,06	–	–	–	–	–	–
	СЗР	1,33		0,55	71	0,55	71		
$N_{60}P_{60}K_{40}$	0	2,01	2,29	1,23	158	–	–	1,23	116
	СЗР	2,56		1,78	228	0,55	27		
$N_{120}P_{120}K_{80}$	0	3,65	4,21	2,86	368	–	–	3,15	297
	СЗР	4,76		3,98	510	1,12	31		
НСР$_{05}$ частн. различ. = 0,40; *НСР*$_{05}$ А = 0,28; *НСР*$_{05}$ В и АВ = 0,23									
В среднем за 4 года									
Контроль	0	1,65	1,78	–	–	–	–	–	–
	СЗР	1,91		0,26	16	0,26	16		
$N_{60}P_{60}K_{40}$	0	2,52	2,71	0,87	53	–	–	0,93	52
	СЗР	2,89		1,24	75	0,37	15		
$N_{120}P_{120}K_{80}$	0	3,31	3,64	1,66	101	–	–	1,86	104
	СЗР	3,97		2,32	141	0,66	20		
НСР$_{05}$ частн. различ. = 0,37; *НСР*$_{05}$ А = 0,26; *НСР*$_{05}$ В и АВ = 0,22									

* средства защиты растений.

Следует отметить весьма различные особенности прироста урожайности зерна ячменя в зависимости от применения средств химизации в разные по метеоусловиям годы. Формирование урожайности, с одной стороны, зависело от выпадения осадков в критические фазы развития культуры, когда растворимые питательные вещества были более доступны и, с другой – от фитосанитарного состояния посевов и вредоносности биологических объектов.

В засушливые годы прибавка урожайности зерна ячменя от применения минеральных удобрений была ниже, чем в оптимальные. Это объясняется низкой растворимостью доступных элементов питания при недостаточном выпадении летних осадков. Самым благоприятным для роста и развития ячменя оказался 2022 г. Если на абсолютном контроле урожайность зерна ячменя составила всего 0,78 т/га, то на варианте с применением высокой дозы на беспестицидном фоне она возросла в 4,7 раза, а на фоне комплекса средств защиты увеличилась в 6 раз. Это говорит о том, что современные сорта требуют надежной защиты растений от вредных биотических факторов.

В среднем за четыре года прибавка урожайности зерна ячменя на умеренном фоне минерального питания равнялась 0,93 т/га или 52 % по сравнению с контрольным вариантом. Внесение высоких доз минеральных удобрений обеспечивало прирост урожайности зерна на 1,86 т/га, что на 104 % выше контроля.

Анализ усредненных четырехлетних урожайных данных показал, что комплексное применение средств защиты растений обеспечивало менее заметную прибавку урожайности ячменя. На умеренном фоне минерального питания она составила 15 %, а на высоком – 20 %. Наибольшая прибавка от средств защиты растений наблюдалась на фоне внесения высокого уровня минерального питания и по сравнению с контрольной урожайностью в среднем за 4 года оказалась выше на 0,66 т/га. В благоприятный по погодным условиям 2022 г. эта прибавка возрастала до 1,12 т/га, что на 31 % выше, чем на контроле.

Проведенный дисперсионный анализ урожайных данных показал, что в оптимальные по увлажнению годы между изучаемыми факторами отмечалось существенное взаимодействие. Внесение удобрений и повышение их дозы создавало в посевах ячменя благоприятную среду для развития патогенного комплекса. На варианте без применения средств защиты отмечалось значительное поражение листового аппарата растений ячменя мучнистой росой, ржавчинными патогенами и септориозными пятнистостями. В ряде лет наблюдалось поражение листовых пластинок и колосьев вредителями.

Выводы. Эффективность минеральных удобрений в большей степени зависит от метеорологических условий вегетационного периода. В благоприятные годы была отмечена повышенная отдача от использования удобрений и увеличения дозы внесения. Рост урожайности в годы, приближённые к средним значениям по количеству осадков, в варианте с внесением повышенной дозы минерального удобрения составил в 2,1 (2000 г.) и 4,7 (2022 г.) раза. С применением СЗР данные показатели выросли до 2,2 и 6 раз соответственно. В засушливые годы данная прибавка выражалась несколько слабее: в 1,3 (2014 г.) и 1,8 (2018 г.) раз и с применением СЗР в 1,4 и 1,8 раз соответственно.

Литература:

1. Вислобокова Л.Н., Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Урожайность ярового ячменя в зависимости от основной обработки почвы, доз минеральных удобрений, средств защиты растений // Зерновое хозяйство России. 2012. № 1. С. 77-89.

2. Гаспарян И.Н., Сычев В.Г., Мельников А. В., Горохов С.А. Основы производства продукции растениеводства. Санкт-Петербург: Лань, 2023. 496 с.

3. Информационно-аналитические материалы : Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) : сайт / Федеральная служба государственной статистики. – Москва : ФСГС, 2023. – URL : https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277 (дата обращения : 29.10.2023). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.

4. Якубышина Л.И. Экологическая пластичность коллекционных сортов ярового ячменя в условиях Тюменской области // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. № 3(34). С. 94-99.

5. Троц Н.М., Обущенко С.В., Виноградов Д.В. и др. Эколого-агрохимическое состояние почв Самарской области. Самара : СамГАУ, 2021. 234 с.

6. Мельникова О.В., Ториков В.Е. Теория и практика биологизации земледелия. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 384 с.

7. Кошеляев В.В., Кошеляева И.П., Кудин С.М. Селекционно-семеноводческие аспекты защиты агрофитоценозов пшеницы и ячменя в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Пенза : ПГАУ, 2018. 250 с.

8. Тышкевич Г.Л. Охрана окружающей среды при интенсивном ведении сельского хозяйства. Кишинев : Штиинца, 1987. 242 с.

9. Иванцова Е.А. Влияние пестицидов на микрофлору почвы и полезную биоту // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2013. № 1(5). С. 35-40.

10. Смолин Н.В., Бочкарев Д.В., Ивойлов А.В., и др. Инфильтрация осадков в выщелоченном черноземе при аридизации климата // Метеорология и гидрология. 2020. № 12. С. 86-94.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ, РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ

Г.А. Ивашенков

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
имени Д.Н. Прянишникова»
127434, г. Москва, ул. Прянишникова, 31а

Изучено влияние комплекса микроэлементов с регуляторами роста на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта «Московская-56» на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве. Определена эффективность комплекса агрохимикатов в сочетании с микроэлементами и регуляторами роста на урожайность озимой пшеницы, ее структуру и качество зерна.

Ключевые слова: озимая пшеница, комплексное применение средств химизации, урожайность зерна, окупаемость, качество зерна, регуляторы роста, удобрения.

Основные задачи в достижении высоких показателей урожайности зерновых культур и качества зерна заключены в разработке новых интенсивных технологий земледелия и их грамотном внедрении в зависимости от зональных условий, что должно способствовать сохранению и воспроизводству плодородия почвы путем их комплексного окультуривания [2].

Центральная Нечерноземная зона в целом является благоприятным по природно-климатическим условиям регионом для возделывания озимой пшеницы [2]. Однако почвы региона – в частности, дерново-подзолистые, как наиболее распространенные в Центральном Нечерноземье обладают не самыми благоприятными агрохимическими свойствами. Для них характерно

низкое содержание гумуса, повышенная кислотность, слабая обеспеченность основными элементами питания, что в итоге влияет на естественный уровень плодородия почв и фитосанитарное состояние агроценозов и соответственно на урожайность зерна озимой пшеницы и его качество [1,6]. Поэтому необходимо изучить эффективность сочетания комплекса микроэлементов с регуляторами роста нового поколения в разных системах удобрений на урожайность и качество зерна в условиях дерново-подзолистой суглинистой почвы Центрального Нечерноземья.

Методика. Многолетний опыт был заложен в 1959-1961 гг. на Центральной опытной станции в Домодедовском городском округе Московской области, на слабоокультуренной дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве с агрохимическими показателями pH_{KCl} 4,3-4,5, гумус (по Тюрину) – 1,58 %, подвижные P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) 21 и 133 мг/кг почвы соответственно. Для повышения окультуренности почвы проводили известкование, вносили удобрения.

В опыте применяли зернотравяной севооборот, с двумя системами удобрения: органоминеральная (ОМС) и минеральная (МС), эквивалентные по содержанию NPK. На МС вносили только минеральные удобрения в среднем $N_{63}P_{41}K_{75}$ ежегодно, на органо-минеральной системе наряду с минеральными удобрениями возделывали промежуточные сидераты в качестве органического удобрения, а также навоз КРС в дозе 9 т/га ежегодно. Начиная с 2013 года, в вариантах ОМС навоз не вносили, а в качестве органического удобрения использовали биомассу сидеральной культуры – горчицы белой, которую сеяли после уборки урожая озимой пшеницы, применяли также солому, которую обрабатывали гуматами и заделывали в почву.

В последние годы (2017-2023 гг.) парозанимаемой культурой под озимую пшеницу был горох на сидерат. Минеральные удобрения вносили в виде аммиачной селитры, аммофоса и хлористого калия. Под озимую пшеницу сорта «Московская 56» доза минеральных удобрений составляла $N_{120}P_{70}K_{120}$. Азотное удобрение применяли дробно. Часть азота N_{30}, а также фосфорные и калийные удобрения вносили под предпосевную культивацию, остальную дозу N_{30} – в фазу кущения, и N_{60} в фазу выхода в трубку растений.

Общим фоном на всех вариантах применяли химические средства защиты растений (гербициды, фунгициды и ретарданты), рекомендованные в данной зоне в последние годы для возделывания озимой пшеницы. Препараты нового поколения, представленные комплексным микроудобрением Аквамикс-СТ (Fe – 1,74 %, Mn – 2,57 %, Zn – 0,53 %, Cu – 0,53 %, Ca – 2,57%,

В – 0,52 %, Mo – 0,13 %) – комплекс микроэлементов в форме хелатов (1,2 кг/га) производства Буйского химического завода, и регуляторами роста в последние годы Зеребра-Агро (0,15 л/га) вносили тракторным опрыскивателем ОП-600 в конце кущения растений при норме воды 150 л/га. Опыт ведется на трех полях, последовательно закладываемых во времени. В последние годы предшественником озимой пшеницы был горох в качестве сидерата. Площадь посевной делянки – 90 м^2, учетной – 24 м^2. Учет, наблюдения и методы анализа почвы и растений в опыте проводили рекомендованными методами и ГОСТам.

Содержание белка в зерне определяли ГОСТ 10846-91; содержание сырой клейковины по ГОСТ 10846-91, натурную массу зерна по ГОСТ 10840-64; массу 1000 зерен по ГОСТ 10842-89; содержание фосфора и калия по ГОСТ 26657-97.

Уборку осуществляли комбайном «Сампо». Дисперсионный анализ данных проводили по Б.А. Доспехову.

Результаты и их обсуждение. Периодическое известкование и систематическое внесение удобрений в длительном полевом опыте значительно улучшили агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы в начале 11-й ротации (2021-2023 гг.)

Варианты опыта	pHkcl	P_2O_5, мг/кг	K_2O, мг/кг	Гумус, %
Исходная почва	4,5	21	13,3	1,50
Контроль	5,50	101,7	80,4	1,64
Фон 1 (ХСЗР) МС (только удобрения и ХСЗР)	5,64	190,7	162,0	1,82
Фон 1 МС + микроэлементы	5,28	200,7	191,0	1,82
Фон 2 ОМС (удобрения, сидераты и ХСЗР)	5,55	181,6	142,0	1,80
Фон 2 ОМС + микроэлементы + сидераты и ХСЗР	5,17	227,0	190,0	1,85

Исходная почва на момент закладки опыта обладала типичными для дерново-подзолистых почв характеристиками: неудовлетворительными физико-химическими свойствами, большинство культур росли и развивались слабо, урожайность зерновых не превышала 10-15 ц/га. Почва была довольно кислой (pH – 4,3), гумус составлял около 1%, по содержанию основных элементов питания почва была слабо обеспеченной, на полях были обильно распространены сорные растения – основные аборигены местностей, а также многочисленные болезни и вредители.

Осуществление зерно-травяного севооборота и внесение соответствующих химических средств привели к улучшению агрохимических свойств почвы. По сравнению с исходной почвой, содержание гумуса повысилось с 1,5% до 1,85 %, pH_{KCl} повысилась с 4,3-4,5 до 5,2-5,6, содержание P_2O_5 и K_2O повысилось соответственно с 21 и 13 до 227 и 191 мг/кг почвы.

Существенное влияние на урожайность и качество зерна озимой пшеницы оказали погодные условия в период исследований. Если в менее благоприятном 2021 году урожайность в лучших вариантах опыта достигала 53,2 ц/га (табл. 2), то в условиях более благоприятных 2022 и 2023 г.– в два раза выше (103 и 106 ц/га). Минимальная урожайность озимой пшеницы формировалась в вариантах без удобрений, где применяли только химические средства защиты растений, и составила в среднем за 3 года 44,6 ц/га, в 2023 г. – 57,0 ц/га.

Таблица 2. Влияние средств химизации на урожайность озимой пшеницы

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Прибавка средняя, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK зерном в среднем за 2021-2023 гг., кг/кг
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя		
Контроль (только ХСЗР)	25,3	-	-	44,6	-	-
МС	38,4	23,9	7,8	68,5	23,9	7,8
МС + микроэлементы	45,3	33,3	10,8	77,9	33,3	10,8
МС + микроэл + Mg	47,0	35,1	11,3	79,7	35,1	11,3
МС + микроэл + регуляторы роста + Mg	52,0	41,9	13,6	86,5	41,9	13,6
ОМС	39,0	26,8	8,1	71,4	26,8	8,1
ОМС + микроэл	47,0	32,3	10,3	76,9	32,3	10,3
ОМС + микроэл + Mg	49,6	35,3	10,4	79,9	35,3	10,4
ОМС + микроэл + регуляторы роста + Mg	53,2	40,9	13,5	85,5	40,9	13,5
$НСР_{0,5}$	2,3	4,3	4,0			

Примечание: ХСЗР – химические средства защиты растений. ОМС – органо-минеральная система удобрения, МС – минеральная система удобрения.

Наиболее высокую эффективность в увеличении урожайности зерна озимой пшеницы во все годы исследований оказали удобрения. Минеральная система удобрения по эффективности несколько уступала органо-минеральной только в условиях 2022 года. Применяемые системы удобрения повышали урожайность в среднем на 53и 60%, а в условиях 2023 г. – на 63 и 73% соответственно.

Внесение агрохимикатов приводило к дальнейшему повышению урожайности зерна озимой пшеницы. Применение комплекса микроэлементов в форме Аквамикс – СТ обеспечило во все годы существенную прибавку урожая зерна, которая составила в среднем на фоне минеральной системы 14%, на фоне органо-минеральной системы 8%, то есть эффективность примененного комплекса микроэлементов была несколько выше на фоне минеральной системы удобрения.

Достоверное повышение урожайности зерна отмечено и при использовании регулятора роста Зеребра–агро совместно с магнием. Прибавка от их применения составила на фоне минеральной системы 8%, на фоне органо-минеральной системы – 11%.

Максимальная урожайность зерна озимой пшеницы формировалась в результате применения удобрений с использованием комплекса микроэлементов, магния и регуляторов роста и составила в среднем на фоне минеральной системы удобрения 86,5 ц/га, а на фоне органо-минеральной системы – 87,5 ц/га, что превышает уровень контроля без удобрений в 1,9 и 2 раза соответственно. Окупаемость удобрений прибавкой зерна в данном случае значительно возрастает и достигает в среднем за 3 года 13,5 кг/кг, в 2023 г. – 15,8 кг/кг.

Показатели структуры урожая за 2021-2023 гг. были следующими (табл. 3).

Таблица 3. Структура урожая озимой пшеницы при применении микроэлементов, регуляторов роста и средств химизации. Средняя за 3 года (2021-2023 гг.)

Вариант опыта	Среднее количество продуктивных стеблей, шт.	Среднее количество зёрен в колосе, шт.	$К_{хоз}$ урожая, средний
Контроль (только ХСЗР)	350	20,4	0,55
МС	455	23,2	0,57
МС + микроэлементы	539	26,8	0,59
МС + микроэл + Mg	542	27,3	0,58
МС + микроэл + регуляторы роста + Mg	580	29,4	0,59
ОМС	496	23,6	0,56
ОМС + микроэл	535	27,3	0,58
ОМС + микроэл + Mg	548	29,0	0,60
ОМС + микроэл + регуляторы роста + Mg	602	31,2	0,61
$НСР_{0,5}$	35,0	5,5	-

При комплексном применении изучаемых средств химизации среднее количество зерен в колосе увеличилось по сравнению с контролем в 1,5 раза,

в 2023 г. в 1,4 раза. Приблизительно в 1,8 увеличивалось количество продуктивных стеблей. При этом отмечалась тенденция к повышению хозяйственного коэффициента урожая (отношение массы зерна к общей массе зерно + солома). Следует отметить и тот факт, что с повышением урожайности озимой пшеницы показатели качества зерна также улучшаются (табл. 4).

Таблица 4. Влияние средств химизации на качество зерна озимой пшеницы

Вариант	Среднее содержание белка за 2021-2023 гг., %	Среднее содержание сырой клейковины за 2021-2023 гг., %	Среднее масса 1000 зёрен за 2021-2023 гг., г
Контроль (только ХСЗР)	11,0	21,5	37,5
МС	13,1	27,1	42,0
МС + микроэлементы	13,4	28,0	44,5
МС + микроэл + Mg	13,6	28,6	45,7
МС + микроэл + регуляторы роста + Mg	13,9	29,4	46,8
ОМС	13,0	26,9	41,9
ОМС + микроэл	13,2	27,9	43,8
ОМС + микроэл + Mg	13,6	28,4	45,2
ОМС + микроэл + регуляторы роста + Mg	13,8	29,4	46,9
$НСР_{0,5}$	2,3	4,6	2,1

Существенное влияние на содержание белка и сырой клейковины в зерне оказали удобрения. При использовании микроэлементов и регуляторов роста в сочетании с удобрениями NPK содержание белка в зерне достигало 13,6-13,9%, сырой клейковины – 29,0-29,4%. В вариантах без удобрений содержание белка составляло 10,6-11,0% и сырой клейковины 21,2-21,5%. То же самое касается и массой 1000 зерен, повысившейся по сравнению с контролем с 37,5 г до 46,9 г в среднем за 2021-2023 гг. В условиях наиболее благоприятного 2023 года Масса 1000 зёрен озимой пшеницы была выше, чем средняя за 3 года. Совместное применение препаратов на фонах минеральной и органо-минеральной систем удобрения достоверно повышало этот показатель качества зерна.

Заключение. Результаты исследований в длительном полевом опыте на дерново-подзолистых почве Центрального Нечерноземья показали перспективность комплексного применения средств химизации с использованием магниевых удобрений, микроэлементов и регуляторов роста растений. На окультуренной дерново-подзолистой почве при использовании комплекса микроэлементов «Аквамикс-СТ», магниевых удобрений и регуляторов роста

повышается урожайность озимой пшеницы в среднем за три года на фоне минеральной системы удобрения на 37%, на фоне органоминеральной системы – на 20%, достигая уровня 86,5 ц/га в 2022 и 2023 г. – 105 ц/га.

Повышение урожайности озимой пшеницы происходит за счет улучшения показателей структуры урожая: количество продуктивных стеблей по сравнению с контролем увеличилось в 1,5-1,7 раз и количество зерен в колосе в 1,4-1,5 раза.

В результате применения средств химизации повышалась масса 1000 зерен по сравнению с контролем. В условиях наиболее благоприятного 2023 года натурная масса зерна озимой пшеницы была выше, чем средняя за 3 года. При этом отмечалась тенденция к повышению хозяйственного коэффициента урожая (отношение массы зерна к общей массе – (зерно + солома).

Существенное влияние на содержание белка и сырой клейковины в зерне оказали удобрения. При использовании микроэлементов и регуляторов роста в сочетании с NPK содержание белка в зерне достигало 13,6-13,9%, сырой клейковины – 29,0-29,4%, при содержании в вариантах без удобрений – 10,6-11,0 и 21,2-21,5% соответственно.

Литература:

1. Завалин А. А. Сохранение почв – задача первостепенной важности // Земледелие. – 2011. – № 4. С 48.

2. Милащенко Н.З., Шкуркин С.И., Чернова Л.С., Трушкин С.В. Агрохимические и агротехнические требования к системам зональных технологий производства продовольственного зерна пшеницы // Плодородие. – 2022. – № 4. – С. 3-5.

3. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Афанасьев Р.А., Коваленко А.А. Факторы урожайности озимой пшеницы в условиях Нечерноземья // Плодородие. – 2021. – № 3. – С. 66-70.

4. Вильдфлуш И.Р. Оптимизация системы удобрения сельскохозяйственных культур при комплексном применении макро – микроудобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов: рекомендации. Горки: БГСХА, 2017. – 34 с.

5. Алиев А.М., Самойлов Л.Н., Цимбалист Н.И. Эффективность комплексного применения средств химизации в Нечерноземной зоне (итоги 55 лет исследований в длительном полевом опыте) // Агрохимия. – 2016. – № 2, - С. 20-30.

6. Ваулина Г.И., Алиев А.М. Разработка эффективных блоков химизации в полевом севообороте на дерново-подзолистой суглинистой почве Центрального района Нечерноземной зоны Российской Федерации Вып.2, – М. ВНИИА, 2012. – С. 68-87.

7. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. – М.: РАН. – 2019. – 328 с.

8. Синяшин О.Г., Шаповал О.А., Шулаева М.М. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие, – 2016, – № 5. – С. 17-20.

9. Аристархов А.Н. Оптимизация полиэлементного состава в агроэкосистемах России. Эколого-агрохимическая оценка состояния дефицита, резервов, способов и средств его устранения // Под ред. Сычева В.Г. – М.: ВНИИА, 2019 – С. 201-245.

10. Мальцева Л.Т., Филиппова Е.Н., Банникова Н.Ю. Роль средств химизации при возделывании озимой пшеницы // Вестник Российской сельскохозяйственной науки, 2022, № 2. – С. 55-59.

11. Шкляев Ю.Н. Магний в жизни растений. – М.: Наука, 1981. – 96 с.

12. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Теоретические основы известкования почв. – С. – Пб.: ЛНИИСХ, 2009. – С. 90-118.

Алфавитный указатель авторов

ФИО	Стр.	ФИО	Стр.
Акперов Д.И.	136	***Куркова С.В.***	107
Аленичева А.Д.	60	***Ламмас М.Е.***	48
Барнашова Е.К.	167	***Лапушкин В.М.***	4, 130
Блинов Д.Т.	173	***Лапушкина А.А.***	4, 10
Боровик Р.А.	24	***Лелянова Е.Н.***	79
Бочарова М.А.	93	***Митрофанов Д.К.***	10
Бочкарев В.Д.	160	***Моисеев С.А.***	173
Варобьев М.В.	16	***Морозов С.А.***	107
Вертикова Е.А.	167	***Немкеева В.В.***	121
Ветрова Е.Ю.	10	***Олехов В.Р.***	136
Вишняков А.Г.	160	***Пашковский А.А.***	79
Власова О.А.	86	***Петрова М.А.***	148
Волкова М.А.	130	***Пономарева А.С.***	35
Голубова В.К.	53	***Потапов И.В.***	173
Деревягин С.С.	167	***Потапова Н.В.***	173
Елина Т.А.	136	***Привалова К.Н.***	73
Ерегин А.В.	86	***Разгулин В.А.***	53
Ерегина С.В.	86	***Река М.Ю.***	30
Ивашенков Г.А.	180	***Седова Е.Г.***	73
Игралиев Ф.Г.	4	***Семенова А.И.***	56
Ильюшенко И.В.	40	***Смирнов Р. А.***	16
Илюшкина О.В.	66	***Стрелков Д.А.***	97
Кайгородов А.Т.	136	***Трузина Л.А.***	45
Каюмов А.М.	117	***Унканжинов Г.Д.***	121
Квитко В. Е.	20	***Чевердин А.Ю.***	30
Киселева Н.В.	155	***Шихаметов Э.М.***	145
Козлов И.Г.	148	***Щуклина О. А.***	20, 60

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПУТЁМ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ, НОВЫХ ФОРМ УДОБРЕНИЙ, НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Игралиев Ф.Г., Лапушкин В.М., Лапушкина А.А. Исследования эффективности новых форм удобрений пролонгированного действия на рост и развитие яровой пшеницы **4**

Лапушкина А.А., Митрофанов Д.К., Ветрова Е.Ю. Вариабельность фоновых содержаний металлов в стандартных образцах разных типов почв **10**

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ, УДОБРЕНИЙ, РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Смирнов Р. А., Варобьев М.В. Влияние показателей ЕС питательного раствора на рост и развитие рассады в условиях защищённого грунта **16**

Квитко В. Е., Щуклина О. А. Влияние подкормок азотным удобрением на различных агрохимических фонах на продуктивность яровой тритикале **20**

Боровик Р.А. Влияние ЭДТА лантана и ЭДТА иттрия на минеральное питание огурца в условиях дефицита почвенной влаги **24**

Чевердин А.Ю., Река М.Ю. Влияние симбиотического биопрепарата на азотное питание растений сои **30**

Пономарева А.С. Влияние регулятора роста растений Атоник Плюс, ВР на урожайность и качество корнеплодов сахарной свёклы **35**

Ильюшенко И.В. Влияние применения гербицидов на прибавку урожая зерна кукурузы в разных почвенно-климатических зонах **40**

Трузина Л.А. Гербицид против пырея ползучего в агроценозах козлятника восточного **45**

Ламмас М.Е. Влияние регулятора роста биологического действия Мицефит, ВРП на продуктивность картофеля **48**

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ, ВЫНОС И БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ, ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Разгулин В.А., Голубова В.К. Влияние поликомпонентного удобрения на урожайность и качество семян сои **53**

Семенова А.И. Оценка эффективности применения азотных удобрений под яровую пшеницу сорта Тризо на дерново-подзолистых почвах, различных по содержанию подвижного фосфора **56**

Аленичева А.Д., Щуклина О.А. Влияние азотных удобрений на рост и развитие трититригии в условиях московской области **60**

Илюшкина О.В. Оптимальный режим питания козлятника восточного под влиянием биологических и минеральных удобрений в условиях Нечерноземной зоны западной Сибири **66**

Привалова К.Н., Седова Е.Г. Качество пастбищного корма при использовании разновозрастных злаковых и бобово-злаковых травостоев **73**

Лелянова Е.Н., Пашковский А.А. Эффективность применения магниевых удобрений линейки АгроМаг при возделывании картофеля в Брянской области **79**

ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ ТРАДИЦИОННОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Ерегин А.В., Власова О.А., Ерегина С.В. Изменение агрохимических показателей плодородия дерново-подзолистой почвы и урожайности культур звена полевого севооборота под действием систем удобрения и известкования **86**

Бочарова М.А. Применение биологических препаратов в технологии выращивания огурца на светокультуре **93**

Стрелков Д.А. Проектирование оптимального питания сельскохозяйственных культур в условиях традиционной системы удобрения АПК «Александровский» Коломенского района Московской области **97**

Морозов С.А., Куркова С.В. Оценка состояния плодородия неиспользуемой пашни для последующего её введения в сельскохозяйственный оборот **107**

Каюмов А.М. Отзывчивость различных сортов яровой пшеницы на применение минеральных удобрений в условиях дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны и Западной Сибири **117**

Немкеева В.В., Унканжинов Г.Д. Динамика плодородия почв пашни западной зоны Республики Калмыкия **121**

Волкова М.А., Лапушкин В.М. Эффективность различных форм мочевины пролонгированного действия в посевах яровой пшеницы сорта Любава **130**

Елина Т.А., Олехов В.Р., Кайгородов А.Т., Акперов Д.И. Агрохимическая оценка состояния пахотного слоя почв Октябрьского городского округа Пермского края **136**

Шихаметов Э.М. Влияние подстилочного и бесподстилочного навоза КРС на посевы яровой пшеницы на дерново-подзолистых почвах **145**

Козлов И.Г., Петрова М.А. Особенности применения адсорбентов в технологии возделывания картофеля **148**

СПОСОБЫ ПРЕОДОЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА АГРОЭКОСИСТЕМЫ И ОГРАНИЧИВАЮЩИХ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКИХ СТАНДАРТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НА ЛОКАЛЬНОМ, РЕГИОНАЛЬНОМ И ГЛОБАЛЬНОМ УРОВНЯХ

Киселева Н.В. Влияние микроудобрительных смесей на фотосинтетическую деятельность гибридов подсолнечника **155**

Бочкарев В.Д., Вишняков А.Г. Влияние цинка на снижение гербитоксического стресса у растений кукурузы **160**

Барнашова Е.К., Вертикова Е.А., Деревягин С.С. Исследование влияния пероксида водорода на урожайность озимой тритикале **167**

Потапова Н.В., Потапов И.В., Моисеев С.А., Блинов Д.Т. Влияние погодных условий на урожайность зерна ярового ячменя (лизиметрический опыт) **173**

Ивашенков Г.А. Эффективность применения комплекса микроэлементов, регуляторов роста и средств химизации на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Центральном Нечерноземье **180**

Алфавитный указатель авторов **188**

Содержание **189**

Научное издание

Под редакцией академика РАН
Завалина Алексея Анатольевича

«Актуальные проблемы и инновационные

решения в области агрохимии»

МАТЕРИАЛЫ

57-й Всероссийской конференции с международным

участием молодых учёных, специалистов-агрохимиков и экологов

(*к 300-летию Российской академии наук и*

220-летию со дня рождения Юстуса фон Либиха)

Компьютерная верстка – Бражникова Н.В.

Издание выполнено в редакционно-издательском отделе ВНИИА
Лицензия на издательскую деятельность ЛР 040919 от 07.10.98
Лицензия на полиграфическую деятельность ПЛД №53-468 от13.08.99
Подписано в печать 19.02.2024 Формат 60x84/16
Усл.печ.л. 12,0 Тираж 500 экз. Заказ № 2
Почтовый адрес: 127434 Москва, ул. Прянишникова, д. 31-А
Тел. (499) 976-25-01, e-mail: pl@vniia-pr.ru