

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА**



**ДЛИТЕЛЬНОМУ ПОЛЕВОМУ СТАЦИОНАРНОМУ
ОПЫТУ РГАУ – МСХА ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА**

110 лет

Москва 2022

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -
МСХА
ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

**ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И
СОЗДАНИЕ УСТОЙЧИВЫХ АГРОБИОЦЕНОЗОВ**

***МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ «110 ЛЕТ ДЛИТЕЛЬНОМУ ПОЛЕВОМУ
СТАЦИОНАРНОМУ ОПЫТУ РГАУ – МСХА ИМЕНИ
К.А.ТИМИРЯЗЕВА»***

**Москва
Издательство РГАУ-МСХА
2022**

УДК 631.452:631.559
ББК 40.326:41.47

Воспроизводство плодородия почв и создание устойчивых агробиоценозов: Материалы Международной научно-практической конференции «110 лет Длительному полевому стационарному опыту РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева» / под ред. С.Л.Белопухова, Н.С.Матюка. - М.: Издательство РГАУ – МСХА.- 2022.- 187 с. – ISBN 978-5-9675-1946-8

В сборнике представлены доклады участников Международной научно-практической конференции «110 лет Длительному полевому стационарному опыту РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева», являющегося достоянием Российской аграрной науки (Свидетельство №52).

Отражены результаты исследований в длительных полевых опытах Российской Федерации и стран ближнего зарубежья по проблемам воспроизводства плодородия различных типов почв и созданию высокопродуктивных экологически устойчивых агробиоценозов за счет совершенствования отдельных звеньев адаптивно-ландшафтных систем земледелия: системы севооборотов, удобрений, обработки почвы, применения средств защиты растений и биологически активных веществ.

Раскрыта сущность систем точного земледелия, его информационно-методическое и техническое обеспечение.

Сборник предназначен для студентов бакалавриата, магистратуры, аспирантов, преподавателей и специалистов агропромышленного комплекса.

УДК 631.452:631.559
ББК 40.326;41.47
Коллектив авторов, 2022
ФГБОУ ВО РГАУ-
МСХА имени К.А.Тимирязева,2022

«ПОДНИМАЯСЬ МЫСЛЬЮ В БУДУЩЕЕ»

А.Г. Дояренко

Будущее наступило, и многое из того, что было заложено и начато профессором А.Г.Дояренко, прорастает и развивается в настоящее время. В 2022 году мы отмечаем 110-летний юбилей уникального Длительного полевого опыта (в иностранной литературе – «Московский стационар»), который наряду с другими опытами; Ротамстед (1883) - Англия, Гриньон (1875) -Франция, Галле (1878) - Германия имеет всемирное значение. По предложению академика Д.Н. Прянишникова проф. А.Г. Дояренко разработал и заложил в 1912 г. уникальный опыт по изучению роли севооборота, бессменных посевов и чистого пара, удобрений и известкования в изменении параметров плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. Известно, что в сельскохозяйственной науке решающая роль принадлежит полевому эксперименту, который:

- является мерилom ценности теоретических гипотез, выполняя не только сугубо научную функцию, но и имея большое обучающее, эстетическое и воспитательное значение;

- показывает чистоту и истинность научного эксперимента, демонстрирует образец передовых технологий и культуру земледелия;

- является сочетанием установившихся традиций и вечно молодого прогресса и служит по своей сути лабораторией под открытым небом, в которой готовятся многие поколения талантливой молодежи, практиков и всех, кто интересуется сельским хозяйством, природой и наукой;

- позволяет оценивать и прогнозировать влияние метеорологических условий на продуктивность сельскохозяйственных культур и эффективность факторов интенсификации земледелия.

Ценность результатов научного исследования пропорциональна длительности стационара и она возрастает по мере приближения

опытного участка к устойчивому экофитоценологическому равновесию. В условиях стационара аккумулируется во времени действие, взаимодействие и последствие приемов агротехники разной степени интенсивности и направленности, изменения в окружающей среде и в развитии деградационных процессов.

За более, чем вековой период на базе вариантов с известной историей корректно получены ценные научные результаты по влиянию климата, удобрений и известки на динамику сопряжения параметров почвенного плодородия дерново-подзолистых почв и урожайности полевых культур.

Благодаря пониманию руководством Университета роли длительных полевых экспериментов в разработке моделей плодородия почвы и адаптивно-ландшафтных систем земледелия разной интенсивности полевой опыт РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева продолжает функционировать с соблюдением требований методики опытного дела.

В современных условиях новые комплексные исследовательские программы с использованием цифровых технологий, развертываемые в опыте, позволяют получать важные знания по фундаментальным проблемам устойчивого развития земледелия восточной части Европы, что полностью оправдывает дальнейшее функционирование опыта.

Освоение научного наследия А.Г. Дояренко, его сохранение является существенным условием развития современной аграрной науки. Без понимания логики развития научного направления, знания его корней невозможно движение вперед. Поэтому научные идеи и классические работы проф. А.Г. Дояренко актуальны и в настоящее время.

***Ректор РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
академик РАН В.И. Трухачев***

ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И СОЗДАНИЕ УСТОЙЧИВЫХ АГРОБИОЦЕНОЗОВ

УДК 631.582: 631.821:631.153

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОБИОЦЕНОЗОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ОКУЛЬТУРИВАНИИ

Длительному полевому стационарному опыту 110 лет
Итоги научных исследований

Матюк Николай Сергеевич, д.с-х.н. профессор кафедры земледелия и методики опытного дела, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный

университет -МСХА им. К.А. Тимирязева

Мазиров Михаил Арнольдович, д.б.н., профессор кафедры земледелия и методики опытного дела, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный

университет -МСХА им. К.А. Тимирязева

Полин Валерий Дмитриевич, к.с-х.н., доцент кафедры земледелия и методики опытного дела, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный

университет - МСХА им. К.А. Тимирязева

Савоськина Ольга Алексеевна, д. с-х. н. профессор кафедры земледелия и методики опытного дела, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный

университет -МСХА им. К.А. Тимирязева

Беленков Алексей Иванович, д. с-х. н. профессор кафедры земледелия и методики опытного дела, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный

университет - МСХА им. К.А. Тимирязева

Аннотация: Пахотные дерново-подзолистые почвы по своей природе характеризуются многими свойствами, унаследованными от исходных целинных и частью приобретенных в процессе современного почвообразования под влиянием факторов интенсификации разной степени интенсивности. В пахотных почвах существенно изменяется гидротермические условия, биологический круговорот элементов питания, что связано со значительным их отчуждением с урожаем и возвратом с минеральными и органическими удобрениями. Длительное (110 лет) применение одно-, двухкомпонентных и полного минерального удобрения, а также сочетание его с навозом и периодическим известкованием, как при бессменном возделывании полевых культур, так и в севообороте изменяет исходный уровень плодородия дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и продуктивность агробиоценозов. Применение минеральных удобрений в

дозе $N_{100}P_{150}K_{120}$ в сочетании с навозом (20 т/га) обеспечивает устойчивую урожайность озимых зерновых на уровне 4,5-5,5 т/га зерна, картофеля - 20-25 т/га и 6-8 т/га сена многолетних трав при снижении степени деградации почвы до экологических нормативов.

Ключевые слова: длительный опыт, севооборот, органический углерод и гумус, подвижный фосфор, обменный калий, бал плодородия, продуктивность агробиоценозов.

Введение. Полевой эксперимент является наиболее универсальным и репрезентативным методом тестирования новых идей и концепций научной агрономии на пути их практической оценки в условиях производства. Ценность результатов научных исследований, получаемых в полевом опыте, возрастает по мере его длительности, с приближением земельного участка к устойчивому экофитоценоотическому равновесию. В этой связи международную значимость имеют лишь длительные опыты.

Длительными считают полевые стационарные опыты, продолжительностью не менее 20 лет, а стационары продолжительностью более 50 лет называют классическими или сверхдлительными. В компьютерной директории ФАО зарегистрировано около 300 наиболее известных полевых стационаров. [1]. Среди них выделяются опыты Ротамстеда (Англия), заложенные в 1843-1856 гг. Часть из них была закрыта по истечению нескольких десятков лет, другие почти достигли или успели перешагнуть 100-летний юбилей. Наибольший интерес из оставшихся полевых опытов представляет 160-летняя "Бессменная пшеница" в Бродболке. Широко известны "Вечная культура ржи" в Галле с 1878 г. (Германия), опыт с удобрениями в Гриньоне с 1875 г. (Франция), Moggow plots с 1876 (Иллинойс, США), Ascow - опыты с 1894 г. (Дания), а также Длительный опыт РГАУ - МСХА имени К.А.Тимирязева или «Московский стационар», согласно международному каталогу длительных опытов с 1912 г. [2, 3,]. Среди ныне действующих лишь 13 стационаров продолжают более 100 лет (табл. 1).

Таблица 1. Наиболее известные длительные полевые стационары мира [1]

Место проведения опыта	Страна	Год закладки
Ротамстед (Rothamsted)	Англия	1843
Гриньон (Grignon)	Франция	1875
Иллинойс (Illinois)	США	1876
Галле (Halle)	Германия	1878
Коламбия (Columbia)	США	1888
Дакота (Dakota)	США	1892
Асков (Ascow)	Дания	1894
Обурн (Auburn)	США	1896
Бад Лаухштадт (Bad Lauchstadt)	Германия	1902
Дикопсхоф (Dikopshof)	Германия	1904
Саскачеван (Saskatchewan)	Канада	1911
Москва (ТСХА)	Россия	1912

Условия и методика проведения исследований. Длительный опыт был заложен в 1912 году заведующим полевой опытной станции и кафедры земледелия Петровской (ныне РГАУ –МСХА имени К.А.Тимирязева) профессором А.Г. Дояренко по инициативе академика Д. Н. Прянишникова на земельном участке, который прежде входил в кормовой (прифермский) севооборот, где в 10 предшествующих лет не применяли минеральные удобрения и лишь в 1909 году внесли 35 т/га навоза. С 1906 по 1911 годы возделывали следующие культуры: *клевер 1 г.п. - клевер 2 г.п. - овес - пар черный - озимая рожь с подсевом клевера - клевер 1 г.п.* В 1912 году перед посевом яровых культур участок разделили на 2 части. На первой нарезали 6 вытянутых полей: 121, 122, 123, 124, 125 и 126 площадью по 1400 м². 121 поле оставили под черным паром, а на остальных 5 полях стали высевать бессменно, соответственно озимую рожь, картофель, овес, клевер и лен. На другой части развернули 6-польный севооборот со следующей схемой чередования: *пар черный - озимая рожь - картофель - овес с подсевом клевера - клевер 1 г.п. - лен.* Поля севооборота: 131, 132, 133, 134, 135. и 136, площадью 1200 м², явились естественным продолжением соответствующих полей монокультур. В 1-ый год каждой ротации (раз в 6 лет) на симметричных полях высевают одинаковые культуры.

Поперек 6-ти полей бессменных культур наложили 11 вариантов удобрений: *1- N; 2 - P; 3 - K; 4 - O (без удобрений); 5 - NP; 6 - NK; 7 - PK; 8 - NPK + навоз; 9-NPK; 10- навоз и 11-O (без удобрений).* Аналогичные варианты, за исключением 10-ого и 11-ого, наложили поперек полей севооборота, который явился "зеркальным" отражением первых девяти вариантов монокультур. Учетная площадь делянок составила 100 м².

За 110-летний период функционирования опыта с учетом темпов развития химизации сельского хозяйства в схему было внесено ряд изменений [9]:

- в 1949 году введен третий вариант опыта (известкование), а также на известкованной половине бессменного черного пара, где отмечали сильную деградацию почвы, начал осваиваться севооборот во времени с тем же чередованием культур с целью оценки их роли в восстановлении плодородия, а овес, сильно повреждающийся птицами, заменен на ячмень;

- с учетом обеспечения сельского хозяйства минеральными удобрениями и мелиорантами увеличивались и дозы их внесения (табл. 2). Первая доза известки составила 4,57 т/га доломитизированного известняка (83% Са, MgCO₃). Последующие дозы рассчитывались на основе гидролитической кислотности почвы и составили (год - доза): 1954 – 4,5; 1960 - 1; 1966 - 2; 1973 - 3; 1978 – 2; 1984 – 3; 1990 - 2 и 1996 – 3; 2002 – 2,8; 2008 – 2,4 т/га, 2014 – 2,4 и 2020 – 2,4 т/га

- в 1973 году по инициативе проф. Б.А.Доспехова на половине четких полей севооборотного участка с разным уровнем плодородия, созданного за предшествующие годы функционирования опыта стали применять сплошное внесение минеральных удобрений в дозе N₁₀₀P₁₅₀K₁₂₀ с целью их влияния на скорость восстановления и выравнивания плодородия почвы по

делянкам с дробным внесением разных доз и видов удобрений в предшествующие 60 лет [5].

Перед закладкой опыта дерново-подзолистая легкосуглинистая почва характеризуется следующими агрохимическими показателями плодородия: содержание гумуса – 2,06%, подвижного фосфора P_2O_5 – 50, обменного калия K_2O – 60 мг / кг почвы, $pH_{\text{сол}}$ – 4,5, Нг – 5,8 мг-экв./100г почвы [7].

Таблица 2. Система удобрений по периодам функционирования длительного опыта РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева [6]

Варианты опыта	N	P_2O_5	K_2O	Навоз, т/га	Общее количество				
					кг/га			т/га	
					N	P_2O_5	K_2O	навоз	известь
1 период 1912-1938	7,5	15	22,5	18	195	390	585	486	0
2 период 1949-1954	75	60	90	20	1200	960	1450	320	9
3 период 1955-1972	50	75	60	10	900	1350	1080	180	3
4 период 1973-2022	100	150	120	20	4800	7200	5760	960	23
Всего за 1912-2022	-	-	-	-	7095	9900	8875	1946	35
В среднем за один год	-	-	-	-	64,5	90,0	80,7	17,7	3,2

Агротехника возделывания полевых культур в опыте соответствует традиционной технологии для ЦРНЗ, основанной на ежегодной вспашке на глубину 20-22 см. Фосфорно-калийные и органические удобрения вносили осенью, азотные весной под предпосевную культивацию.

Результаты исследований и обсуждение. Ценность результатов научного исследования пропорциональна длительности стационара, и возрастает по мере приближения опытного участка к устойчивому квазиравновесному состоянию. В длительном полевом опыте происходит компенсация части отклонений в действии и взаимодействии изучаемых и не изучаемых, но контролируемых факторов, что уравнивает базисный фон для всех вариантов опыта. В условиях длительного стационара аккумулируется во времени действие, взаимодействие и последствие агротехнических приемов на фоне изменения факторов окружающей среды, что позволяет решать проблемы земледелия и экологии, специфические для конкретной почвенно-климатической зоны. Длительные стационары позволяют проводить мониторинг гумуса, содержания и круговорота питательных веществ, в том числе и микроэлементов, а также динамику загрязненности почвы тяжелыми металлами, другими токсигенами и вредными для биосферы и человека веществами. Действие многих

биологических и технологических факторов на плодородие почвы продуктивность растений становится очевидным лишь по истечении десятков лет [3].

Систематическое применение органических и минеральных удобрений, а также периодическое известкование, остаются наиболее эффективным средством химической мелиорации дерново-подзолистой почвы и предпосылкой повышения производительности пашни. Эффективность мелиоративных приемов обусловлена различными факторами: исходными свойствами почвы, видами, дозами и сочетаниями удобрений, а также особенностями возделываемых культур. За 110 лет полевого стационара каждая из 240 делянок получила разный уровень антропогенных энергетических субсидий, что обусловило различия между вариантами в степени гумусированности и содержанию питательных веществ в пахотном слое почвы, которые между отдельными вариантами достигали многократных размеров.

Теоретической основой установления критического уровня содержания органического углерода с учетом гранулометрического состава почвы является динамика изменения его содержания и запасов в чистом пару без внесения удобрений в течение длительного (более 100 лет) периода [4].

Наши исследования показали, что при длительном (110 лет) паровании дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы изменения содержания и запасов органического углерода имеют устойчивый тренд к их снижению, причем скорость ежегодных потерь определяется дозами вносимых минеральных и органических удобрений. Наибольшие потери углерода отмечались в вариантах без удобрений, где его содержание в первые 10 лет после закладки опыта уменьшилось на 37,5% по сравнению с исходным состоянием (1,20%). В последующие десятилетия темпы минерализации органического вещества в чистом пару замедлялись, что связано с достижением почвой уровня квазиравновесного содержания углерода (0,48-0,52%), обеспеченного легкосуглинистым гранулометрическим составом данного типа почвы.

Внесение полного минерального удобрения (NPK) замедляло темпы распада углерода почвы и его содержание находилось на уровне 0,81-0,89%. Ежегодное, в среднем за 110 лет внесение 17,7 т/га навоза обеспечивало уравновешенный или положительный баланс углерода в чистом пару с сезонными колебаниями в пределах 1,21-1,27%.

Необходимо отметить, что в период глобального потепления климата независимо от фона питания возросли потери углерода, что связано с развитием эрозионных процессов, как в поле чистого пара, так и смежных в горизонтальной плоскости делянках севооборота (рис.1).

В естественных биоценозах многолетней залежи наблюдалась устойчивая тенденция сохранения положительного баланса углерода, увеличение содержания которого через 110 лет составило 0,11% или 3,3 т/га.

Потери органического вещества на фонах постоянного применения азотных, а также фосфорно-калийных удобрений, вызывающих подкисление

почвенного раствора, а, следовательно, ускоряющего минерализацию органического вещества, за первые 6 ротаций с момента определения составили 36,8 и 34,7 т/га соответственно.

Наименьшие потери углерода отмечали в вариантах совместного внесения NPK и навоза, которые составили 26,6 т/га (рис. 2).

В последние 50 лет темпы разложения органического вещества в чистом пару резко замедлились, особенно в вариантах без удобрений, где его содержание достигло квазиравновесного состояния, обеспеченного сбалансированностью процессов накопления и минерализации. Повышение норм внесения навоза с 10 т/га (1939-1972 гг.) до 20 т/га (1973-2022 гг.) сократило потери органического вещества более чем в 2 раза.

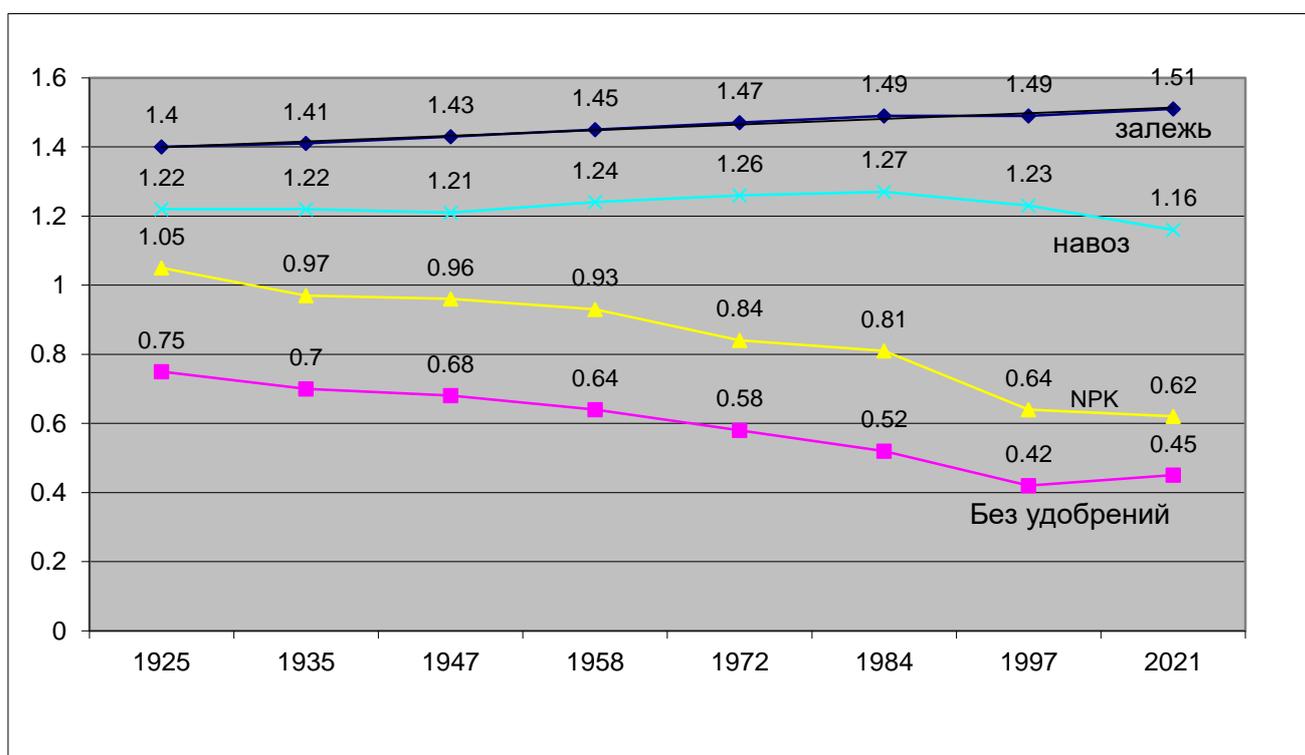


Рис. 1. Изменение содержания органического углерода (C_{org} , %) в бессменном пару на разных фонах удобрений и прилегающей многолетней залежи

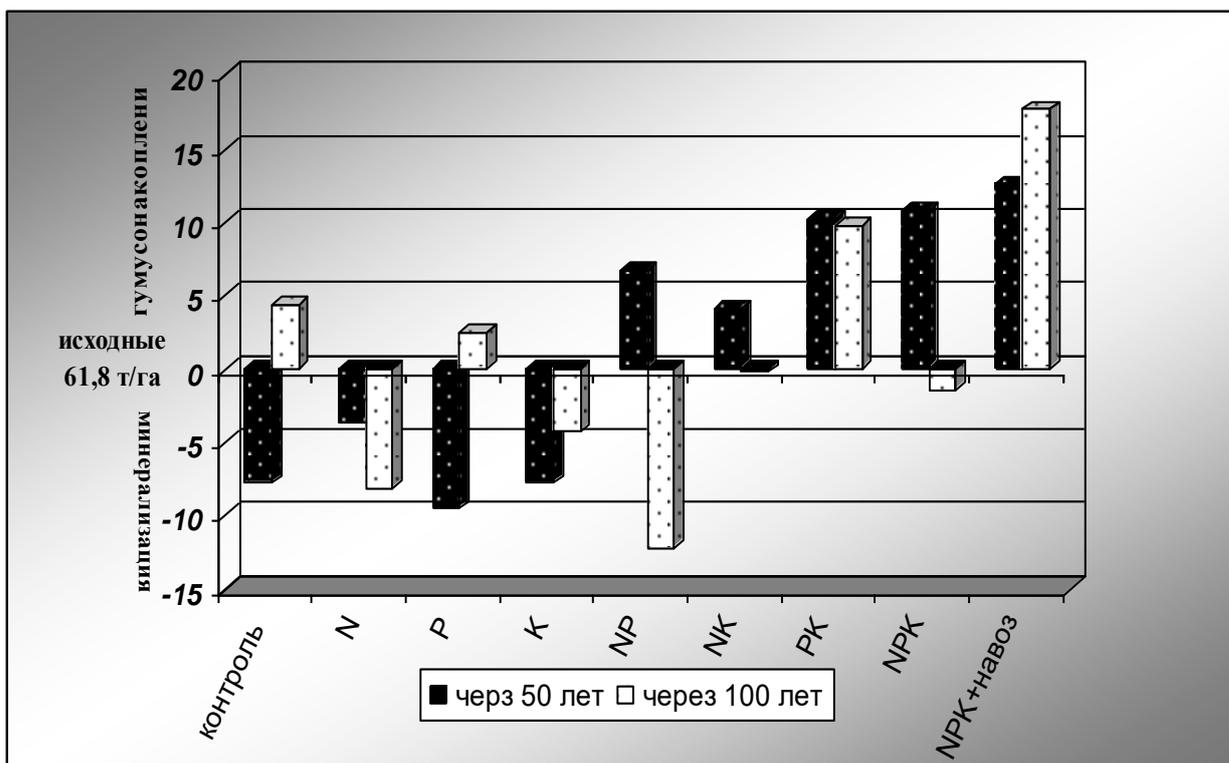


Рис. 2. Роль фона питания в изменении направленности биохимических процессов превращения органического вещества в севообороте, т/га

Таким образом, изменение направленности и скорости трансформации органического вещества определяется видами внесения минеральных удобрений (N, P, K), их способностью изменять состояния среды обитания почвенных микроорганизмов и скоростью их реакции на эти изменения.

Возделываемые полевые культуры - важнейший фактор динамики изменения содержания гумуса, поскольку их пожнивно-корневые остатки являются одним из основных источников поступления в почву органического вещества. Растительные остатки, а также основная и побочная продукция урожая, частично используемые в животноводстве и возвращающиеся в почву в виде органических удобрений, сужают замкнутость цикла круговорота органических веществ и потока энергии в конкретном агробиоценозе.

Различные формы минеральных удобрений как внесенных отдельно (N, P, K), так и в различных сочетаниях определяют не только уровень урожайности возделываемых культур, но и массу растительных остатков, поступающих в почву после их уборки (табл. 3).

При бессменном возделывании озимой ржи решающим фактором в накопление растительных остатков являлась обеспеченность растений питательными элементами. Их масса колебалась от 2,64 в вариантах без удобрений до 3,38 т/га сухого вещества на делянках с совместным внесением $N_{100}P_{150}K_{120}$ и 20 т/га навоза.

Возделывание озимой ржи в севообороте уменьшало накопление растительных остатков на 0,2-0,6 т/га в зависимости от фона питания за счет ускорения минерализации их в чистом пару и под картофелем.

Таблица 3. Влияние фона питания и чередования культур на накопление растительных остатков (т/га сухого вещества), в среднем за ротацию

Вариант удобрений	Оз. рожь бессменн о	В севообороте					В среднем за ротацию
		Оз. рожь	картофель	ячмень	клевер	лен	
Без удобрений	2,64	2,85	1,44	1,29	4,22	0,82	1,77
N	3,05	2,91	1,56	1,59	4,64	0,65	1,89
P	2,60	3,14	1,66	1,49	4,42	0,74	1,91
K	2,61	3,09	2,08	1,56	4,49	0,58	1,97
NP	3,16	3,58	1,72	1,56	4,25	0,78	1,98
NK	3,11	3,47	2,48	1,57	4,40	0,79	2,12
PK	2,91	3,58	2,64	1,92	4,59	0,80	2,26
NPK	3,35	3,33	2,94	2,37	4,59	1,20	2,24
NPK + навоз	3,38	3,70	2,96	2,37	4,52	1,12	2,96
В среднем по удобре- ниям	2,99±0,3	3,30±0,3	2,05±0,5	1,75±0,4	4,46±0,1	0,83±0,2	X

Из изучаемых в севообороте культур наименьшее количество растительных остатков оставлял после уборки лен (0,43-1,18 т/га), а наибольшее - клевер одного года использования (4,22-4,64 т/га).

Таким образом, применяемые в опыте удобрения в различном сочетании по влиянию на накопление растительных остатков можно расположить в следующей убывающей последовательности: NPK+навоз > NPK > NP > NK, PK > N > P > K > без удобрений, а возделываемые культуры - клевер > озимая рожь > картофель > ячмень > лен.

Длительное (100 лет) бессменное возделывание полевых культур на фоне без удобрений позволяет вычленить положительную роль отдельных растений из разных биологических групп (зерновые, пропашные, кормовые) в изменении запасов гумуса в пахотном слое дерново-подзолистых почв по сравнению с многолетней залежью и чистым паром (рис. 3).

Нашими исследованиями установлено, что по сравнению с вечным паром под культурами, возделываемыми в опыте, значительно выше содержание и соответственно запасы гумуса, которые коррелировали с массой растительных остатков, оставляемых ими после уборки.

Анализ динамики изменения запасов гумуса показал, что из зерновых культур при длительном бессменном выращивании, озимая рожь обеспечивала увеличение запасов органического вещества в почве до 65,5

т/га, что выше на 3,5 т/га по сравнению с исходными (61,8 т/га), то есть ее возделывание обеспечивало расширенное воспроизводство плодородия.

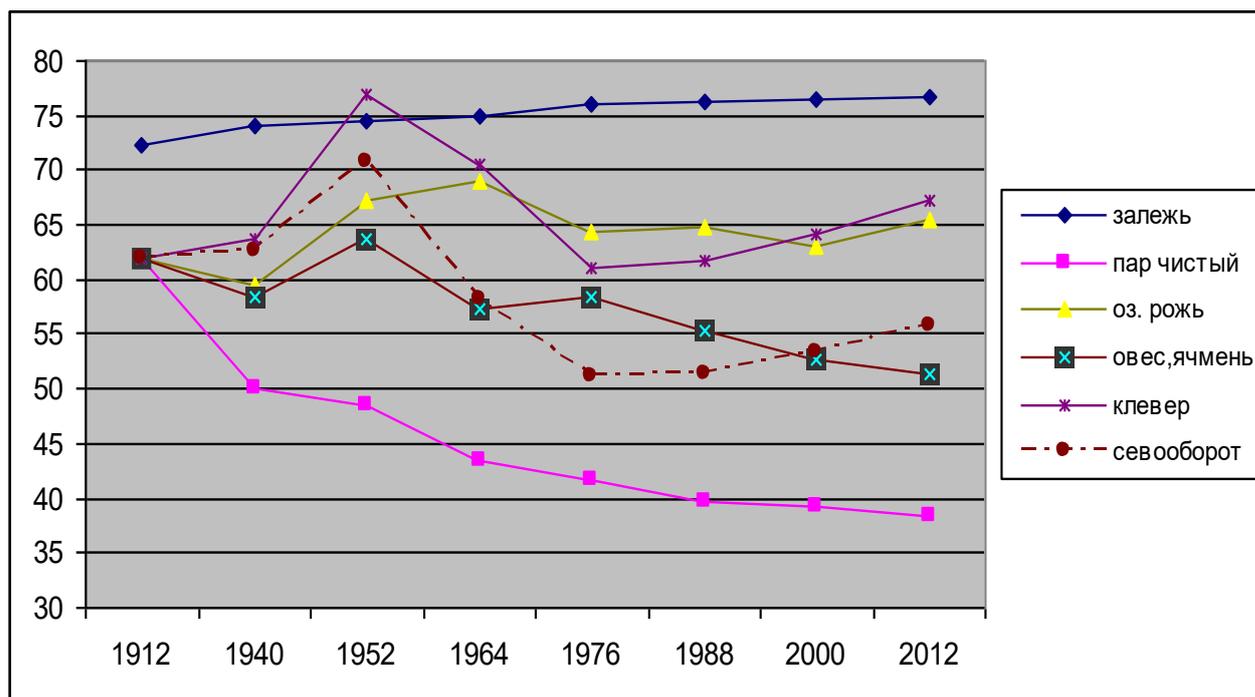


Рис. 3. Роль бессменных посевов полевых культур и севооборота в изменении запасов гумуса в пахотном слое почвы на фоне без удобрений, т/га

Длительные бессменные посева яровых зерновых культур (овес, ячмень), которые оставляют в почве значительно меньшее количество растительных остатков, обеспечивало поддержание запасов органического вещества на уровне 51 т/га, что ниже исходного на 10,8 т/га. Наибольшее влияние на увеличение запасов гумуса оказывало выращивание клевера, которое за первое 50-летие составило 8,5 т/га, а за второе 5,2 т/га.

В севообороте, где культуры сплошного сева чередуются с пропашными и полем чистого пара скорость превращения органических остатков, имеющих разный химический состав, замедляется и запасы органического вещества стабилизируются в последние две ротации на уровне 54-58 т/га. В результате исследований установлена сильная корреляционная связь ($R^2=0,989$) между количеством растительных остатков и содержанием гумуса.

Длительное воздействие на почвенный покров легкосуглинистых дерново-подзолистых почв технологическими приемами разной интенсивности вызывает изменение их морфологических признаков, запасов гумуса не только пахотного, но и нижележащих горизонтов по сравнению с их естественными аналогами [8].

Установлено, что вовлечение залежных земель в интенсивный сельскохозяйственный оборот при экстенсивном способе использования пашни (чистый пар, без удобрений) снижает запасы гумуса во всех слоях метровой части почвенного профиля: в пахотном на 23,0 т/га,

корнеобитаемом слое (0-30 см) - на 17,6 т/га, в слое 0-50 см - 20,7 т/га, а в слое 0-100 см эти различия достигают 41,7 т/га по сравнению с их запасами под многолетней залежью (табл. 4).

При бессменном выращивании картофеля на фоне длительного внесения полного минерального удобрения в сочетании с навозом (N₆₅P₉₀K₈₀+H₁₇) ежегодно отмечается по сравнению с естественными аналогами незначительное (3,0 т/га) снижение запасов гумуса лишь в пахотном слое почвы при увеличении их на 11-16% в нижележащих горизонтах.

Наибольший эффект в увеличении запасов органического вещества оказывает возделывание культур из разных биологических групп в севообороте, что обусловлено изменением направленности превращения органического вещества, поступающего после уборки, в сторону гумусонакопления.

При бессменном выращивании картофеля на фоне длительного внесения полного минерального удобрения в сочетании с навозом (N₆₅P₉₀K₈₀+H₁₇) ежегодно отмечается по сравнению с естественными аналогами незначительное (3,0 т/га) снижение запасов гумуса лишь в пахотном слое почвы при увеличении их на 11-16% в нижележащих горизонтах. Наибольший эффект в увеличении запасов органического вещества во всех изучаемых слоях почвенного профиля оказывает возделывание культур из разных биологических групп в севообороте, что обусловлено изменением направленности превращения органического вещества, поступающего после их уборки, в сторону гумусонакопления.

Другими важными показателями степени окультуренности почвы является содержание и запасы подвижного фосфора (P₂O₅) и обменного калия (K₂O) – [8]. Наши исследования показали, что запасы подвижного фосфора в пахотном слое почвы по 50-летним циклам функционирования «Московского стационара» носило устойчивый характер его накопления не зависимо от способа использования земель.

Таблица 4. Изменение запасов гумуса (т/га, %) по слоям верхней части почвенного профиля при разной интенсивности использования пашни, 2022г.

Варианты	Слой почвы, см			
	0-20	0-30	0-50	0-100
Многолетняя залежь (контроль)	<u>59,6</u> 100	<u>70,8</u> 100	<u>94,2</u> 100	<u>143,1</u> 100
Чистый пар, б/у	<u>36,6</u> 72,4	<u>53,2</u> 74,8	<u>73,5</u> 78,0	<u>101,4</u> 70,8
Картофель бессменно, НРК+Навоз	<u>56,2</u> 94,3	<u>76,2</u> 107,6	<u>107,6</u> 114,2	<u>158,0</u> 110,4
Озимая рожь бессменно, НРК+Навоз	<u>66,7</u> 111,9	<u>82,7</u> 116,8	<u>108,8</u> 115,5	<u>159,2</u> 111,3

Севооборот, NPK+Навоз	$\frac{79,8}{133,9}$	$\frac{103,4}{146,0}$	$\frac{140,1}{148,7}$	$\frac{197,3}{137,9}$
--------------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Примечание: числитель – запасы гумуса, т/га, знаменатель - % к многолетней залежи

Увеличение его запасов четко коррелировало не только с дозами внесения минеральных и органических удобрений, но и с количеством растительных остатков, поступающих в почву после уборки полевых культур. Так, в почве многолетней залежи при естественном фоне питания, где его запасы формировались лишь за счет ежегодного отмирания надземной части и корневой системы дикорастущих многолетних трав, отмечали наименьший прирост, который составил 0,13 т/га за первое 50-летие и 0,30 т/га за второе 60-летие, а за 110 лет запасы подвижного фосфора возросли лишь на 0,48 т/га (табл.5).

Таблица 5. Изменение запасов подвижного фосфора (P_2O_5 , т/га) при разном способе использования пашни и среднегодовых нормах удобрений

Способ использования земель	Запасы по срокам определения, т/га			Изменение, т/га		
	Исходные, 1912 г.	1962 г. *	2022 г. **	1912-1962 гг.	1963-2022 гг.	1912-2022 гг.
Мног. залежь	1,50	0,279	0,576	0,129	0,297	0,426
Севооборот		0,267	0,768	0,117	0,501	0,618
Бессменно: чистый пар		0,450	0,936	0,300	0,485	0,785
Озимая рожь		0,546	1,05	0,396	0,504	0,900
Картофель		0,441	0,840	0,291	0,399	0,690
Овёс, ячмень		0,403	0,996	0,253	0,593	0,846
Клевер		0,488	0,809	0,333	0,403	0,736
Лён		0,402	0,891	0,252	0,485	0,737

Среднегодовые дозы : * 1912-1962 гг. – $N_{36}P_{44}K_{51}$, навоз 16 т/га;

** 1963-2022 гг. – $N_{100}P_{150}K_{120}$, навоз 20 т/га

Возделывание полевых культур с различной потребностью в фосфоре в 6-польном плодосменном севообороте при низких дозах удобрений ($N_{36}P_{44}K_{51}$) в первые 50 лет функционирования полевого опыта обеспечивало увеличение запасов подвижного фосфора до уровня многолетней залежи, а при высоких ($N_{100}P_{150}K_{120}$) в последующие 60 лет - его запасы увеличились на 0,384 т/га по сравнению с первым пятидесятилетием.

Внесение удобрений в чистом пару без выращивания растений привело к увеличению запасов подвижного фосфора, которое составило за 50-летний период 0,30 т/га, а за 110-летний – 0,786 т/га, что связано с его малой подвижностью и отсутствием выноса.

Наибольшее влияние на стабилизацию фосфатного режима почвы из полевых культур оказывали озимые и яровые зерновые, а наименьшее – посеvy клевера, картофеля и льна-долгунца.

Содержание обменного калия, как более подвижного, и легко трансформируемого в различные формы элемента питания, при низких дозах удобрений в основном зависело от потребности полевых культур в нем. Так, в почве под бессменным картофелем, клевером и льном в первые 50 лет функционирования опыта при низких дозах внесения удобрений количество

водорастворимого и обменнопоглощенного калия было минимальным из-за высокой потребности этих культур в данном элементе питания (табл. 6). Удвоение доз внесения удобрений во второе 60-летие не привели к заметному росту содержания обменного калия в агробиоценозах по сравнению с многолетней залежью.

В чистом пару также отмечали накопительный эффект от внесения калийных удобрений, где его содержание увеличилось за 110 лет в 4,8 раза. Отдельное внесение азотных и фосфорных удобрений практически не изменило содержание обменного калия в бессменных посевах и оно находилось на низком уровне.

Таблица 6. Действие длительного окультуривания на содержание обменного калия (K_2O мг/кг почвы) при разных среднегодовых нормах удобрений и мелиорантов

Способ использования земель	Содержание, мг/кг			Изменение, мг/кг		
	Исходное, 1912 г.	1962 г. *	2022 г. **	1912-1962 гг.	1963-2022 гг.	1912-2022гг.
Мног. залежь	60	133	273	73	140	213
Севооборот		91	135	31	44	75
Бессменно: чистый пар		134	290	74	156	230
Озимая рожь		133	258	73	125	198
Картофель		86	142	26	56	82
Овёс, ячмень		125	305	65	180	245
Клевер		78	185	18	107	125
Лён		102	167	42	65	107

Среднегодовые дозы: * 1912-1962 гг. – $N_{36}P_{44}K_{51}$, навоз 16 т/га;

** 1963-2022 гг. – $N_{100}P_{150}K_{120}$, навоз 20 т/га

Из изучаемых в опыте агробиоценозов наиболее высокое (250-300 мг/кг почвы) содержание обменного калия обеспечивало бессменное выращивание озимых и яровых зерновых культур, а наименьшее – отмечали в плодосменном севообороте (135 мг/кг), а также под картофелем (142 мг/кг) и льном (167 мг/кг) почвы.

Комплексным показателем оценки плодородия почв, интенсивно используемым в сельскохозяйственном производстве, служит агрохимический балл плодородия [5,8], учитывающий изменения содержания органического вещества, элементов питания и ионно-обменных свойств почвы под действием различных факторов интенсификации.

За 110-летний период при бессменном выращивании, из изучаемых в опыте культур наиболее положительное влияние на плодородие дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы оказывали озимая рожь и клевер, далее яровые зерновые, а лён и картофель обуславливают его снижение (рис. 4).

Обобщение и анализ полученных данных показал, что перед закладкой опыта дерново-подзолистая легкосуглинистая почва характеризовалась слабой степенью окультуренности (20-30 баллов).

БЕССМЕННО

	Пар Без извести												121
	севооборот во времени												
	Без извести Рожь												122
	По извести												
	Без извести Картофель												123
	По извести												
	Без извести Ячмень												124
	По извести												
	Без извести Клевер												125
	По извести												
	Без извести Лен												126
	По извести												
Исходное Плодородие в 1912 г.	культуры	N	P	K	0	NP	NK	PK	NPK навоз	NPK	навоз	№ поля	
	Без извести Севооборот												
	По извести												

■ –слабоокультуренные, 20-30;
 ■ - среднеокультуренные, 31-50;
■ - хорошоокультуренные, 51-70;
 ■- сильноокультуренные, более 70

Рис. 4. Картограмма окультуренности пахотного слоя почвы при длительном (110 лет) воздействии природных и антропогенных факторов, 1912 – 2022 гг.

Через 110 лет после закладки опыта под действием возделываемых культур, минеральных, органических удобрений и извести изучаемые варианты распределились по степени окультуренности следующим образом: слабоокультуренные – 16%, среднеокультуренные – 50%, хорошоокультуренные – 25% и сильноокультуренные – 11%.

Оценивая влияние отдельных элементов питания и их сочетаний на агрохимический балл плодородия необходимо отметить, что при внесении только азотных удобрений плодородие почвы снижается по сравнению с исходным, особенно при бессменном выращивании картофеля и яровых зерновых. Действие фосфорных, калийных и азотно-калийных удобрений было близким к варианту без удобрений.

БЕССМЕННО

Пар Без извести													121
севооборот во времени													

Без извести Рожь По извести												122
Без извести Картофель По извести												123
Без извести Ячмень По извести												124
Без извести Клевер По извести												125
Без извести Лен По извести												126
культуры	N	P	K	0		NP	NK	PK	NPK навоз	NPK	навоз	№ поля
Без извести Севооборот По извести												

■ – низкая, 10-30; ■ - средняя, 31-50; ■ - высокая, 51-70; ■ - очень высокая, более 70

Рис. 5. Влияние приемов окультуривания на продуктивность полевых культур (мДж/га), 1973-2022 гг.

Действие фосфорных, калийных и азотно-калийных удобрений было близким к варианту без удобрений. Внесение полного минерального удобрения и его сочетания с навозом обеспечивало формирование хорошо- (60,7) и сильно - (21,5%) окультуренных почв, а интенсивно обрабатываемые варианты опыта (чистый пар и картофель) сохранили плодородия на исходном уровне (17,8%).

Оценка продуктивности возделываемых культур в энергетических эквивалентах основной и побочной продукции дозами по делянкам опыта с различным уровнем плодородия показала, что эффективность его использования определялась способом размещения культур (бессменно, севооборот), видами (минеральные, органические), формами (азотные, калийные, фосфорные) удобрений и их дозами (рис. 5).

Исследования показали, что потенциал отдельных культур в большей степени реализовывался в севооборотах, где выход энергии составлял 45-47 тыс. МДж/га, чем при их бессменном выращивании на одном поле более 100

лет (24-36 тыс. МДж/га). При этом наименьшая продуктивность отмечена при выращивании яровых зерновых (24,4), а наиболее высокая – на делянках бессменного клевера (56,8 тыс. МДж/га).

Из изучаемых вариантов удобрений наиболее эффективным в повышении продуктивности полевых культур было внесение полной дозы минеральных удобрений в сочетании с навозом.

В вариантах без удобрений, а также при внесении отдельных элементов питания (N, P, K) и их парных сочетаний продуктивность возделываемых культур снижалась в среднем на 23-33%, а на фоне NPK – на 10,2% по сравнению с вариантом NPK+N.

Выводы

Длительное систематическое применение минеральных и органических удобрений в сочетании с периодическим известкованием служит определяющим условием формирования высокопродуктивных и экологически сбалансированных агробиоценозов, а также наиболее рациональным способом быстрого окультуривания дерново-подзолистых почв:

- способствует формированию положительного (озимая рожь, клевер) или уравновешенного (яровые зерновые, лён) баланса органического вещества с более качественными органоминеральными комплексами;

- повышает биогенность почв за счет увеличения массы свежего органического вещества в виде пожнивно-корневых остатков, что изменяет интенсивность и направленность биохимических процессов превращения органического вещества в сторону гумусоаккумуляции;

- обеспечивает бездефицитный и положительный баланс углерода, азота, фосфора и калия в почве, улучшает качественный состав гумуса и ионно-обменные свойства, увеличивает долю подвижных форм элементов питания в общем их запасе в сторону наиболее благоприятную для питания растений;

- результаты длительных полевых опытов служат основой для оценки и прогнозирования плодородия почв, а также для разработки сбалансированной системы удобрений и комплекса природоохранных мероприятий.

Библиографический список

1. Christensen Bent.T., Trentemoller V. The Ascov Long-Term experiments on animal and mineral fertilizers. - SP- report, 1995. - № 29. – P. 188.
2. Кирюшин Б.Д. Модификация длительных стационарных полевых опытов и их значение для научной агрономии и практического земледелия/ Б.Д.Кирюшин // Известия ТСХА.- вып.1.-2000.- С. 11-22.
3. Кирюшин Б.Д. Роль длительных полевых экспериментов в агрономии и некоторые особенности их проведения/ Б.Д.Кирюшин // Известия ТСХА.- вып.11.-1999.- С. 15-26.
4. Матюк Н.С., Мазиров М.А., Кашеева Д.М. Полин В.Д. Действие 100-летних бессменных культур на агрохимические свойства дерново-

- подзолистой почвы / Н.С. Матюк, М.А Мазиров, Д.М. Кащеева, В.Д. Полин // Агрохимический вестник. – 2012. - №6. - С. 25-29.
5. Доспехов Б.А., Братерская А.Н., Кирюшин Б.Д. Действие 60-летних бессменных культур на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы / Б.А. Доспехов, А.Н. Братерская, Б.Д. Кирюшин // Известия ТСХА. – 1975, №2. – С. 43-53.
 6. Матюк Н.С., Полин В.Д. Эффективность длительного применения удобрений и извести при возделывании полевых культур в бессменных посевах и севообороте: в кн. Длительному полевому опыту ТСХА 100 лет: итоги научных исследований / Н.С. Матюк, В.Д. Полин // Научное издание / под редакцией А.Ф. Сафонова. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА. - 2012. - С. 90-105.
 7. Доспехов Б.А., Кирюшин Б.Д., Братерская А.Н. Действие 60-летнего применения удобрений, периодического известкования и севооборота на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы / Б.А. Доспехов, Б.Д. Кирюшин, А.Н. Братерская // Агрохимия. – 1976, № 4. - С. 3-14.
 8. Доспехов Б.А., Кирюшин Б.Д., Братерская А.Н. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы по профилю под влиянием 62-летнего применения удобрений и периодического известкования / Б.А. Доспехов, Б.Д. Кирюшин, А.Н. Братерская // Известия ТСХА. – 1975, Вып. 6. - С. 30-40.
 9. Егоров В.Е. Опыт длится 60 лет / В.Е. Егоров. - М.: Знание, 1972. – 30 с.

Changes in fertility of soddy-podzolic soils and productivity of agrobiocenoses during long-term culturation

*Matyuk N.S., Polin V.D., Mazirov M.A., Savoskina O.A., Belenkov A.I.
RGAU-MSHA them. K.A. Timiryazev*

Abstract: *Arable soddy-podzolic soils by their nature are characterized by many properties inherited from the original virgin soils and partly acquired in the process of modern soil formation under the influence of intensification factors of varying degrees of intensity. In arable soils, hydrothermal conditions change significantly, the biological cycle of nutrients which is associated with their significant alienation with the harvest and return with mineral and organic fertilizers. Long-term (110 years) use of one-, two-component and complete mineral fertilizers, as well as its combination with manure and periodic liming, both in the permanent cultivation of field crops and in crop rotation, changes the initial level of fertility of soddy-podzolic light loamy soil and the productivity of agrobiocenoses. The use of mineral fertilizers at a dose of N100P150K120 in combination with manure (20 t/ha) ensures a stable yield of winter cereals at the*

level of 4.5-5.5 t/ha of grain, potatoes - 20-25 t/ha and 6-8 t / ha hay of perennial grasses while reducing the degree of soil degradation to environmental standards.

Key words: *long-term experience, crop rotation, organic carbon and humus, mobile phosphorus, exchangeable potassium, fertility rate, crop productivity.*

УДК 631. 33; 633.82

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ЛЬНА-
ДОЛГУНЦА**

Савоськина Ольга Алексеевна, д.с-х.н., профессор кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А.Тимирязева.А.,

Чебаненко Светлана Ивановна, доцент кафедры защиты растений, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А.Тимирязева.А.,

Земецкий В.А., студент МГУ имени М.В. Ломоносова

***Аннотация:** В статье раскрываются особенности борьбы с сорными растениями в посевах льна-долгунца при смешанном типе засоренности в сложных климатических условиях. Показана биологическая эффективность применения гербицида Акцент, КЭ (галаксифон-Р-метил, 75 г/л + клетодим, 150 г/л).*

В льноводстве одним из лимитирующих урожайность факторов является плохое фитосанитарное состояние посевов, и в частности высокая засоренность, при численности сорняков более 100 шт/м² и смешанном видовом составе. Все более часто доминируют многолетние трудноискоренимые виды и злаковые сорные растения. Также широко распространены виды устойчивые к препаратам на основе солей МЦПА. При таком типе засоренности трудно подобрать гербициды для эффективного уничтожения сегетальной флоры без вреда культуре. Коррективы в защиту растений вносят и погодные условия вегетации – когда после проведения химпрополки появляется «2 волна» сорняков.

***Ключевые слова:** лен-долгунец, засоренность, биологическая эффективность гербицидов, гербицид Акцент.*

***Введение.** Для повышения рентабельности льноводства необходимо содержать посевы контролируя вредные объекты и поддерживания их развития ниже экономических порогов вредоносности. По данным многих исследователей потери урожайности льноволокна от сорняков колеблются в пределах 20-45% [1, 2].*

В условиях рыночной экономики важно повысить эффективность использования гербицидов. С совершенствованием технологии их применения эта задача решается несколькими путями - освоение новых, более эффективных гербицидов и переход к баковым смесям препаратов, различающихся спектром действия.

Рациональное использование гербицидов предполагает учет фитосанитарного состояния посевов (проведение сплошного и оперативного обследований), анализ видового состава сорного ценоза, диагностику состояния культуры. Это единственный способ правильно подобрать необходимые гербициды и регламент применения в посевах льна-долгунца [3].

Условия и методика проведения исследований

Исследования проводились в длительном многофакторном полевом опыте кафедры земледелия и методики опытного дела РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, заложенном в 1912 году профессором А.Г. Дояренко на посевах льна-долгунца (сорт Тверской) в бессменных посевах и в севообороте (предшественник – клевер) на варианте контроль (без удобрений) на фонах по извести (внесение 1 раз в ротацию) и без известкования [4].

Учет засоренности проводился количественно-видовым методом. Биологическая эффективность гербицидов определялась как процент гибели сорняков.

Метеорологические условия за 2021 г. отличаются от средних многолетних значений по температуре и количеству выпавших осадков.

За весь период наблюдений ГТК был ниже климатической нормы. Так в мае месяце (в период посев-всходы) он составлял 0,3 при норме 1,3, что свидетельствует о острозасушливых условиях. В дальнейшем (июнь месяц) он составил 0,7 при среднемноголетнем значении 1,5, а в июле месяце ГТК был равен всего 0,1 при норме 1,7 (рис. 1).

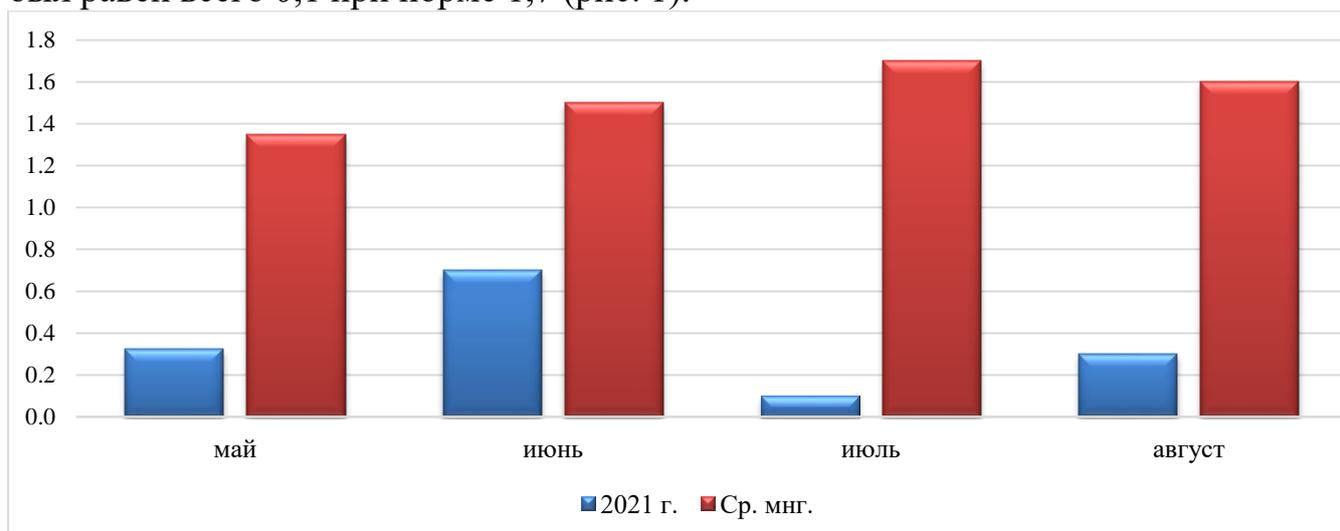


Рис. 1. Динамика ГТК за вегетационный период.

Недостаточность увлажнения отрицательно отразилась на росте и развитии культуры.

Результаты исследований и обсуждение

Лен-долгунец обладает низкой конкурентной способностью относительно сорняков. Особенно это проявляется в период всходы - «елочка». В начальный период роста для льна-долгунца высокая засоренность является мощным стресс-фактором [5]. Гербициды для химической прополки применяются только в фазу «елочка». К этому времени сорные растения, которые имеют быстрый стартовый рост (даже при неблагоприятных почвенно-климатических условиях) могут заполнить экологическую нишу и перерасти в верхний ярус, что существенно ухудшит

условия произрастания культуры. На территории Длительного опыта встречается свыше 75 видов сорных растений. Из них относительно высокую фитоценотическую значимость имеют 10 видов такие как *Matricaria inodora*, *Viola arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Polygonum aviculare*, *Spergula vulgaris*, *Myosotis arvensis*, *Equisetum arvense*, *Sonchus arvensis*, *Elitrigia repens*, *Taraxacum officinale*.

Важно вовремя провести оперативное обследование поля на засоренность, проанализировать полученные данные и правильно подобрать селективный гербицид, так как растения очень чувствительны к пестицидам [6].

1 учет численности сорных растений проводили в начале фазы «елочка» 10 июня 2021 года.

Численность сорных растений в бессменных посевах значительно превышала ЭПВ и составляла 130 шт/м² на известкованном фоне и 108 шт/м² на фоне без извести.

В севообороте численность сорняков снижалась в 3,6 раза на фоне по извести (36 шт/м²) и в 2,5 раза (44 шт/м²) – без извести (рис. 2).

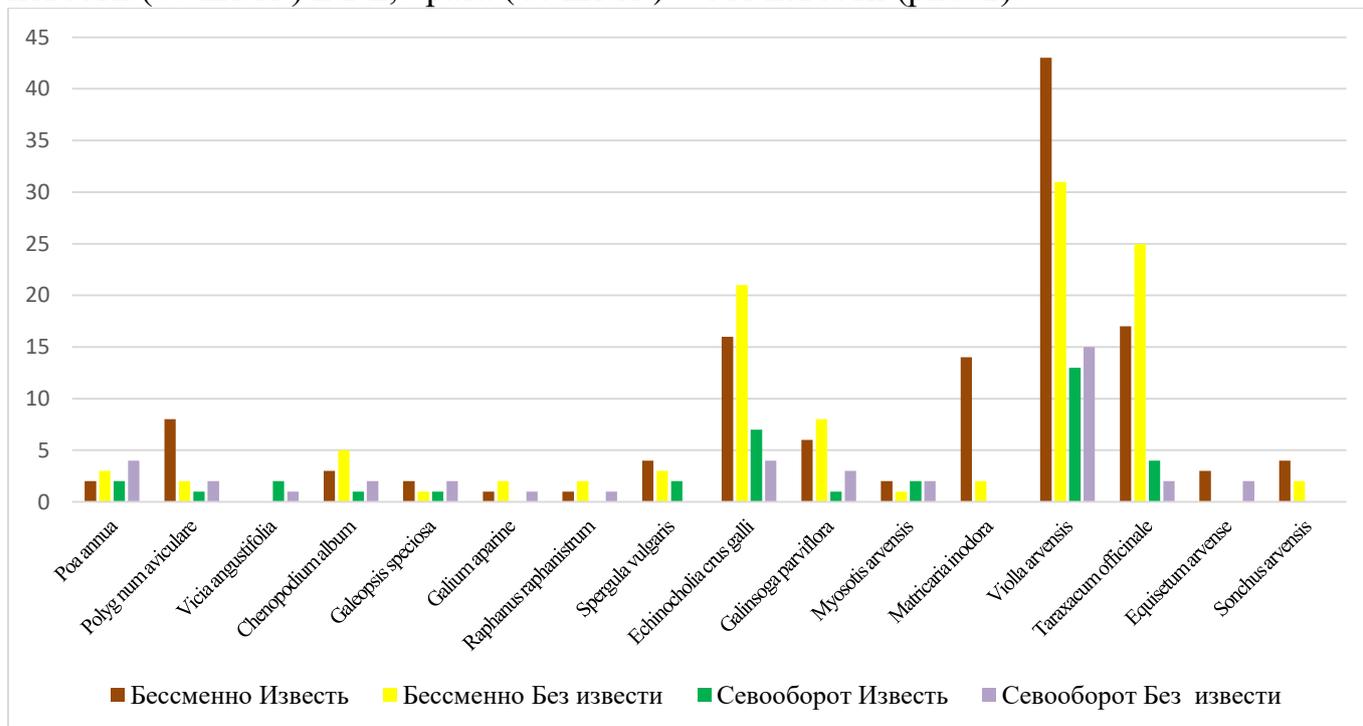


Рис. 2. Количественно-видовой состав сорных растений (1 учет), шт/м².

В отличие от бессменных посевов в севообороте проявляется тенденция положительного влияния известкования на повышение конкурентной способности культуры в подавлении сорного компонента.

В год проведения исследований флористический состав сорных растений был разнообразен и представлен 16 видами.

Малолетние сорные растения включали 3 биогруппы: яровые ранние - 10 видов, яровые поздние - 2 вида, зимующие - 6 видов.

Доминантами были *Matricaria inodora*, *Spergula vulgaris* и *Viola arvensis*.

Многолетние сорные растения также были представлены 3 биогруппами: стержнекорневые - 1 вид, корневищные - 2 вида, корнеотпрысковые - 1 вид.

В видовом составе доминировал *Sonchus arvensis*. На основании данного типа засоренности было принято решение обработать посеы гербицидом Лонтрел 300 (0,3 л/га). Растения льна-долгунца находились в фазе «елочка» высотой 6-8 см. Через 10 часов после проведения химпрополки наблюдалось выпадение осадков в виде продолжительного дождя средней интенсивности. Также осадки разной продолжительности и интенсивности выпадали и в последующие 2 дня. В связи с этим через 10 дней после обработки посевов гербицидом при проведении обследования было обнаружено, что появилась «2 волна» сорняков.

Общая численность сорняков оставалась выше ЭПВ – 128-134 шт/м² в бессменных посевах и 71-96 шт/м² в севообороте (рис. 3).

В видовом составе сорного компонента стали доминировать однодольные растения *Echinocholia crus galli* и *Elitrigia repens*. В среднем их доля составила 58,4% от общей численности.

Для контроля злаковых сорняков приняли решение применить гербицид Акцент, КЭ - действующие вещества: галоксифоп-Р-метил, 75 г/л + клетодим, 150 г/л, химический класс - арилоксифеноксипропионаты + циклогександионы.

Срок проведения обработки – конец фазы «елочка» при высоте растений 10-12 см.

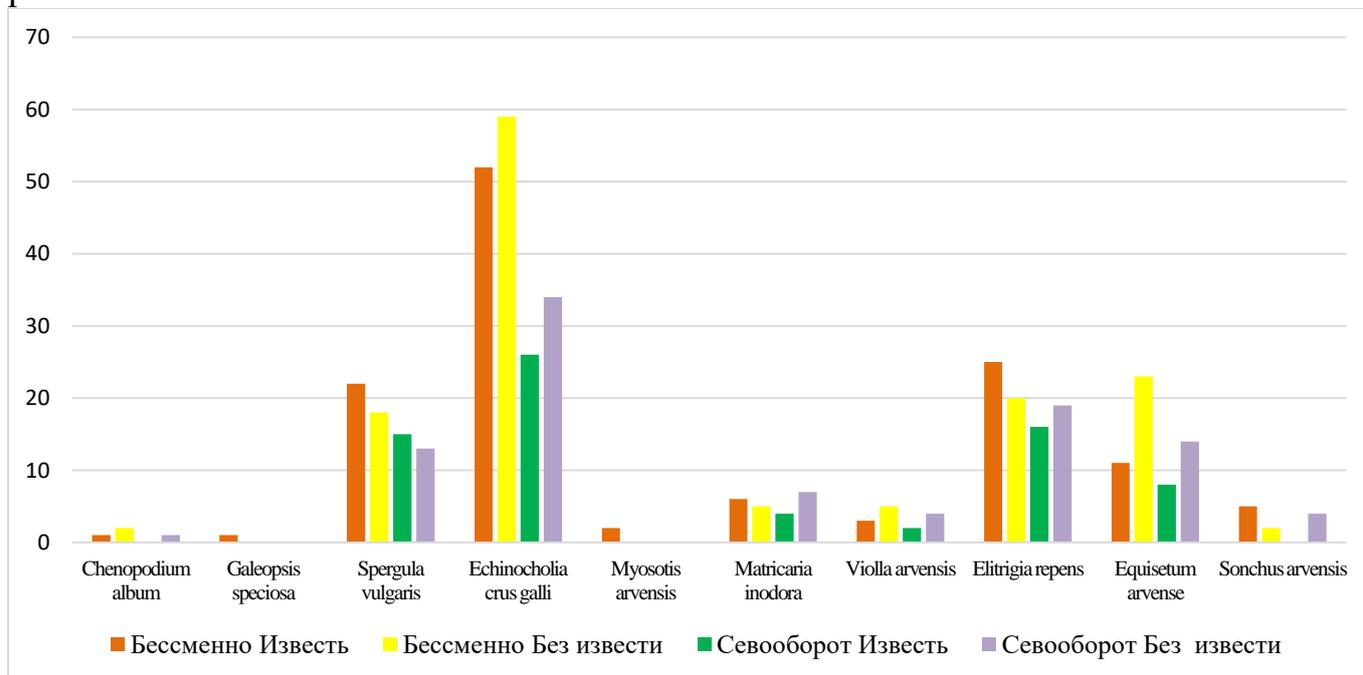
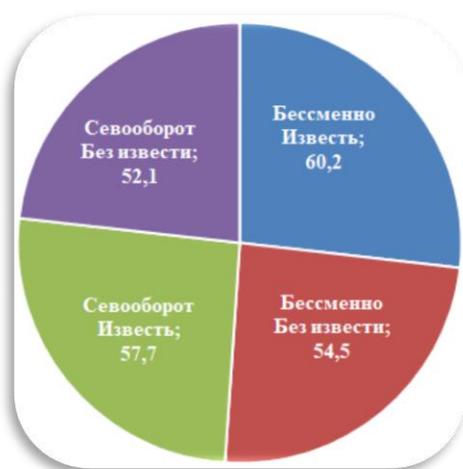
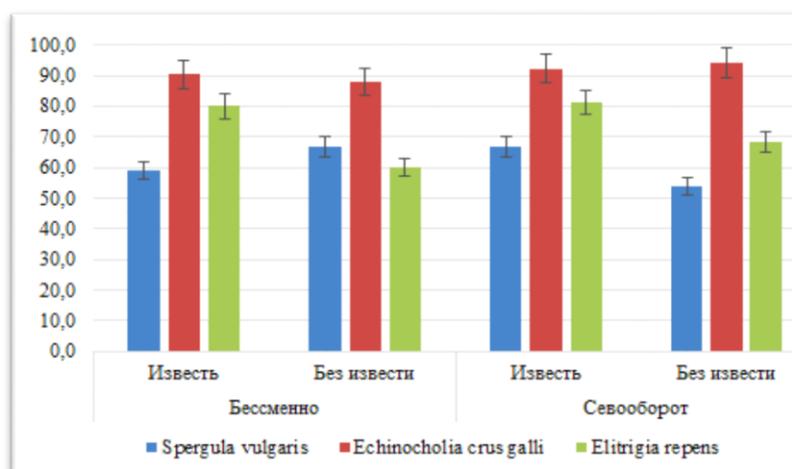


Рис. 3. Количественно-видовой состав сорных растений (2 учет), шт/м²

Данный гербицид в сложившихся почвенно-климатических условиях показал относительно низкую биологическую эффективность: в бессменных посевах она составила 57,3%, а в севообороте - 54,9%, за счет развития двудольных сорняков (рис. 4).



Общая



По доминирующим видам

Рис. 4. Биологическая эффективность гербицида Акцент в посевах льна-долгунца, % гибели сорняков

Однако против однолетних и многолетних злаковых сорняков, а также *Spargula vulgaris* гербицид Акцент показал высокие результаты в посевах льна-долгунца. Процент гибели сорных растений составил (в среднем по изучаемым факторам): *Echinocholia crus galli* – 91,2%, *Elitrigia repens* – 72,4%, *Spargula vulgaris* – 61,6%.

Заключение. Таким образом, в сравнение с биологическими особенностями культурных растений и их агротехникой в изменчивости сорного компонента важная определяющая роль принадлежит гербицидам, их эффективности и частоте применения. В сложных климатических условиях при смешанном типе засоренности и появлении «2 волны» поэтапная обработка посевов льна-долгунца гербицидами с разным спектром действия позволяет контролировать развитие сорняков. При этом депрессии растений льна-долгунца от токсичного действия препаратов не выявлено.

Библиографический список

1. Туликов А.М. Роль длительного применения удобрений и известкования почв в изменении засоренности посевов при различных способах возделывания культур / А.М. Туликов, В.М. Сугробов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 1984. – Вып. 2. С. 32-37.
2. Заверткин, И. А. Формирование агрофитоценозов льна-долгунца в длительном полевом опыте / И. А. Заверткин, Б. В. Санчай-Оол // Научные труды Тувинского государственного университета: Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей, сотрудников и аспирантов Тувинского государственного университета, посвященной 25-летию Тувинского государственного университета, Кызыл, 30 октября 2020 года. – Кызыл: Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования "Тувинский государственный университет", 2021. – С. 100-103.

3. Мониторинг фитосанитарного состояния агроценозов в условиях Рязанской области / А. А. Соколов, Е. И. Лупова, М. А. Мазиров, Д. В. Виноградов // Владимирский земледелец. – 2020. – № 4(94). – С. 46-52. – DOI 10.24411/2225-2584-2020-10145.

4. Длительный полевой опыт 1912-2012 / Краткие итоги научных исследований. Под редакцией академика РАСХН В.М. Баутина, 2012. - 27 с.

5. Шитикова, А. В. Технология производства продукции растениеводства / А. В. Шитикова, М. Е. Бельшкينا, В. Н. Мельников. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – 150 с.

6. Структура сорного компонента и его пространственное распределение в полях зернопропашного севооборота / Г. Д. Гогмачадзе, Н. С. Матюк, В. Д. Полин, И. Ф. Биналиев // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 1(43). – С. 4. – DOI 10.51419/20211112.

THE EFFECTIVENESS OF HERBICIDES IN FLAX CROPS.

Savoskina O.A., Chebanenko S.I., Zemetsky V.A.

RGAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

Chebanenko V.V.

student of Lomonosov Moscow State University

Abstract: *The article reveals the features of weed control in flax crops with a mixed type of clogging in difficult climatic conditions. The biological efficacy of the herbicide Accent, CE (haloxyphop-P-methyl, 75 g/l + kletodim, 150 g/l) has been shown.*

In flax growing, one of the factors limiting the yield is the poor phytosanitary condition of the crops, and in particular high contamination, with a weed population of more than 100 pcs/m² and a mixed species composition. Perennial hard-to-eradicate species and cereal weeds are increasingly dominating. Species resistant to drugs based on MCPA salts are also widespread. With this type of contamination, it is difficult to choose herbicides for the effective destruction of the segetal flora without harming the culture. Adjustments to plant protection are also made by the weather conditions of the growing season – when a "2 wave" of weeds appears after chemical treatment.

Keywords: *flax-long-lived, littering, biological effectiveness of herbicides, herbicide Accent.*

УДК: 633.1:[633.15+633.17]:631.811

ДЕЙСТВИЕ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С4 ТИПА ФОТОСИНТЕЗА

Завёрткин Игорь Анатольевич к. с.-х. н., доцент кафедры земледелия и мод, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» E-mail: izavyortkin@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье приведены результаты исследований о действии удобрений на урожайность зелёной массы кукурузы и суданской травы выращенных в Длительном полевом опыте.

Ключевые слова: Удобрения, известкование, кукуруза, суданская трава, урожайность, зелёная масса.

Введение. В настоящее время в сельском хозяйстве нашей страны и в мире является актуальным, полное нормативное обеспечение и применение минеральных удобрений [3]. Торговля которыми ограничивается санкционным режимом, что в свою очередь вызывает переориентирование производства для внутреннего рынка. При этом из-за уменьшения эффекта масштаба для внутреннего потребителя может возрасти цена приобретаемых минеральных удобрений. Что заставляет сельскохозяйственных товаропроизводителей более интенсивно использовать органические удобрения.

При переходе на интенсивные системы земледелия наибольший рост урожайности обеспечивается путем научно - обоснованного подбора дозы внесения ферментированного птичьего помёта и других органических удобрений [2].

Согласно доктрине продовольственной безопасности, важнейшей задачей в Российской Федерации считают возрождение и развитие отрасли животноводства, и в частности увеличение поголовья крупного рогатого скота, что невозможно сделать без улучшения кормовой базы [4]. В этом плане трудно переоценить значение кукурузы. Однако наблюдаемые за последние годы изменения климата в сторону увеличения теплообеспеченности и уменьшения выпадающего количества осадков заставляют задумываться и о возделывании других кормовых культур.

В засушливых условиях суданская трава по праву считается наиболее высокоурожайной культурой, обладая высокой засухоустойчивостью, она более рационально использует влагу и значительно лучше адаптирована к сезонному распределению осадков [5]. Для реализации потенциала этих кормовых культур и прогнозирования их реакции на изменяющиеся условия как нельзя лучше подходят условия Длительного полевого опыта в силу дополнительной теплообеспеченности за счёт расположения в г. Москве.

Целью исследований являлась оценка действия удобрений на урожайность зелёной массы кормовых культур.

Материалы и методы: Данные по урожайности кукурузы и суданской травы получены на основании скашивания с учётной площади делянки – 50м², взвешивание проводили безменом KERN CH 15K20.

Объектами исследований являлись: растения суданской травы сорта Кинельская 100 и кукурузы гибрида Краснодарский 194 МВ.

Результаты и их обсуждение. Повышение эффективности использования пахотных земель за счет возделывания кормовых культур на зеленую массу после уборки озимой пшеницы является важной мерой для обеспечения животноводства зелеными кормами [1].

В наших исследованиях предшественником как суданской травы, так и кукурузы была озимая рожь. Максимальная урожайность суданской травы отмечается в варианте Навоз+NPK 16,15 т/га по извести и 9,10 т/га на известкованном фоне, что на 127% и 61% выше урожайности на соответствующих контрольных делянках (таблица

Таблица Урожайность зелёной массы кормовых культур, т/га.

Варианты удобрений	Суданская трава		Кукуруза	
	Известь	Без извести	Известь	Без извести
NPK	15,59	8,87	12,44	20,76
Навоз+NPK	16,15	9,10	6,22	6,80
PK	8,70	7,63	5,66	0,90
NK	9,37	8,06	4,41	1,17
NP	11,32	8,44	6,38	2,95
Контроль	7,11	5,66	8,47	3,42
К	6,84	6,77	21,54	4,46
Р	7,56	6,71	35,11	6,53
Н	9,51	9,69	1,21	0,08
<i>Среднее</i>	<i>10,24</i>	<i>7,88</i>	<i>11,27</i>	<i>5,23</i>
<i>Стандартная ошибка</i>	<i>1,16</i>	<i>0,44</i>	<i>3,56</i>	<i>2,10</i>
<i>Медиана</i>	<i>9,37</i>	<i>8,06</i>	<i>6,38</i>	<i>3,42</i>
<i>Мода</i>	<i>#Н/Д</i>	<i>#Н/Д</i>	<i>#Н/Д</i>	<i>#Н/Д</i>
<i>Стандартное отклонение</i>	<i>3,48</i>	<i>1,31</i>	<i>10,68</i>	<i>6,29</i>
<i>Дисперсия выборки</i>	<i>12,12</i>	<i>1,71</i>	<i>114,00</i>	<i>39,52</i>
<i>Эксцесс</i>	<i>-0,32</i>	<i>-0,75</i>	<i>2,61</i>	<i>5,64</i>
<i>Асимметричность</i>	<i>1,02</i>	<i>-0,37</i>	<i>1,70</i>	<i>2,23</i>
<i>Интервал</i>	<i>9,30</i>	<i>4,03</i>	<i>33,90</i>	<i>20,68</i>
<i>Минимум</i>	<i>6,84</i>	<i>5,66</i>	<i>1,21</i>	<i>0,08</i>
<i>Максимум</i>	<i>16,15</i>	<i>9,69</i>	<i>35,11</i>	<i>20,76</i>
<i>Сумма</i>	<i>92,15</i>	<i>70,93</i>	<i>101,44</i>	<i>47,06</i>
<i>Счет</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>
<i>Наибольший (1)</i>	<i>16,15</i>	<i>9,69</i>	<i>35,11</i>	<i>20,76</i>
<i>Наименьший (1)</i>	<i>6,84</i>	<i>5,66</i>	<i>1,21</i>	<i>0,08</i>

Уровень надежности (95,0%)	2,68	1,01	8,21	4,83
----------------------------	------	------	------	------

Внесение полного минерального питания также увеличивало урожайность, но прибавки урожая были ниже чем при органоминеральной системе, на фоне без извести увеличение составило 59%, а на известкованном 119%.

Парное внесение элементов питания в виде минеральных удобрений так же увеличивало урожайность суданской травы. На не известкованном фоне в вариантах: РК – на 35%, НК – на 42% и NP – на 49%. По фону извести урожайность увеличивалась следующим образом: РК – на 22%, НК – на 32% и NP – на 59%.

Действие калийных удобрений на известкованном фоне снижало урожайность с 7,11т/га до 6,84т/га, а на фоне без извести наблюдалась увеличение урожайности с 5,56т/га до 6,77т/га, что может объясняться антагонизмом катионов K^+ и Ca^{2+} .

Внесение фосфора и азота на известкованном фоне увеличивало урожайность на 0,45т/га и 2,40т/га, соответственно. На не известкованном фоне прибавка урожайности от внесения фосфора составила 1,05т/га, а азота 4,03т/га.

Кукуруза возделывалась на 131 поле, в 2016г. её посевы были сильно повреждены птицами. В результате этого какой-либо анализ на основании имеющихся данных проводить нецелесообразно.

Заключение. В условиях г. Москвы не следует проводить полевые опыты с кукурузой без защиты посевов культуры от птиц сеткой на ранних стадиях развития растений, или возделывать кукурузу по рассадной технологии.

Доказано, что максимальная прибавка урожайности суданской травы реализуется в варианте Навоз+НРК и составляет 9,04т/га на известкованном фоне и 3,44т/га на не известкованном.

Урожайность суданской травы на делянках минеральной системы удобрений с полным НРК ниже чем на делянках органоминеральной системы удобрений – на известкованном фоне на 0,56т/га и на не известкованном на 0,22т/га.

Делянки с внесением азота, азота совместно с фосфором или калием увеличивают урожайность суданской травы от 2 до 4,2т/га зелёной массы.

Варианты где вносятся только зольные элементы незначительно увеличивают урожайность суданской травы.

Библиографический список

1. Абудудзяба З. Особенности технологии возделывания кукурузы и кормового сорго в пожневных посевах региона Синьцзян Китая / З. Абудудзяба, М. А. Мазиров, Н. С. Матюк, И. Акбар // Растениеводство и луговодство : сборник статей Всероссийской научной конференции с

международным участием, Москва, 18–19 октября 2020 года. – Москва: ЭЙПиСиПабблишинг, 2020. – С. 52-57.

2. Зверева, С. С. Действие органических удобрений на урожайность гибридов кукурузы / С. С. Зверева, С. Г. Манишкин, Е. Ю. Зуйкова // Биологический круговорот питательных веществ при использовании удобрений и биоресурсов в системах земледелия различной интенсификации. – Суздаль-Иваново : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Верхневолжский федеральный аграрный научный центр"; ПресСто, 2021. – С. 61-64.

3. Ибиев, Г. З. Мировой рынок минеральных удобрений и его влияние на зерновую отрасль / Г. З. Ибиев, О. А. Савоськина, С. И. Чебаненко // Экономика сельского хозяйства России. – 2021. – № 12. – С. 97-102.

4. Кривошеев, Г. Я. Продуктивность, кормовая ценность и биоэнергетическая эффективность возделывания гибридов кукурузы на зеленый корм и силос / Г. Я. Кривошеев, А. С. Игнатъев, Н. А. Шевченко // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – № 4(20). – С. 63-69.

5. Лаптина, Ю. А. Оптимизация параметров возделывания суданской травы в условиях Нижнего Поволжья / Ю. А. Лаптина, Ю. Н. Плескачев, О. Г. Гиченкова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2(62). – С. 260-270.

THE EFFECT OF FERTILIZERS AND LIMING ON THE YIELD OF AGRICULTURAL CROPS OF THE C4 TYPE OF PHOTOSYNTHESIS

Zavertkin I. A., candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of soil management and field research methods, Russian Timiryazev State Agrarian University.

Abstract: *The article presents the results of research on the effect of fertilizers on the yield of green mass of corn and Sudanese grass grown in a long field experiment.*

Keywords: *Fertilizers, liming, corn, Sudanese grass, yield, green mass.*

УДК 311.2:63

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
ДАННЫХ ДЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ ПРИ РАСЧЕТЕ
ТАРИФОВ СТРАХОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ**

Арефьева Валерия Александровна, к. с.-х. н., Национальный
исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Аннотация: На основании выборочных данных о продуктивности культур Длительного полевого опыта Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева проанализированы динамические ряды урожайности сельскохозяйственных культур с учетом уровня интенсификации аграрного производства и рассчитаны величины страховых нетто-тарифов для посевов указанных культур в зависимости от перечисленных факторов.

Временной фактор (длительность полевого опыта) позволил сформировать репрезентативную выборку данных по урожайности сельскохозяйственных культур с учетом различий вегетационных периодов по метеорологическим условиям, на основании которой можно проводить их дальнейшую статистическую обработку с целью применения полученных результатов в производственных условиях.

Ключевые слова: агробизнес, длительный полевой опыт, риски, статистический анализ, страховой тариф, факторы урожайности

Введение. Обеспечение агробизнеса достоверной и научно-обоснованной информацией возможно лишь на основе обобщения данных, полученных в ходе статистической обработки массовых явлений, характеризующих основные факторы аграрного производства. Применительно к возделыванию отдельных культур экономические условия отражаются в показателях агротехники.

Рынок сельскохозяйственного производства нуждается в упорядоченной и научно-обоснованной системе страхования с господдержкой.

Федеральным законодательством определены перечень объектов сельскохозяйственного страхования по видам, группам сельскохозяйственных культур, многолетних насаждений, страхование

которых подлежит государственной поддержке и предельные размеры ставок для расчета размера субсидий при страховании урожая, дифференцированные относительно субъектов Российской Федерации и объектов страхования с учетом участия страхователя в риске.

В сельском хозяйстве, в силу его специфики, основным источником возникновения рисков являются погодные явления, которые отражаются в метеорологических условиях. Вариация метеоусловий в зависимости от года прежде всего влияет на производство продукции растениеводства. Неблагоприятные погодные условия снижают объемы получаемой продукции и получаемую прибыль, и, таким образом, увеличивают издержки и себестоимость [1,3].

Ситуация риска, связанная с негативным влиянием погодных условий, является разновидностью ситуации неопределенности, т.к. в ней наступление событий вероятно и может быть определено на заданном уровне значимости [5].

При расчете количественных признаков страхового договора при страховании сельскохозяйственных посевов (посадок) необходимо учитывать распределение риска во времени и анализировать уровень урожайности культур в динамике за несколько лет (обычно - 5 лет).

Длительный полевой опыт позволяет оценивать и прогнозировать влияние метеорологических условий на продуктивность сельскохозяйственных культур и эффективность факторов интенсификации земледелия.

В опытах при специально выравненных условиях возделывания культуры выборочным методом изучается действие на урожайность исследуемых природных и агротехнических факторов путем сравнения вариантов опыта между собой и с контролем [2].

Одним из основных требований, предъявляемых к полевому опыту, является соблюдение принципа единственного различия, что означает обеспечение одинаковых и оптимальных условий для всех вариантов опыта. Однако, на практике, получается не чистое действие исследуемого фактора, а его взаимодействие с условиями среды. [2].

Длительный полевой опыт Тимирязевской академии (ныне – Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева) был заложен в 1912 г. проф. А.Г.Дояренко по инициативе академика Д.Н.Прянишникова.

Метод закладки Длительного полевого опыта – систематический, с одинаковой последовательностью размещения вариантов во всех повторениях опыта; варианты не имеют повторности.

Длительный полевой опыт представляет собой факторный опыт, в котором изучаются следующие факторы и их градации: 1. монокультура черного пара и 5 бессменных культур (контроль – 6-польный севооборот); 2. полный набор возможных комбинаций азотных, фосфорных, калийных

удобрений (контроль – без внесения удобрений); 3. известкование почвы (контроль – без внесения извести).

Методика расчета страхового нетто-тарифа. Расчет страхового нетто-тарифа проводили на основании значений средних выплат страховой суммы (ц/га), которые определяли как максимальное отклонение от средней урожайности культуры за предыдущие 5 лет.

Средние выплаты страховой суммы была рассчитана с учетом вероятности отклонения от средней урожайности культуры за предыдущие 5 лет в интервале - 3σ – $+3\sigma$. В качестве страхового случая рассматривали отрицательные отклонения от средней урожайности за предыдущие 5 лет.

Результаты расчета страхового нетто-тарифа. Наибольшие показатели величины страховых нетто-тарифов при возделывании озимой ржи и ячменя находятся в интервале варианта ущерба, обеспеченного страховой защитой от - $1,5\sigma$ до $+1,0\sigma$ (табл. 1, 2,3,4).

Табл. 1. Величина страхового нетто-тарифа при бессменном выращивании озимой ржи, % (по данным урожайности за период 1973-2011 гг.)

Вариант ущерба, обеспеченного страховой защитой	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀ +навоз (20 т/га)	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	навоз (20 т/га)
до 0,5σ	1,36	0,17	0,75
до 1,0σ	4,53	0,57	2,50
до 1,5σ	7,72*	0,97*	4,26*
до 2,0σ	9,81*	1,24*	5,41*
до 2,5σ	10,80*	1,36*	5,96*
до 3,0σ	11,15*	1,41*	6,15*
свыше 0,5σ	10,55*	1,33*	5,82*
свыше 1,0σ	7,16*	0,90	3,95*
свыше 1,5σ	3,76	0,47	2,08
свыше 2,0σ	1,48	0,19	0,82
свыше 2,5σ	0,39	0,05	0,21
НСР ₀₅ = 3,18		НСР ₀₅ ^D = 0,49	

* - различия между вариантами существенны на уровне значимости (λ) 0,05

Таблица. 2. Величина страхового нетто-тарифа при выращивании озимой ржи в севообороте, % (по данным урожайности за период 1973-2011 гг.)

Вариант ущерба, обеспеченного страховой защитой	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀ +навоз (20 т/га)	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	P ₁₅₀ K ₁₂₀
до 0,5σ	1,09	1,06	0,91
до 1,0σ	3,61	3,53	3,02
до 1,5σ	6,14	6,02*	5,14*
до 2,0σ	7,81*	7,65	6,53*
до 2,5σ	8,60	8,42	7,19*
до 3,0σ	8,87	8,69	7,42*

свыше 0,5σ	8,40	8,23	7,02*
свыше 1,0σ	5,70	5,58	4,76*
свыше 1,5σ	3,00	2,93	2,50
свыше 2,0σ	1,18	1,16	0,99
свыше 2,5σ	0,31	0,30	0,26
НСР ₀₅ = 0,52		НСР ₀₅ ^D = 0,08	

* - различия между вариантами существенны на уровне значимости (λ) 0,05

Ранее в работах исследователей было отмечено, что, несмотря на то, что климатически обусловленная урожайность в целом для зерновых и зернобобовых культур в Центральном федеральном округе в последние годы имеет тенденцию к уменьшению, но для озимых культур за последние несколько десятилетий наблюдается ее уверенный рост [4].

Таблица 3. Величина страхового нетто-тарифа при бессменном выращивании ячменя, % (по данным урожайности за период 1973-2011 гг.)

Вариант ущерба, обеспеченного страховой защитой	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	навоз (20 т/га)	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀ +навоз (20 т/га)
до 0,5σ	1,65	1,15	1,29
до 1,0σ	5,47	3,83	4,30
до 1,5σ	9,31*	6,53*	7,32*
до 2,0σ	11,84*	8,30*	9,31*
до 2,5σ	13,04*	9,14*	10,25*
до 3,0σ	13,45*	9,43*	10,57*
свыше 0,5σ	12,74*	8,92*	10,01*
свыше 1,0σ	8,64*	6,05	6,79*
свыше 1,5σ	4,54	3,18	3,57
свыше 2,0σ	1,79	1,25	1,41
свыше 2,5σ	0,47	0,33	0,37
НСР ₀₅ = 1,36		НСР ₀₅ ^D = 0,21	

* - различия между вариантами существенны на уровне значимости (λ) 0,05

Таблица 4. Величина страхового нетто-тарифа при выращивании ячменя в севообороте, % (по данным урожайности за период 1973-2011 гг.)

Вариант ущерба, обеспеченного страховой защитой	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	навоз (20 т/га)	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀ +навоз (20 т/га)
до 0,5σ	1,57	1,51	1,64
до 1,0σ	5,22	5,01	5,44
до 1,5σ	8,88	8,53	9,27*
до 2,0σ	11,29*	10,84*	11,79*
до 2,5σ	12,43*	11,94*	12,98*

до 3,0σ	12,83*	12,31*	13,39*
свыше 0,5σ	12,14*	11,66*	12,67*
свыше 1,0σ	8,24	7,91*	8,60*
свыше 1,5σ	4,33	4,16	4,52
свыше 2,0σ	1,71	1,64	1,78
свыше 2,5σ	0,44	0,43	0,46
НСР ₀₅ = 0,35		НСР ₀₅ ^D = 0,05	

* - различия между вариантами существенны на уровне значимости (λ) 0,05

Страховые нетто-тарифы, рассчитанные для посадок картофеля, в целом ниже, чем для посевов зерновых культур, что указывает на более низкую вариабельность величины средней урожайности и позволяет говорить об имеющихся резервах роста продуктивности культуры за счет агротехнологий, способствующих снижению воздействия неблагоприятных метеорологических факторов (табл. 5, 6).

Таблица 5. Величина страхового нетто-тарифа при бессменном выращивании картофеля, % (по данным урожайности за период 1973-2008 гг.)

Вариант ущерба, обеспеченного страховой защитой	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀ +навоз (20 т/га)	навоз (20 т/га)	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀
до 0,5σ	1,22	0,89	1,19
до 1,0σ	4,06	2,96	3,94
до 1,5σ	6,91	5,03*	6,70
до 2,0σ	8,78	6,40*	8,52
до 2,5σ	9,67	7,05*	9,38
до 3,0σ	9,98	7,27*	9,68
свыше 0,5σ	9,45	6,88*	9,16
свыше 1,0σ	6,41	4,67*	6,22
свыше 1,5σ	3,37	2,46	3,27
свыше 2,0σ	1,33	0,97	1,29
свыше 2,5σ	0,35	0,25	0,34
НСР ₀₅ = 0,97		НСР ₀₅ ^D = 0,15	

* - различия между вариантами существенны на уровне значимости (λ) 0,05

Таблица 6. Величина страхового нетто-тарифа при выращивании картофеля в севообороте, % (по данным урожайности за период 1973-2008 гг.)

Вариант ущерба, обеспеченного страховой защитой	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀ +навоз (20 т/га)	N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	P ₁₅₀ K ₁₂₀
до 0,5σ	1,33	1,25	1,18
до 1,0σ	4,43	4,14	3,93
до 1,5σ	7,55	7,05*	6,69*
до 2,0σ	9,60*	8,97*	8,51
до 2,5σ	10,57*	9,88*	9,37*

до 3,0 σ	10,90*	10,19*	9,66*
свыше 0,5 σ	10,32*	9,65*	9,15*
свыше 1,0 σ	7,00*	6,54	6,21*
свыше 1,5 σ	3,68	3,44	3,26
свыше 2,0 σ	1,45	1,36	1,29
свыше 2,5 σ	0,38	0,35	0,33
$НСР_{05} = 0,40$	$НСР_{05}^D = 0,06$		

* - различия между вариантами существенны на уровне значимости (λ) 0,05

Как при возделывании в севообороте, так и при бессменном выращивании наименьшая величина нетто-тарифа отмечена в варианте использования навоза, что еще раз подтверждает положительное влияние применения органических удобрений не только на показатель урожайности данной культуры, но и на его устойчивость.

Заключение. Продолжительность Длительного полевого опыта (временной фактор) позволила сформировать репрезентативную выборку по урожайности культур с учетом различий вегетационных периодов по метеоусловиям, на основании которой был проведен расчет величины страховых нетто-тарифов посевов в зависимости от уровня интенсификации аграрного производства и их обоснование.

Выявлено наличие существенности различий между показателями страховых нетто-тарифов в зависимости от применяемой системы удобрений при возделывании всех изученных культур, как в севообороте, так и в бессменных посевах.

Библиографический список

1. Белолобцев А.И., Суховеева О.Э. Агроклиматическое обеспечение процессов воспроизводства плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур на примере длительного полевого опыта МСХА // Материалы третьей международной конференции «Агрометеорологическое обеспечение устойчивого развития сельского хозяйства в условиях глобального изменения климата». Обнинск: ВНИИСХ. – 2012.- С. 244-276.
2. Доспехов Б.А. Методика научных исследований: 5-е издание. М.: «Колос».- 1985.-314с.
3. Зинченко А.П. Проблемы повышения эффективности сельскохозяйственного производства Нечерноземной зоны РСФСР: дис. ... д-ра экон. наук, М., 1981.-280с.
4. Павлова В.А. Анализ и оценки влияния климатических условий последних десятилетий на урожайность зерновых культур в земледельческой зоне России // В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. Т. XXIII. М.: 2010, С. 215-230.

5. Шибалкин А.Е. Статистическая оценка, прогнозирование и управление рисками: методические указания. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.- 2007.- 205с.

УДК 631.86.87:631.559:635.21

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОЗ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА
ОСНОВЕ КУРИНОГО ПОМЕТА НА УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО
КАРТОФЕЛЯ, ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И ИХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Персикова Тамара Филипповна, д.с.-х.н., профессор, заведующая кафедрой почвоведения УО БГСХА E-mail persikova52@rambler.ru

Царёва Мария Владимировна, к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения УО БГСХА

Калинина Марина Сергеевна, соискатель, кафедры почвоведения УО БГСХА

Аннотация. На дерново-подзолистой хорошо окультуренной легкосуглинистой почве при органической системе удобрения оптимальная доза органического удобрения, полученного при термической обработке куриного помёта – 2,8 т/га вразброс, так как урожайность составила 287,2 ц/га, доля крупных клубней 57,1%, содержание крахмала 16,7%, витамин С 16,2 мг/100, растворимых углеводов 0,45%, на 10 ц основной и соответствующее количество побочной продукции картофель выносит азота 5,35, фосфора 1,06, калия 7,72 кг, коэффициент использования азота из удобрения 84%, фосфора – 12%, калия – 74%.

Ключевые слова: картофель, куриный помет, урожайность, качество, вынос, элементы питания, коэффициент использования.

Введение. Картофель в мировом производстве занимает одно из первых мест как пищевой продукт, выращивается более чем 140 странах мира и его производство устойчиво растет. Он имеет хорошую адаптивную

способность к разнообразным метеорологическим и климатическим условиям, что и обуславливает его широкое распространение по всему миру. В Беларуси картофель является второй сельскохозяйственной культурой и имеет большое народнохозяйственное значение. Внесение удобрений под картофель – необходимое условие для получения высокого и качественного урожая [1, 2]. В условиях дефицита органических удобрений и роста цен на минеральные удобрения все более актуальным становится поиск альтернативных источников для восполнения и повышения почвенного плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. Куриный помет является ценным органическим удобрением с высоким содержанием основных элементов питания (азота, фосфора и калия) и микроэлементов, причем питательные вещества находятся в легкодоступных для питания растений соединениях. Ценность 1 т бройлерного помета приравнивается к 180 кг полного минерального удобрения [3].

Проблема эффективного использования куриного помёта может быть успешно решена, если он будет перерабатываться на птицефабриках в новые виды побочной продукции. Сушка птичьего помета является для сельскохозяйственных предприятий одним из способов производства органических удобрений из птичьего помета. Термическая сушка птичьего помета в специальных барабанных сушильных установках – наиболее эффективный способ переработки этого ценного органического удобрения. При термической сушке масса сырого помета уменьшается в 3-4 раза, а физические свойства сухого удобрения позволяют вносить его в почву практически всеми машинами, предназначенными для разбрасывания минеральных удобрений. В связи с этим актуальным является установление максимально возможных доз органического удобрения, полученного при термической переработке куриного помёта под картофель, применение которого не снижает его урожайность и не ухудшает качество, а также не наносит ущерба окружающей среде.

Цель исследований – изучение влияния доз органического удобрения, полученного путём термической переработки куриного помета, на урожайность, качество картофеля, вынос элементов питания и коэффициент их использования.

Материалы и методы. Исследования проводились путём постановки полевых опытов на опытном поле, кафедры почвоведения, химико-экологической лаборатории УО БГСХА. Закладка полевых опытов, учеты и наблюдения, статистическая обработка данных проведены в соответствии с общепринятой методикой по Б.А. Доспехову [4]. Анализы почвы и растений проведены по общепринятым методикам. Площадь общая делянки – 25 м²; учетная – 15 м²; количество повторений – 4. Почва опытного участка дерново-подзолистая, хорошо окультуренная, легкосуглинистая, содержание гумуса – 2,1%, рН_{KCl} – 5,2; содержание общего азота – 0,11%, подвижного фосфора – 282, калия – 268, серы – 13,9, нитратов – 17,8 мг/кг почвы. Сорт картофеля Манифест. Способ посадки – широкорядный (70 x 35 см), норма

высева – 2,5 т/га. Способ применения удобрения – перед посадкой вразброс под культивацию и локально в гребни.

Схема опыта.

1. Контроль (без удобрений)
2. 1,2 т/га органическое удобрение (вразброс)
3. 2,8 т/га органическое удобрение (вразброс)
4. 4,0 т/га органическое удобрение (вразброс)
5. 2,0 т/га органическое удобрение (локально).

Методом термической сушки из куриного помёта в ООО «АгроСива» получено органическое удобрение, имеющее следующий химический состав: массовая доля влаги – 24%, рН_{KCl} – 5,97, зольность – 17%, массовая доля органического вещества (в пересчёте на углерод) – 41%, массовая доля общего азота (в пересчёте на сухое вещество) – 6,1%, массовая доля общего фосфора (в пересчёте на сухое вещество) – 5,8%, массовая доля общего калия (в пересчёте на сухое вещество) – 3,9%, содержание серы – 9891,16 мг/кг, бора – 23,78 мг/кг.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований показали, что картофель хорошо отзывается на внесение органического удобрения. Так если в контрольном варианте без удобрения урожайность составила 127,1 ц/га, то при внесении органического удобрения, в зависимости от дозы, она колебалась от 241,4 до 287,2 ц/га (табл. 1).

Органическое удобрение на основе куриного помёта обеспечило достоверный рост урожайности картофеля по отношению к контролю, прибавка урожайности в зависимости от дозы колебалась от 114,3 до 160,1 ц/га, причём выше она была при внесении дозы 2,8 т/г. Качественная оценка урожайности картофеля показала, что наряду с повышением продуктивности органическое удобрение способствовало повышению доли крупных клубней от 52,71% (доза 4,0 т/га вразброс) до 59,8% (доза 2,0 т/га локально).

Таблица 1. Влияние органического удобрения на основе куриного помёта на урожайность и структуру урожая картофеля

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Доля мелких клубней в пробе (менее 35 мм), %	Доля средних клубней в пробе (35-55 мм), %	Доля крупных клубней в пробе (более 55 мм), %
1.	127,1	–	12,43	35,5	52,07
2.	241,4	114,3	11,09	34,2	54,71
3.	287,2	160,1	4,0	38,90	57,10
4.	281,4	154,3	10,09	37,2	52,71
5.	275,7	148,6	5,0	35,2	59,80
НСР ₀₅	56,37				

Дозы органического удобрения оказали влияние и на качество клубней картофеля (табл. 2).

Таблица 2. Влияние органического удобрения на основе куриного помёта на качество клубней картофеля

Вариант	Крахмал,	Нитраты,	Витамин	N, %	P ₂ O ₅ ,	K ₂ O, %	Растворим.
---------	----------	----------	---------	------	---------------------------------	---------------------	------------

	%	мг/кг	С, мг/100 г		%		углеводы, %
1.	14,5,	10,3	12,6	0,75	0,13	1,40	0,60
2.	15,5	10,9	13,4	0,77	0,19	1,59	0,45
3.	16,7	11,4	16,2	1,06	0,21	1,53	0,45
4.	16,2	14,4	12,7	1,25	0,19	1,46	0,38
5.	16,0	23,6	13,1	0,84	0,26	1,89	0,38
НСР ₀₅	0,67	0,42	0,59	0,009	0,007	0,002	0,014

По отношению к контролю органическое удобрение на основе куриного помёта повышало содержание крахмала в клубнях картофеля от 1,0% (доза 1,2 т/га) до 2,2% (доза 2,8 т/га), применение органического удобрения в дозе 2,0 т/га привело к повышению содержания нитратов на 13,3 мг/кг но при этом их содержание не превышало ПДК (250 мг/кг), при внесении дозы органического удобрения 2,8 т/га содержание витамина С увеличилось на 3,6 мг/100г. В вариантах с органическим удобрением при анализе клубней картофеля наблюдалось более высокое по сравнению с контролем содержание азота (от 0,02 до 0,5%), фосфора (от 0,06 до 0,13%) и калия (от 0,06 до 0,59%). Содержание растворимых углеводов при внесении органического удобрения снижалось по сравнению с контрольным вариантом от 0,15 (доза 1,2 и 2,8 т/га), до 0,22% (доза 4,0 и 2,0 т/га).

Химический состав растений является основой для расчета выноса элементов питания урожаем. Потребность сельскохозяйственных культур в элементах питания характеризуется выносом их с урожаем основной и соответствующим количеством побочной продукции. Нормативный (относительный или удельный) вынос элементов питания используют при планировании и прогнозировании потребности культуры в удобрениях, определении баланса элементов питания, поэтому необходимо периодически уточнять его средние показатели, в связи с изменением плодородия почв, уменьшением или увеличением доз минеральных и органических удобрений [5].

Минеральный состав продукции картофеля свидетельствует, с одной стороны, о способности усваивать элементы питания из окружающей среды и использовать их в синтезе собственных клеточных структур. Анализ химического состава основной и побочной продукции картофеля показал, что он изменяется в зависимости от условий питания. К уборке урожая содержание основных элементов питания в ботве картофеля при внесении органического удобрения увеличилось по сравнению с контрольным вариантом и колебалось в зависимости от дозы органического удобрения по азоту от 0,09 до 0,16%, фосфору от 0,02 до 0,06%, калию от 0,08 до 0,36%. В вариантах с органическим удобрением при анализе клубней картофеля наблюдалось более высокое по сравнению с контролем содержание азота (от 0,2 до 0,5%), фосфора (от 0,06 до 0,13%) и калия (от 0,06 до 0,59%).

Для полной оценки действия органического удобрения на основе куриного помёта, полученного при его термической обработке при внесении под картофель рассчитали удельный вынос основных элементов питания на

10 ц основной и соответствующее количество побочной продукции (табл. 3). Согласно расчётам на 10 ц основной и соответствующее количество побочной продукции при внесении органического удобрения на основе птичьего помёта картофель выносит азота от 3,90 кг (1,2 т/га) до 6,31 кг (4,0 т/га), фосфора от 0,97 (1,2 т/га) до 1,32 кг (2,0 т/га), калия от 7,36 кг (4,0 т/га) до 8,01 кг (1,2 т/га).

Таблица 3. Удельный вынос картофелем с 10 ц основной и соответствующим количеством побочной продукции (кг)

Вариант	Удельный вынос кг с 10 ц основной и соответствующим количеством побочной продукции			Коэффициент использования из удобрения, %		
	N	P	K	N	P	K
1.	4,28	1,19	9,52			
2.	3,90	0,97	8,01	445	77	70
3.	5,35	1,06	7,72	884	112	74
4.	6,31	0,97	7,36	775	66	41
5.	4,26	1,32	7,84	445	118	59

Коэффициент использования элементов питания, в зависимости от дозы удобрения, колебался по азоту от 45 до 84%, фосфору от 6 до 18%, калию от 41 до 74%, причём доза 2,8 т/га является более эффективной так как коэффициент использования азота из удобрения составил 84%, фосфора – 12%, калия – 74%.

Степень влияния пометных удобрений на агрохимические свойства почвы зависит от дозы внесения, культуры, под которую они вносятся и длительности применения [6]. После уборки картофеля, не зависимо от дозы внесения, содержание гумуса, кислотность почвы осталось на уровне исходного показателя (2,1%, рН_{KCl} 5,2), снизилось содержание нитратов (исходное 17,8 мг/кг), серы (исходное 13,9 мг/кг), калия (исходное 267,5 мг/кг), содержание фосфора (исходное 282,1 мг/кг). причём при локальном внесении удобрения осталось на уровне исходного 286,9 мг/кг (табл. 4).

Таблица 4. Влияние органического удобрения на основе куриного помёта на плодородие дерново-подзолистой хорошо окультуренной почвы после уборки картофеля

Вариант	Гумус, %	Нитраты, мг/кг	N, %	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	S, мг/кг	рН _{KCl}
1.	2,101	9,4	0,11	229,8	235,2	12,50	5,16
2.	2,102	12,1	0,09	233,0	228,5	11,77	5,23
3.	2,102	4,7	0,09	257,3	220,9	10,49	5,27
4.	2,101	8,7	0,09	254,0	222,7	8,63	5,21
5.	2,102	11,0	0,10	286,9	223,1	12,94	5,23

Заключение. На дерново-подзолистой хорошо окультуренной легкосуглинистой почве при органической системе удобрения оптимальная доза органического удобрения, полученного при термической обработке

куриного помёта – 2,8 т/га вразброс, так как урожайность составила 287,2 ц/га, доля крупных клубней 57,1%, содержание крахмал 16,7%, витамин С 16,2 мг/100, растворимых углеводов 0,45%, на 10 ц основной и соответствующее количество побочной продукции картофель выносит азота 5,35, фосфора 1,06, калия 7,72 кг, коэффициент использования азота из удобрения 84%, фосфора – 12%, калия – 74%.

Библиографический список

1. Колчин, Н.Н. Отечественному картофелеводству нужна государственная поддержка / Н.Н. Колчин // Картофель и овощи. – 2008. – № 4. – С. 2-4.
2. Титова, В.И. Влияние удобрений и комплекса защитных мероприятий на урожайность и качество клубней разных сортов картофеля / Титова В.И., Чудоквасов А.А. // Российская сельскохозяйственная наука. – 2018. – № 6. – С. 9-12.
3. Использование птичьего помёта в земледелии (научно-методическое руководство) / под общей редакцией академиков РАСХН В.И. Фисинина и В.Г. Сычева. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. – 272 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов, – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
5. Справочник агрохимика / Лапа В.В., Персикова Т.Ф. [и др.]: Институт почвоведения и агрохимии; под ред. акад. В.В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфин, 2021. – 260 с.
6. Персикова Т.Ф., Царёва М.В. Изменение плодородия дерново-подзолистой почвы при применении куриного помёта / «Актуальные проблемы агрохимии и почвоведения» // Материалы Международной научно-практической конференции 18-19 февраля 2016 г. – Львов, 2016. – С. 56-59.

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF DOSES OF ORGANIC FERTILIZER BASED ON POULTRY MANURE ON YIELD. QUALITY OF POTATOES, REMOVAL OF NUTRIENTS AND THEIR USE

Persikova Tamara Filippovna, Doctor of Science (Agriculture), Professor, Head of the Department of Soil Science of the UO BSAA E-mail persikova52@rambler.ru

Tsareva Maria Vladimirovna, Philosophy Doctor (Agriculture), Associate Professor of the Department of Soil Science of the UO BSAA

Kalinina Marina Sergeevna, applicant of the Department of Soil Science of the UO BSAA

***Abstract.** On soddy-podzolic well-cultivated light loamy soil with an organic fertilizer system, the optimal dose of organic fertilizer obtained during the heat treatment of poultry manure is 2.8 tons/ha at a fraction, since the yield was 287.2 c/ha, the proportion of large tubers was 57.1%, the starch content was 16.7%, vitamin C was 16.2 mg/100, soluble carbohydrates 0.45%, for 10 centners the main and the corresponding amount of by-products, potatoes carry nitrogen 5.35,*

phosphorus 1.06, potassium 7.72 kg, nitrogen utilization rate from fertilizer 84%, phosphorus – 12%, potassium – 74%.

Keywords: potatoes, poultry manure, yield, quality, takeaway, nutrients, utilization rate.

УДК: 631.626.87.452.

CURRENT STATUS OF IRRIGATED GRAZING SOILS OF MIRZAABAD DISTRICT

Bekzod Bobonorov Boymirzaevich, Scientific Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Basic Doctoral Student E-mail: bekbobonorov427@gmail.com

Tursunov Shodmon Junior, Research Fellow Doctor of Philosophy in Biological Sciences Research Institute of Soil Science and Agrochemistry E-mail: tursunov.shodmon.1976@gmail.com Tel.

Ishmuminov Bobur Botirovich, Tashkent State Pedagogical University named after Nizami E-mail: ibobur.1991@mail.ru

Annotation. The article describes the study of the mechanical composition and salinity of the light gray soil zone of the Mirzachul plain, which was not affected by natural disasters and gave (flooded), weakly washed areas. It was found that the salinity of soils is a type of sulfate salinity according to the chemistry, and the mechanical composition varies along the profile.

Keywords: gray-grass soil, mechanical composition, weak washing, salinity, sulfate, chlorine.

Introduction. On May 1, 2020, a natural disaster occurred in Syrdarya region due to strong winds and rains. As a result, the Sardoba Reservoir dam in

Sardoba district of Syrdarya region overflowed, causing serious damage to several settlements, social facilities, agricultural crops, including grain, cotton and other crops in Sardoba, Akaltin and Mirzaabad districts.

Accordingly, the Presidential Decree No. F-5569 of May 1, 2020 was adopted. [1] The study of a certain part of the Mirzachul plain, ie degraded areas, is one of the current issues.

Research location and implementation methods. The object of research was selected gray-grass soils of the Syrdarya region named after Yunusov of Mirzaabad district and formed in the Gulistan massifs of Mirzaabad district, which were not affected by natural disasters and were weakly washed away. Genetic-geographical, profile-geochemical [2], stationary-field and chemical-analytical methods were used in the research. General chemical, physicochemical analysis of the soil was performed on the basis of the guidelines of EV Arinushkina [3] on generally accepted methods.

Level of study of the research area. The issues of determining the fertility and reclamation of soils of the Syrdarya region are widely covered in research conducted by scientists of the Research Institute of Soil Science and Agrochemistry [4; 5; 6]. The study of the study area, ie the areas affected by the disaster, requires a comprehensive soil survey, comparing the condition of the soil to find ways to restore its fertility, in-depth analysis of changes in soil cover and profile.

Research results and their analysis. According to the results of the study, the irrigated gray-meadow soils are not washed, the mechanical composition is sandy and light loamy, mainly light sandy, sandy in the layer 79-108 cm of the section, the amount of physical clay particles in the sand is 15.9 %, in light sand 21.5-27.8%, coarse dust 15.1-37.4%, fine dust particles 4.8-9.5%, and here large sand particles predominate, and il particles are 8.0-12.7% (1- picture.).

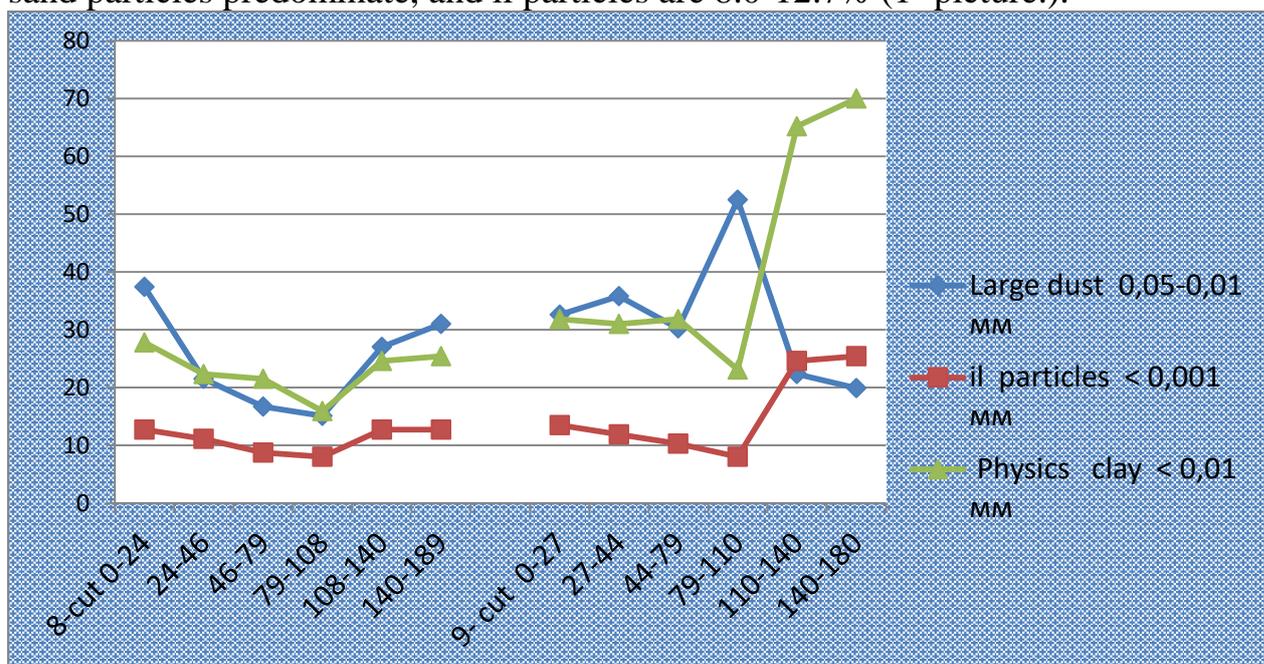


Figure 1. Mechanical composition indicators of studied soils, 2021y

Irrigated gray-grass soils (section 9) are weakly washed away by floods. The physical particles are 31.0-31.8%, 23.1%, 62.5-70.0%, fine sand 6.5-31.1%, coarse dust 19.0-52, respectively. 5%, sludge particles from 8.0 to 25.4%, the amount of sand in the upper layers is large and decreases depending on the thickness of the layers along the profile, while large dust particles have an advantage in the upper layers, The lower layer is observed muddy mechanical composition.

In the thick layers of the profile of soils that have not been affected by natural disasters, the dust particles are different, indicating the intensity of water permeability, while in the weakly washed soils of the profile of the sheep in the two layers of the profile, large aggregates in this case are low water permeability is a sign of inferiority. In turn, it is observed that in these layers the content of clay particles is higher than in other layers, and mainly chemical products of biological degradation, organic acids make up the bulk of it.

According to the salinity of irrigated meadow soils, sulfate salinity belongs to the type of sulphate, and the amount of dry residue in the drive layer of the meadow soils and the bottom of the profile is 0.895-1.635%. low and moderate salinity, and the chlorine ion content is 0.011-0.077% (Figure 2).

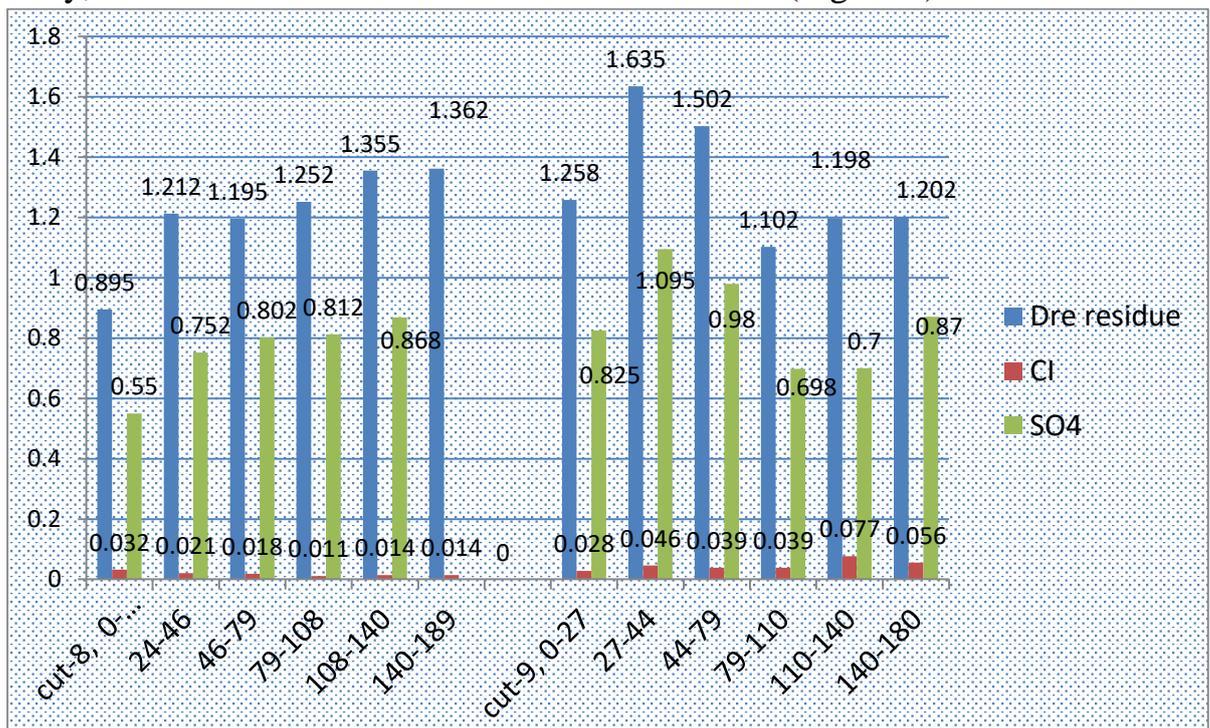


Figure 2. Amount and indicators of water-soluble salts in the studied areas, 2021y

Conclusion . The results of the above studies show that in irrigated soils flooded and weakly washed, the salinity type belongs to the mechanical composition of sulfate, weak and moderately saline, light, medium sandy, sandy loam. The development of ways to restore soil fertility, taking into account the

quality of weakly washed soils and the factors that limit their fertility, as well as the possibility of their preservation and restoration through the application of fertilizers on the basis of crop demand.

References

1. Republic of Uzbekistan No. F-5569 of May 1 , 2020, May 1 , 2020, Tashkent .

2. Kuziev R and others. Guidelines for conducting soil surveys and compiling soil maps for maintaining the state land cadastre. Normative document, Tashkent, 2013. 52 pages.

3 . Arinushkina. E.V. Manual on chemical analysis of soil. M.,

4 . Ruzmetov M.I. "Efficient use of land resources and their prospects" Soil Science and Agrochemistry Research Institute "Current problems of soil science, innovative technologies - the basis of sustainable management of soil resources" / Republican online scientific-practical seminar collection, 2020, December 3-4. 6-7bet.

5.Kuziev R.Q., Boirov A.J., Abdurahmonov N.Yu., Toshkuziev M.M., Ahmedov O.U., Ismonov A.J., Mirsodiqov M.M. Current condition of irrigated lands of Syrdarya region, recommendations for maintaining and increasing their fertility Tashkent, 2016, 3-38 pages.

6 . Qurvantaev.R., Botirov Sh.A. Measures to improve the reclamation of irrigated lands. // Proceedings of the Republican scientific-practical conference "Agrotechnologies for the restoration, preservation, increase of fertility of irrigated soils and its current problems", October 20, 2020, Gulistan, pp. 11-16.

Аннотация. В статье описаны исследования гранулометрического состава и засоления светло-сероземной зоны Мирзачульской равнины, не пострадавшей и пострадавшей (подтопленной) от природных катаклизмов, и подвергавшимся смыванию. Установлено, что засоление почв по химическому составу является разновидностью сульфатного засоления, а гранулометрический состав изменяется по горизонтам почвенного профиля.

Ключевые слова: серовато-луговые почва, механический состав, слабая промывка, засоленность, сульфаты, хлор.

УДК: 631.8.002.68.631.45

ПОЛУЧЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ ОРГАНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ИХ АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Сидиков Саиджон, к.с.-х.н., профессор кафедры почвоведение, Национальный университет Узбекистана имени М.Улугбека. E-mail: sidikov1957@mail.ru

Сайдуллаева Зебо, докторант кафедры почвоведение, Национальный университет Узбекистана имени М.Улугбека. E-mail: zebo.saydullayeva@mail.ru

***Аннотация:** В статье приведены результаты полевых и лабораторных исследований по приготовлению и использованию сельскохозяйственных отходов в качестве удобрений для повышения плодородия почв и урожайности культур.*

***Ключевые слова:** почва, растение, нетрадиционное удобрение, плодородие почвы, отходы, компост, технология, урожай, экология.*

Введение. В настоящее время одной из важнейших задач сельскохозяйственного производства является повышение продуктивности земледелия с одновременным сохранением и воспроизводством почвенного плодородия. Для решения этой проблемы, как показывает многолетний опыт земледелия, наряду с использованием минеральных и органических удобрений необходимо широкое привлечение нетрадиционных источников питательных веществ [2,4].

В связи со сложившейся экологической обстановки в последнее время активно вводится использование удобрений, сочетающих в себя действие органических и минеральных веществ, но при этом исключая вредных для почвы добавки. Именно по этому принципу разрабатываются такие удобрения, которые лежат в основе органического земледелия, полностью безопасного для окружающей среды и здоровья человека.

Эффективность использования органоминеральных средств уже признана во многих странах мира. Переход на удобрение при помощи органоминеральных веществ поможет сохранить плодородность почвы и выращивать качественные и полезные продукты без угрозы для экологии и здоровья человека. Увеличивающиеся урожаи сельскохозяйственных культур

и улучшение состояние почвы стали лучшими доказательствами качества органоминеральных удобрений.

Использование различных отходов в качестве удобрительных масс под возделываемые сельскохозяйственные культуры можно рассматривать как дополнительный источник питательных веществ, как эффективное средство для повышения плодородия почв и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. Одним из дополнительных резервов повышения урожайности сельскохозяйственных культур может стать применение в качестве удобрений сельскохозяйственные отходы. В этой связи разработка технологии приготовления нетрадиционных удобрений и изучение их влияние на плодородие почв, рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур является актуальной задачей современного земледелия.

Материалы и методы. Полевые и лабораторные исследования выполнены общепринятыми методами в агрохимии и почвоведении. Для приготовления компостов взяты местные отходы: навоз крупного рогатого скота, ил пресных вод, листья и стебли хлопчатника. Нетрадиционное удобрение из местных отходов и навоза в соотношении 1:1 приготовили способом послойного компостирования в специальных ямах, размером 1,5х1х1 метр.

Цель проведения опыта. Основной целью наших исследований является использование сельскохозяйственных отходов в качестве удобрений для повышения плодородия почв и урожайности культур. Для достижения этой цели перед нами поставлена задача использования сельскохозяйственных отходов в качестве удобрительных масс в сельском хозяйстве; изучение состава навоза, ила пресных вод, листья и стебли хлопчатника; разработка технологии приготовления компостов из отходов, постановка полевых опытов по изучению влияния нетрадиционных удобрений на агрохимические свойства почвы, рост, развитие и урожайность хлопчатника и определение норм их применения; разработка рекомендации по применению этой удобрительной массы в сельском хозяйстве.

Результаты и их обсуждение. На основании анализа существующих литературных источников наиболее перспективным для нашего региона представляется приготовление компостов - органоминеральных удобрений из отходов [1,3]. В Узбекистане в огромном количестве накапливаются различные виды отходов: отходы промышленности и сельскохозяйственных культур, городские отбросы, ил пресных вод, опилки, опавшие листья и т.д. Эти отходы в своем составе содержат все необходимые для растений элементы питания (табл. 1). Использование их в качестве удобрений

способствуют обогащению почвы питательными элементами, увеличению запаса органической части почв и улучшению всех их свойства.

Таблица 1. Содержание элементов питания в различных отходах

Отходы	%			мг/кг				
	N	P	K	B	Ca	Mo	Zn	Mn
Ил пресных вод	0,52	0,25	0,33	100,11	34,72	2,21	78,51	312,50
Листья хлопчатника	0,23	0,14	0,28	25,02	8,20	0,66	17,90	12,45
Стебли хлопчатника	0,91	0,61	2,82	25,03	6,01	0,45	15,32	11,01
Навоз	0,44	0,21	0,40	96,41	30,63	1,57	62,10	425,51

Компост состоит из двух главных компонентов, неодинаковых по устойчивости к разложению микроорганизмами. Один из них (ил пресных вод, листья и стебли хлопчатника) играет преимущественно роль поглотителя влаги и аммиака и без компостирования слабо разлагается, другой (навоз, навозная жижа, фекалий) богат микрофлорой, содержит достаточное количество легко распадающихся органических соединений.

Для изучения влияния компостов на агрохимические свойства почвы, рост, развитие и урожайность хлопчатника на староорошаемом типичном сероземе проведен полевой опыт с хлопчатником сорта Наманган-77. Материнская порода почв опытного участка - лёссы и лёссовидные суглинки. В схеме полевого опыта имеются следующие варианты: 1) *контроль - без удобрений*; 2) $N_{200}P_{140}K_{100}$; 3) $N_{100}P_{70}K_{50} + 30 \text{ т/га ил+навоз}$; 4) $N_{100}P_{70}K_{50} + 30 \text{ т/га листья+навоз}$; 5) $N_{100}P_{70}K_{50} + 30 \text{ т/га стебли+навоз}$.

Почва опытного участка в исходном состоянии содержит 0,91% гумуса, 0,09% общего азота, 0,22% общего фосфора и 1,50% общего калия. Подвижный азот - 29,5 мг/кг, подвижный фосфор - 35,0 мг/кг и обменный калий - 280,0 мг/кг.

Агрохимический анализ компостов, приготовленные из ила пресных вод, листьев и стеблей хлопчатника показал, что они значительно обогатились элементами питания (табл. 2).

Влияние компостов на свойства почвы и урожайность хлопчатника изучался при их совместном применении с минеральными удобрениями. Результаты исследований показали, компосты при применении их на фоне минеральных удобрений привело к значительным изменениям агрохимических свойств почвы в положительную сторону, повышению количества и деятельность микроорганизмов.

Таблица 2. Содержание элементов питания в компостах

Компосты	%			мг/кг				
	N	P	K	B	Ca	Mo	Zn	Mn
Навоз+ил пресных вод	0,55	0,25	0,41	99,1	32,7	1,82	70,5	372,5
Навоз+листья хлопчатника	0,35	0,16	0,38	62,4	19,5	1,11	40,5	201,5
Навоз+стебли хлопчатника	0,55	0,33	0,43	31,4	17,3	0,80	21,4	80,0

. При этом почвенный воздух и приземный слой атмосферного воздуха обогащается углекислым газом, что в свою очередь, улучшает воздушное питание хлопчатника. Следовательно, компост из отходов и навоза улучшает условия как корневого, так и воздушного питания растений.

Внесение 30 т/га компоста на фоне $N_{100}P_{70}K_{50}$ способствовало увеличению содержания гумуса в почве до 1,20%; азота - 0,102%; фосфора - 0,290% и калия - 1,601%.

Компосты оказывают положительное влияние и на растения, начиная с прорастания семян хлопчатника. Как показывают результаты фенологических наблюдений 90% всходов хлопчатника появились через 5 дней в вариантах с компостами. Последующие данные фенологических наблюдений свидетельствуют о том, что растения вариантов совместного применения минеральных удобрений и компостов отличались заметным высоким ростом главного стебля (72,0-73,0 см). Естественно, и листья формировались на 1-2 штук больше. На фоне компостов количество бутонов и коробочек также было больше. Следовательно, в условиях внесения компостов хлопчатник развивался с опережением. Наряду с этим необходимо отметить и другой факт о том, что созревание коробочек также ускоряется на фоне компостов нормой 30 т/га.

Рассматривая данные по урожаю хлопка-сырца следует сказать, что самый низкий урожай получен в контрольном варианте и в варианте с половинной нормой минеральных удобрений. Причина этого заключается в том, что из-за нехватки элементов питания хлопчатник формировал мало коробочек небольшого размера. В таких условиях растения раньше времени заканчивают вегетационный период и сформировавшиеся в небольшом количестве коробочки начинают раскрываться раньше. Наибольший урожай хлопка-сырца (46,5-47,1 ц/га) получен в вариантах, где внесено 30 т/га компоста на фоне $N_{100}P_{70}K_{50}$ минеральных удобрений.

Заключение. Таким образом, разработка технологии приготовления компостов из отходов способствует увеличению выхода органических удобрений в республике; повышению плодородия почв и урожайности

сельскохозяйственных культур; охране окружающей среды от различных загрязнений. Проведенный полевой опыт ясно доказывает, что компосты, приготовленные из отходов при совместном внесении их с минеральными удобрениями значительно обогащают почву органическим веществом и питательными элементами, повышают урожайность хлопчатника до 47,1 ц/га. Полученные компосты могут быть использованы как агрономический ценный дополнительный источник питательных элементов для почв при одновременном утилизации различных отходов, что будет способствовать защите окружающей среды от загрязнения и улучшению экологической обстановки.

Библиографический список

1. Саттаров Ж.С., Каримбердиева А., Холиқназаров А.. Органоминеральные удобрения из отходов. Ж. Сельское хозяйство Узбекистана, № 1, 2012 г. С. 12-17.
2. Сидиков С., Мамадиёров Ф. Использование ила пресных вод в качестве удобрений для повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. УП Международная научно-практическая конференция «Аграрная наука-сельскому хозяйству». Г.Барнаул, 2-3 февраля 2012г. С. 233-235.
3. Sidiqov Saidjon, Ermatova Munajat, Abdushukurova Zamira, Ergasheva Olimaxon, Mahkamova Dilafruz, Tashmetova Nigora. Degree of humification of cotton, alfalfa and ephemers organs, their effect on the content and composition of soil organic matter. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. 2020. P. 94-102.
4. Wang J., Yan X., Gong W. Effect of long-term fertilization on soil productivity on the North China Plain // J. Pedosphere. – 2015. – V.25(3). – P.450–458.

OBTAINING NON-TRADITIONAL FERTILIZERS FROM ORGAN-CONTAINING PRODUCTION WASTE AND THEIR AGRONOMICAL VALUE

Sidikov Saidjon, Ph.D., Professor of the Department of Soil Science, National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek. E-mail: sidikov1957@mail.uz
Saidullayeva Zebo, doctoral student of the Department of Soil Science, National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek. E-mail: zebo.saidullayeva@mail.ru

Abstract: *The article presents the results of field and laboratory studies on the preparation and use of agricultural waste as fertilizers to improve soil fertility and crop yields.*

Key words: *soil, plant, non-traditional fertilizer, soil fertility, waste, compost, technology, harvest, ecology.*

УДК: 631.411.4+631.4\633.51

**СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО АЗОТА В ПОЧВЕ ПРИ
БЕССМЕННОМ ПОСЕВЕ ХЛОПЧАТНИКА**

*Халиков Баходир Мейликович** - доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

*Бозоров Холмурод Махмудович** - доктор философии по
сельскохозяйственным наукам, старший научный сотрудник

*Мазиров Михаил Арнольдович*** – доктор биологических наук, профессор

*Бобокандов Шодияр Ражабалиевич** –докторант, (PhD)

**-Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и
агротехнологии выращивания хлопка*

***-Российский государственный аграрный университет МСХА имени
К.А.Тимирязева*

Аннотация. В данной статье приведены аналитические научные данные об изменении содержания общего азота за 96 лет в некоторых вариантах опыта с монокультурой хлопчатника, проведенного с 1926 года в течение 96 лет в Научно-исследовательском институте селекции,

семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка находящийся в Кибрайском районе Ташкентской области.

На 20-й год исследования содержание азота в 1-м варианте составило 0,129 %, что пересчете на гектар оно уменьшилось на 0,15 т/га, во 2-м варианте с внесением минеральных удобрений NPK-250:175:125 кг/га его содержание составило 0,092 % или пересчете на гектар 0,75 т/га, в 3-м контрольном варианте эти показатели соответственно составили 0,087 % и 0,96 т/га.

Данный процесс также наблюдался в течении последующих лет, через 40 лет эти показатели в 1, 2 и 3-м вариантах соответственно уменьшились на 0,18, 1,09 и 1,71 т/га, через 60 лет соответственно на 0,93, 1,39 и 2,12 т/га, через 80 лет на 1,56, 1,99 и 2,46 т/га и через 96 лет на 1,82, 1,35 и 2,40 т/га.

В 1-м варианте при ежегодном внесении 30 т/га навоза + 25 кг/га P_2O_5 на 40-й год исследования содержание азота в почве уменьшалось значительно медленнее, однако в последующие годы наблюдалось резкое снижение и за 96 лет оно уменьшилось на 1,82 т/га по сравнению с исходным показателем.

В 2-м варианте при ежегодном применении минеральных удобрений нормой NPK-250:175:125 кг/га содержание азота в почве за 96 лет уменьшилось на 32,7 % или 1,35 т/га по сравнению с исходным содержанием, а на контрольном варианте без внесения удобрений уменьшение азота за 96 лет составило 56,6 % или 1,82 т/га.

Ключевые слова: общий азот, нитратный азот, типичные сероземные почвы, плодородие почвы, органическое удобрение, растение, плодоеlementы, монокультура хлопчатника, севооборотный посев.

Введение. Одним из важных основ научного земледелия является плодородие почвы. Хотя плодородие почвы является естественным свойством, оно зависит от питательных веществ, накопленных в процессе почвообразования, физических свойств почвы и климатических условий.

Известно, что одним из питательных веществ, необходимых растению в почве, является азот. Азот является одним из самых подвижных и важных элементов питания для растений. Корни растений поглощают азот из почвы в виде нитрат-ионов (NO_2 , NO_3) и иона аммония (NH_4), которые являются важными источниками питания. Для нормального роста растений количество подвижного азота в почве должно быть достаточным. Количество подвижного азота в почве регулируется внесением органических и минеральных удобрений. Также известно, что процесс разложения органического вещества с образованием аммиака называется аммонификацией, а процесс окисления аммиака до нитрита и азотной кислоты — нитрификацией. Именно эти процессы влияют на динамику содержания азота в почве.

Достоверные данные об изменениях азотистых элементов питания в почве по годам в той или иной степени можно получить из исследований проводящийся в течение долгих лет. Одним из них является исследования, проводящийся в Научно-исследовательском институте селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка в течение 96 лет начиная с 1926 года.

Известно, что естественный рост плодородия почвы зависит только от севооборота на научной основе. Включение зерновых бобовых культур в качестве промежуточной, основной и повторной культуры в звено хлопчатник:зерновые при коротко ротационной схеме посева сельскохозяйственных культур во многих случаях оптимизирует содержания гумуса и азота в почве, с прохождением годов и с повторением их повышается их содержание. Этот положительный процесс в южной зоне Республики в условиях такырных почв проходит нормально, а в северной зоне в условиях лугово-аллювиальных почв он проходит медленно (Халиков, Намозов, 2016).

По данным А. С. Башкова, Т. Ю. Бортника и др. (2012), применение в сельском хозяйстве только химических удобрений в течение многих лет

приводит к снижению плодородия почвы, что в конечном итоге наносит серьезный ущерб урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому для поддержания высокого уровня плодородия почвы необходимо создать научно обоснованные системы применения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры, а также тщательно изучить усвояемость их растениями.

Сельскохозяйственные культуры поглощают большое количество азота из почвы в период роста и развития. Часть усвоенных веществ возвращается в почву через корни, стебли и другие органы растения. Вынос питательных веществ из почвы урожаем и возврат определенной части их в почву в виде органических остатков играют важную роль в повышении эффективности земледелия. Кругооборот азота растением с повышенным содержанием (с почвы на растение с растения в почву) соответствует люцерне, клеверу, люпину (227-397 кг/га), на следующем месте картошка, морковь, брюква, сахарная свекла (113-159 кг/га), а показатели меньшего количества (192,2-150 кг/га) наблюдается на зернобобовых и зерновых культурах (Никопчик, 2012).

По данным М.А.Мазирова (2010) применение органических и минеральных удобрений в длительное время существенно влияет на содержание гумуса и азота. В варианте при ежегодном применении на протяжении 100 лет 35 т/га навоза по сравнению с контрольным вариантом без применения удобрений наблюдалось повышение содержание гумуса и азота в почве в два раза. В контрольном варианте количество гумуса не менялось течении 80 лет, а в варианте с полным внесением минеральных удобрений количество гумуса и азота было выше, чем в контроле. Однако, их уменьшение наблюдалось через 50 лет при ежегодном внесении азотных удобрений. Хотя значительное снижение содержания азота в опытных вариантах севооборота в первые 30 лет опыта по сравнению с контрольным вариантом не наблюдалось, однако в последующие 20 лет снижение было более значительным. В следствии чего, и в варианте с монокультурой, и в

варианте с севооборотом установлено сохранение одинакового содержания азота на 50 год.

Из этого многолетнего опыта можно сделать вывод, что при длительном выращивании растений без удобрений на одном и том участке количество гумуса и азота в почве, а также урожайность снижались. В вариантах с полным внесением минеральных удобрений количество гумуса и азота в почве сохраняется незначительно по сравнению с контролем, а урожайность высокая.

Из вышеприведенных источников можно сделать вывод, что регулярный анализ содержания питательных веществ в почве, принятие во внимание при применении удобрений биологии растений и количество питательных веществ в почве, которое послужит для будущего основой устойчивого плодородия почвы.

Материалы и методы. Данный опыт по изучению плодородия почвы проводится в условиях староорошаемых типичных сероземных почв в Ташкентской области среднесуглинистые по механическому составу с уровнем залегания грунтовых вод 18-20 м. Продолжительность эксперимента 96 лет и проводится без повторений. Опыт состоит из 8 вариантов - 1-вариант монокультура с ежегодным внесением навоза 30 т/га + фосфора 30 кг/га, 2-вариант монокультура с ежегодным внесением NPK 250:175:125 кг/га, 3-вариант монокультура абсолютно без удобрений, контроль, 4-вариант монокультура с ежегодным внесением NPK 150:100:50 кг/га, 5-вариант севооборотный посев 3:7 люцерна-хлопчатник с внесением NPK 150:100:50 кг/га, 6-вариант севооборот 3:7 люцерна-хлопчатник с внесением NPK 150:100:50 кг/га + навоза 30 т/га, 7-вариант севооборот 3:7 люцерна-хлопчатник, без удобрения, контроль, 8-вариант севооборот 3:7 люцерна-хлопчатник + внесение навоза 10 т/га через каждый год. Площадь каждого варианта составляет 2000 м², а общая площадь опыта 1,6 гектар.

Плотность почвы и содержание общего азота в почве определялись на всех вариантах в начале и конце вегетации в почвенных образцах со слоев 0-

30 и 30-50 см, при этом объемная масса определялась методом Качинского, а содержание общего азота методом И.М.Мальцевой, Л.Н.Гриценко. Расчеты содержания общего азота в почве на тонну проведены исходя из массы почвы в 1 см³ в 0-30 см слое почвы с причётом объемной единицы в определенной площади.

Результаты и обсуждения. Для растений азот является одним из необходимых плодoэлементов. Он входит во всех составах простых и сложных белков, нуклеиновых кислот, хлорофиллов, фосфатидов, алкалоидов, некоторых лекарствах и ферментах. При подкормке растений источником азота служат аммониевые соли. Наибольшее количество усвоения азота в почве наблюдается в период интенсивного развития растений. В то же время происходит расщепление белка, при этом синтез белка преобладает в молодых, растущих органах, тогда как в более старых и в органах, остановившихся в росте, распад белков более выражен. В условиях дефицита азота рост растений резко замедляется. При сбалансированном питании азотом в растениях быстро синтезируются белки, что приводит к увеличению урожая и содержания в них белка.

Данные анализы говорят о значении азота в растениях, что его изменения в различных условиях зависит от окружающей среды, а более точную и достоверную информацию об активности азотистых элементов питания в почве можно получить лишь на основе многолетнего опыта.

Опыт с монокультурой хлопчатника, проводимый с 1926 г. в Научно-исследовательском институте селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка, на протяжении многих лет проливает свет на активность азотистых элементов в почве на разных уровнях.

Данный опыт состоит из 8 вариантов, статья включает в опыт три варианта, первый вариант вносится 30 т/га навоза + 25 кг/га R₂O в год непрерывного хлопчатника, норма минеральных удобрений NPK 250:175:125 кг/га вносится ежегодно 2-й вариант и без удобрений (контроль), анализ данных, полученных по 3-му варианту

Упомянутый опыт состоит из 8 вариантов, в статье приводится анализ полученных данных с трех вариантов: 1-вариант монокультура хлопчатника с ежегодным внесением навоза 30 т/га + фосфора 25 кг/га, 2-вариант монокультура с ежегодным внесением NPK 250:175:125 кг/га и 3-вариант монокультура без внесения удобрений (контроль).

По полученным данным в первый год исследования, т.е. в 1926 году исходное содержание общего азота в слое почвы 0-30 см в 1-м варианте с ежегодным внесением навоза 30 т/га + фосфора 25 кг/га составило 0,133 % или 4,95 тонн на гектар, а во 2-м и 3-м вариантах 0,113 % или 4,20 тонн.

На 20-й год исследования, т.е. в 1946 году этот показатель в 1-м варианте составил 0,129 % или же уменьшился на 0,15 т/га, во 2-м варианте при ежегодном применении минеральных удобрений NPK 250:175:125 кг/га составил 0,092 % или же уменьшился на 0,75 т/га, в 3-м контрольном варианте соответственно составил 0,087 % или же уменьшился на 0,96 т/га. Снижение содержания общего азота также наблюдалось и в последующие годы исследований, где через 40 лет, т.е. в 1966 году этот показатель в 1, 2, 3 вариантах соответственно уменьшился на 0,18 т/га, 1,09 т/га, 1,17 т/га, через 60 лет на 0,93 т/га, 1,39 т/га, 2,12 т/га и через 80 лет уменьшился на 1,56 т/га 1,99 т/га, 2,46 т/га. По полученным данным на 96 год (2022 год) исследовательской работы содержание общего азота по вариантам соответственно уменьшился на 1,82 т/га, 1,35 т/га, 2,40 т/га.

Результаты анализа показывают, что снижение количества азота в почве в 1-ом варианте, где ежегодно вносились 30 т/га навоза + 25 кг/га P_2O_5 , происходило очень медленно, где на 40-й год опыта снизился на 3,0-3,7 % по сравнению с исходным содержанием, на 60-й год опыта содержание азота резко уменьшилось (на 18,8 %) по сравнению с исходными данными, это снижение сохранилось и на 80-й год исследований (снизилось на 31,5 %), которое продолжалось в последующие годы и уменьшение составило 36,8 %, т. е. за 96 лет в почве снижение содержания азота составило 1,82 т/га.

В 2-м варианте с ежегодным внесением минеральных удобрений нормой NPK 250:175:125 кг/га, хотя это является относительно высокой нормой минеральных удобрений (NPK 250:175:125 кг/га) при возделывании хлопчатника, однако на 20-й год исследования наблюдалось резкое снижение содержания азота на 18,5 % (0,75 тонн на гектар) по сравнению с исходным показателем. Данный процесс продолжался на протяжении следующих лет исследований, где на 40-й год в опыте снижение содержания азота в почве составило 26,5 % (1,09 тонн на гектар), на 60-й год снизилось на 33,6 % (1,39 тонн на гектар), на 80-й год опыта на 47,7 % (1,99 тонн на гектар), однако, в последующие годы, т.е. на 96-й год исследования выявлено относительное замедление снижения содержания азота в почве. В целом в данном варианте выявлено снижение содержания азота в почве за 96 лет на 32,7 % или же 1,35 т/га по сравнению с исходным показателем.

На контрольном варианте опыта без применения удобрений показатель снижения содержания азота был выше относительно с вышеуказанными двумя вариантами, где на 20-й год опыта скорость снижения составил 23,0 % или же 0,96 тонны на гектар. Резкое снижение содержания азота также наблюдалось за 40 лет опыта, при этом снижение содержания азота составило 40,7% (1,71 т/га). Замедление процесса снижения наблюдалось только в последние годы, на 60-й год составил 50,4 % (2,12 т/га), на 80-й год 57,5 % (2,46 т/га) и на 96-й год 56,6 % (2,40 т/га).

Следует отметить, что среднегодовое снижение содержание азота в почве составило 0,38 % (0,018 т/га) в 1-м варианте с применением 30 т/га навоза + 25 кг/га P₂O₅, 0,34 % (0,014 т/га) во 2-м варианте с применением NPK 250:175:125 кг/га, в контрольном варианте без применения удобрений 0,59% (0,025 т/га). Где между 1 и 2-м вариантами отмечено небольшая существенная разница. Все это означает, что данная закономерность указывает о высокой значимости азота в составе навоза при формировании урожая в хлопчатнике.

Таблица 1

Снижение общего азота по сравнению с исходным содержанием на полях при бесменном возделывании хлопчатника, %, т/га.
(в 0-30 см слое)

№	Варианты	Исходное содержание азота, (1926 год)			Через 20 лет, (1946 год)			Через 40 лет, (1966 год)			Через 60 лет, (1986 год)			Через 80 лет, (2006 год)			Через 96 лет, (2022 год)			Среднее снижение за год	
		%	т/га	%	%	т/га	%	%	т/га	%	%	т/га	%	%	т/га	%	%	т/га	%	%	т/га
1	Ежегодное внесение навоза 30 т/га +25 кг/га P ₂ O ₅	0,133	4,95	100	0,129	0,15	3,0	0,128	0,18	3,7	0,108	0,93	18,8	0,091	1,56	31,5	0,084	1,82	36,8	0,38	0,018
2	НРК 250:175:125 кг/га	0,113	4,20	100	0,092	0,75	18,5	0,083	1,09	26,5	0,075	1,39	33,6	0,059	1,99	47,7	0,076	1,35	32,7	0,34	0,014
3	Без удобрения (контроль)	0,113	4,20	100	0,087	0,96	23,0	0,067	1,71	40,7	0,056	2,12	50,4	0,048	2,46	57,5	0,049	2,40	56,6	0,59	0,025

Выводы

1. При ежегодном внесении навоза 30 т/га + фосфора 25 кг/га в течении долгих лет (96 лет) при бесменном возделывании хлопчатника на одном месте за счёт азотного вещества в составе навоза степень снижения азота в почве ниже на 35-40 % относительно варианта без применения удобрений.

2. При регулярном (96 лет) ежегодном внесении 30 т/га навоза + 25 кг/га фосфорных удобрений снижение азота в почве идет очень медленными темпами в первые 40 лет, а в последующие годы ускоряется.

3. При бесменном выращивании хлопчатника на одном месте в течении долгих лет (96 лет) с ежегодным применением навоза 30 т/га + фосфора 25 кг/га, а также применение минеральных удобрений нормой NPK 250:175:125 кг/га динамика снижения количества азота в почве была практически одинакова.

4. При бесменном выращивании хлопчатника на одном месте в течении долгих лет (96 лет) с ежегодным применением минеральных удобрений нормой NPK 250:175:125 кг/га содержание азота интенсивно снижается в первые годы.

4. При бесменном выращивании хлопчатника на одном поле без применения удобрений в течение долгих лет (96 лет) содержание азота в почве относительно ежегодного внесения навоза 30 т/га + фосфора 25 кг/га снижается на 35 % и относительно ежегодного внесения минеральных удобрений нормой NPK 250:175:125 кг/га снижается на 42 %.

Библиографический список :

1. Башков А.С., Бортник Т.Ю., Загребина М.Н., Карпова А.Ю. Изменение плодородия дерново-подзолистой суглинистой почвы и продуктивности полевых культур при длительном применении удобрений. Теоритические и технологические основы воспроизводства плодородия почвы урожайность сельскохозяйственных культур. // Материалы Международной научно-практической конференции. Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А.Тимирязева. Москва, 2012, стр.140-149.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / М.:Колос, 1979. – 415 с.

3. Никончик П.И. Севооборот и воспроизводство плодородия почвы. Результаты 30-летнего стационарного опыта. Теоритические и технологические основы воспроизводства плодородия почвы урожайность

сельскохозяйственных культур. // Материалы Международной научно-практической конференции. Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А.Тимирязева. Москва, 2012, стр.103-121.

4. Мазиров М.А. Длительный полевой опыт РГАУ-МСХА: Сущность и этапы развития //Сб. докладов. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. С.153-160

5. Турсунходжаев З.С., Сорокин М.А., Горопкина А.Л. Производительная способность серозёмов в севообороте и при монокультуре хлопчатника. Издательство «ФАН», Ташкент, 1977, -95 с.

6. Турсунходжаев З.С., Болкунов А. Научные основы хлопковых севооборотов. Ташкент, «Мехнат», 1987, -149 с.

7. Халиков Б.М. Влияние бессменного посева хлопчатника на плодородие почвы. Научно-практический журнал АГРО XXI, Москва, №1-3, 2006, С.18-19.

8. Халиков Б.М., Намозов Ф.Б. Алмашлаб экишнинг илмий асослари. Тошкент, “Ноширлик ёғдуси” 2016, 222 бет.

THE EFFECT OF AGRICULTURAL APPLICATIONS ON THE PRODUCTION OF CEREAL CROPS IN A FIELD EXPERIMENT

Al-Gailani Ammar Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev», Moscow, Russia

Mohamed Ramadan Ahmed Tikrit university, faculty of Agriculture, Iraq

Abstract. The article provides data on the field experience, which forms the basis of the research work of the RSAU - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev in modern conditions. Long field experience with more than a century of history continues scientific research on permanent crops and in crop rotation on various backgrounds of organic and mineral fertilizers. The data on weediness and yield of grain agrocenoses of individual variants in 2020 are presented.

Keywords: field experience, winter rye, barley, crop rotation, permanent crops, fertilizers, weeds, yield, agrocenosis.

The research was carried out in 2020 on the fields of the Long-term multifactorial field experiment of the Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, founded in 1912 by Professor A.G. Doyarenko at the field experimental station [1, 2]. The purpose of this scientific work is to identify the effect of crop rotation, fertilizer systems, liming on the infestation and yield of winter rye and barley. Table 1 presents a fragment of the scheme of the long-term field experience, concerning the cultivation of winter rye and barley under various options, where studies were carried out.

Table 1. Scheme of experience

Options	Permanently		Crop rotation	
	without lime	By lime	without lime	By lime
Control (no fertilizer)	without lime	By lime	-	-
Manure	without lime	By lime	-	-
NPK	without lime	By lime	without lime	By lime
Manure+NPK	without lime	By lime	without lime	By lime
Control (no fertilizer)	without lime	By lime	without lime	By lime
N	without lime	By lime	without lime	By lime

From the list of studies, we determined the infestation of winter rye and barley crops by quantitative and quantitative-weight methods [2]. The crops were dominated by the following types of weeds:

– with the permanent cultivation of winter rye and barley, among the perennial weeds, field horsetail, wild watercress, medicinal dandelion and barnyard grass

prevailed. Weeds were present in the crop rotation, such as horsetail, barnyard grass, couch grass.

– among young weeds in the permanent cultivation of cereals and in crop rotation, a large number of shepherd's purse, odorless chamomile, field violet, blue cornflower, tenacious bedstraw, white mari were noted.

Data on weed infestation of agrocenoses are placed in table 2.

The largest number of weeds was noted in the control in crop rotation and permanent crops. According to the options for applying manure in its pure form, an average degree of weediness of crops was found, manure together with NPK and single N caused a higher weediness in the plot of grain crops both in crop rotation and in permanent sowing in comparison with the background of NPK. This situation is typical for crops both in crop rotation and in permanent cultivation. At the same time, permanent crops were more infested. The largest number of perennial representatives of weeds was found in permanent crops of winter rye and barley on a calcareous background according to the options for applying organic and organo-mineral fertilizers, as well as on control options.

Table 2. The number of weeds in crops of winter rye and barley according to the options of Long-term experience, 06/29/2020

Fertilizer	Crop rotation				Permanently			
	without lime		by lime		without lime		by lime	
	total	perennial	total	perennial	total	perennial	total	perennial
Winter rye								
Control	-	-	-	-	91	45	92	36
Manure	-	-	-	-	44	28	62	37
NPK	26	0	39	13	29	4	49	21
Manure + NPK	31	9	42	16	32	13	42	18
Control	56	26	51	18	73	32	51	27
N	25	5	28	11	51	22	46	20
Barley								
Control	-	-	-	-	75	24	67	20
Manure	-	-	-	-	52	14	40	7
NPK	14	7	14	6	16	5	17	8
Manure + NPK	19	6	23	8	12	4	15	7
Control	42	16	38	13	54	21	34	15
N	43	18	31	12	28	0	45	0

The yield data of winter rye and barley are presented in Table 3. It should be noted the positive role of soil liming on permanent crops and in crop rotation. Here, the yields for all options, with the exception of the control options for permanent winter rye and NPK on barley, are higher against the background of lime than against the background without lime. At the same time, the effect of liming in different variants of the experiment is not the same. As for the exceptional options for cereals, the differences are so small that there is no reason to conclude that they are sign. The use of fertilizers, especially NPK and N, provided an increase in the yield of winter

rye. Barley reacted in the best way to the use of an organ mineral fertilizer system in crop rotation and in its permanent cultivation.

Table 3. Yields of grain crops by experiment options in 2020, ton/ha

Option	Permanently		Crop rotation	
	without lime	by lime	without lime	by lime
Winter rye				
Control	0,76	0,76	-	-
Manure	1,38	1,61	-	-
NPK	2,04	2,29	1,56	2,48
Manure +NPK	1,31	1,62	1,40	2,26
Control	1,18	1,12	1,14	1,93
N	1,56	2,23	2,58	2,70
Minimum	0,76	0,76	1,14	1,93
Maximum	2,04	2,29	2,58	2,70
Mean	1,40	1,53	1,86	2,32
Barley				
Control	0,69	0,81	-	-
Manure	1,14	1,61	-	-
NPK	1,26	1,23	1,50	1,47
Manure +NPK	1,37	1,40	1,50	1,96
Control	0,52	0,99	0,92	1,31
N	0,71	1,08	0,98	1,39
Minimum	0,52	0,99	0,92	1,31
Maximum	1,37	1,61	1,50	1,96
Mean	0,95	1,30	1,21	1,64

For all options, the yield of barley in the crop rotation is higher than on permanent plots on the background of lime and without lime. The results of these field experiments conducted in 2020 confirm the advantage of growing winter rye and barley in crop rotation and on a lime background [3-5].

References

1. Мазиров М.А., Сафонов А.Ф. Длительный полевой опыт РГАУ-МСХА: сущность и этапы развития // Известия ТСХА. – 2010. – Выпуск 2. – С. 66-75.
2. Сафонов А.Ф., Лабунский В.И. Структура сорного компонента агрофитоценоза и урожайность озимой ржи при длительном применении удобрений и известкования в бессменных посевах и севообороте // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2004. – № 3. – С. 21-32.
3. Васько В.Т., Загробский А.И., Нечипорук З.М. Технология возделывания зерновых культур в Нечерноземной зоне России. – СПб.: «Профи – ИНФОРМ», 2004. – 128 с.

4. Матюк Н.С., Николаев В.А., Полин В.Д., Савоськина О.А. Агроэкологические основы севооборотов: учебное пособие. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. – 266 с.

5. Беленков А.И., Пискунова А.С., Убайд А.-Г. Аммар Аббас. Оценка технологии возделывания ячменя в полевых опытах РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: коллективная монография. – Иваново: ПресСто, 2020. – Т.2. – С. 90-95.

УДК 631.445.24

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АГРОБИОПРИЕМОМОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ВЫРАБОТАННОГО ТОРФЯНИКА
Анисимова Татьяна Юрьевна, к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник Всероссийского НИИ органических удобрений и торфа – филиала ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», e-mail: anistan2009@mail.ru

***Аннотация.** В статье приведены результаты исследований в полевом двухфакторном опыте на торфяных почвах. Анализ агроэкономической оценки показал, что сочетание прямого сева семян многолетних трав и ежегодное внесение минеральных удобрений было эффективно и способствовало достоверному увеличению урожайности травостоя, снижению себестоимости продукции.*

***Ключевые слова:** выработанный торфяник, прямой сев, минеральные удобрения, многолетние травы, агроэкономическая эффективность.*

Введение. При решении экологических вопросов охраны и использования выработанных заброшенных торфяников актуальным является вопрос создания на торфяных почвах культурных продуктивных сенокосов.

Торфяные почвы низинных и переходных болот по потенциальным запасам питательных веществ в метровом слое превосходят черноземы и при рациональном использовании значительно продуктивнее дерново-подзолистых и серых лесных почв. Как показали результаты исследований, на окультуренных торфяниках достигается наиболее высокая окупаемость удобрений, низкая себестоимость высококачественной продукции [1,2].

В последние десятилетия резко сократились объемы работ по улучшению сенокосов и пастбищ, нарушена система зеленого конвейера, сельскохозяйственные животные зачастую не обеспечены высококачественным зеленым сочным кормом. Известно, что многолетние травы лучше всего адаптированы к условиям выработанных торфяников: они

утилизируют энергию солнца, атмосферные осадки, полнее используют почвенный азот, характеризуются долголетием и продолжительным вегетационным периодом, в течение которого они несколько раз отчуждаются, что определяет особенности их минерального питания и потребность во внесении удобрений [1].

Использование показателей агрономической и экономической эффективности позволяет выделить оптимальные варианты системы удобрения многолетних трав, выращиваемых на корм, при обеспечении воспроизводства почвенного плодородия.

Цель исследований. Разработка эффективных низкочастотных агротехнологических приемов для повышения продуктивности выработанного мелко-контурного торфяника в сельскохозяйственном производстве.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2017-2021 гг. во Владимирской области на Байгушском торфяном месторождении, выведенном из сельскохозяйственного пользования в конце 90-х годов прошлого столетия по причинам экономического характера. Тип торфяной залежи переходный (А – 15,4%, R – 45%). На части одной из шести торфяных карт, которая не затопливается при весеннем половодье, в 2017 г. был заложен полевой опыт по определению эффективности прямого посева семян многолетних трав в ненарушенную дернину природного фитоценоза в сочетании с ежегодным внесением минеральных удобрений [3]. Почва болотно-подзолистая (дерново-подзолистая грунтово-оглееная) со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса - 1,86 – 2,0%, рН_{KCl} – 6,1-6,4; содержание подвижных фосфора - 56-75 мг/кг почвы, обменного калия – 46,5-58,2 мг/кг, мощность пахотного слоя – 27- 39 см.

Исследования проводили по следующей схеме:

- 1. ПФ – природный фитоценоз без подсева клеверо-тимофеечной смеси – контроль**
- 2. КФ – культурный фитоценоз с подсевом клеверо-тимофеечной смеси**
- 3. ПФ + N60 P60 K90**
- 4. КФ + N60 P60 K90**
- 5. ПФ + N60 P90 K120**
- 6. КФ + N60 P90 K120**

Площадь делянки 62,5 м² (12,5 × 5 м), повторность 4-кратная, общая площадь под опытом – 0,15 га. Нормы высева трав составили: для клевера красного – 8 кг/га, тимофеевки луговой – 4 кг/га.

Фосфорные, калийные и часть азотных удобрений вносили в период весеннего отрастания трав. Остальную часть азотных удобрений вносили после укоса трав.

Анализ почвенных образцов выполнены в лаборатории с использованием следующих методов: рН_{KCl} – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85); гидролитическая кислотность – по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91); сумма поглощенных оснований – по методу

Капшена (ГОСТ 27821-88); подвижные соединения фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650-2011). Учет урожая трав проведен при наступлении начала фазы цветения бобовых растений и колошения злаковых. Определение качества многолетних трав проведено с использованием расчетных методик [3]. Для экономической оценки изучаемых приемов учитывали затраты на семена, удобрения, выращивание, уборку и доработку продукции, товарный урожай оценивали в руб./ кг. Для объективной оценки изучаемых агроприемов их сравнивали с базовой технологией, применяемой на участках с маломощными торфяно-болотными почвами после срезки кустарника и мелкокося кусторезом, включающей операции: безотвальная обработка плугами и боронование; дискование в несколько следов; планировка; внесение удобрений; прикатывание; сев; скашивание [4]. Дозы внесения удобрений, продуктивность трав для базовой технологии приняты как в варианте «культурный фитоценоз N60P90K120».

Результаты и их обсуждение. Применение изучаемых приемов не оказало негативного влияния на показатели рН и суммы обменных оснований в корнеобитаемом слое почвы полевого участка. Содержание доступных растениям фосфора и калия в вариантах с применением минеральных удобрений возросло в среднем в 2-3 раза по сравнению с вариантами без удобрений. Прирост за пять лет исследований в вариантах без удобрений составил ~5 мг/кг подвижного фосфора и 10 мг/кг почвы обменного калия. При этом в удобренных вариантах повышение относительно исходного содержания доступных фосфора и калия составило 50-74 мг/кг и 87-118 мг/кг соответственно.

Применение прямого сева трав и туков оказало существенное влияние на урожай зеленой массы травостоя. За четыре года пользования трав их урожайность трав на фоне минеральных удобрений в сочетании с подсевом существенно превосходила контрольный вариант, а также вариант с подсевом без удобрений (табл. 1).

Таблица 1. Влияние подсева семян и минеральных удобрений на урожайность зеленой массы многолетних трав, т/га

Варианты	Годы пользования				В среднем	Сбор в среднем за четыре года, ц/га	
	2018	2019	2020	2021		к.е.	ПП*,
Природный фитоценоз							
Без удобрений (контроль)	0,34	0,65	7,8	2,4	2,8	5,6	1,8
N60H60K90	0,86	2,53	16,4	7,4	6,8	13,6	2,8
N60P90K120	1,0	3,85	21,9	8,0	8,7	17,3	3,6
Культурный фитоценоз							
Без удобрений	1,92	2,3	14,2	4,5	5,7	11,4	2,4
N60H60K90	2,46	5,01	27,6	13,5	12,1	24,3	5,1

N60P90K120	2,34	6,12	28,6	15,0	12,9	25,8	5,5
HCP ₀₅	0,4	1,3	2,7	3,0			
HCP ₀₅ (A)	0,1	0,8	1,9	2,2			
HCP ₀₅ (B)	0,3	0,9	1,6	1,8			

*Примечание: ПП – переваримый протеин

Наибольшая продуктивность трав отмечена при комбинированном применении агроприемов, что в среднем превосходило абсолютный контроль в 4,3-4,8 раза, применение только подсева позволило повысить продуктивность трав в 2 раза, применение только удобрений без подсева – в среднем 2,8-3 раза. Применение подсева и ежегодное внесение минеральных удобрений положительно повлияло на питательную ценность трав, содержание кормовых единиц и переваримого протеина в урожае трав с 1 га, при этом установлена аналогичная зависимость.

Оценка агроэкономической эффективности агроприемов за пятилетний период представлена в таблице 2.

Таблица 2. Агроэкономическая эффективность использования прямого сева и применения удобрений на выработанном торфянике при выращивании многолетних трав (в сумме за пять лет)

Вариант	Сбор к.е. ц/га	Стоимость продукции, руб./га	Себестоимость 100 к.е., руб.	Условно чистый доход, руб./га	Рентабельность производства, %	Окупаемость, к.е./1кг NPK
Природный фитоценоз						
Без удобрений	22,3	26748	1246	-	-	-
N60H60K90	54,4	65316	1107	5058	8,4	3,1
N60P90K120	69,4	83232	1002	13684	19,8	3,5
Культурный фитоценоз						
Без удобрений	45,8	54972	667	24405	79,8	-
N60H60K90	97,1	116568	647	53717	85,5	4,9 (7,1)*
N60P90K120	103,8	124572	697	52221	72,2	4,3 (6,0)*
Базовая технология						
-	103,8	1248572	849	36444	41,4	3,1

Примечание: * к абсолютному контролю

Сочетание удобрений с подсевом обеспечило наибольшие чистый доход — 24,4-53,7 тыс.руб./га и рентабельность — 72,2-85,5%, показатели окупаемости кормовой единицы 1 кг NPK, этот показатель возрос в 1,2-1,6 раза по сравнению с вариантами с природным фитоценозом.

Сочетание агроприемов способствовало снижению себестоимости 100 кормовых единиц в вариантах с культурным фитоценозом в среднем на 41% по сравнению с вариантами с природным фитоценозом и на 21% по сравнению с базовой технологией, а в варианте с подсевом без удобрений себестоимость продукции снизилась на 46% по сравнению с абсолютным контролем. Наибольшая окупаемость кормовой единицы 1 кг NPK также отмечена в

вариантах с культурным фитоценозом, этот показатель возрос в 1,2-1,6 раза по сравнению с природным фитоценозом.

Заключение. Сочетание использования агrobiологических приемов способствовало накоплению запасов подвижных соединений фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы, снизило риск деградации почвы выработанного торфяника.

Наиболее эффективно было комбинирование сочетание использования прямого сева семян трав с внесением минеральных удобрений в дозах N60P60K90 и N60P90K120. Так, сбор кормовых единиц на 1 га при применении только подсева возрос в 2 раза, по сравнению с контролем - в 4,4-4,7 раза, а по сравнению с вариантами без подсева - в 1,5-1,8 раза. Отмечено положительное влияние изучаемых приемов на качественные характеристики трав: сбор переваримого протеина, содержание обменной энергии. Анализ агроэкономической оценки показал, что сочетание использования прямого сева и удобрений за пять лет наблюдений было эффективно и способствовало снижению себестоимости 100 к.е./га в среднем на 41-46%; получению наибольшей прибыли, которая составила 24 – 53 тыс. руб./ га в ценах 2021 года.

Библиографический список:

1. Ковшова, В.Н. Экологические аспекты использования выработанных торфяников под луговыми фитоценозами / В.Н.Ковшова // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство/ ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса: сб. материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию основания Кировской луго-болотной опытной станции, Кировская ЛБС, выпуск 18(66), 2018. - С. 29-35.
2. Кутузова, А.А. Экономическая эффективность систем и усовершенствованных технологий производства объемистых кормов на сенокосах / А.А.Кутузова, Д.М.Тебердиев, А.В.Родионова, Н.В.Жезмер, Е.Е.Проворная, К.Н.Привалова, С.А Запывалов // Достижения науки и техники АПК. - 2019. - №6 (Т.33). - С. 44-50.
3. Анисимова, Т.Ю. Агроэкономическая и энергетическая оценка приемов выращивания многолетних трав на выработанном торфянике/ Т.Ю.Анисимова // Владимирский земледелец. - 2021. - №3. - С. 4-9. DOI:10.24412/2225-2584-2021-3-4-9.
4. Мееровский, А.С. Технологический регламент производства зеленого корма и сырья для заготовки кормов на улучшенных сенокосах/ А.С.Мееровский, Р.Т.Пастушок, А.Л.Бирюкович, О.С.Михайлова// Мелиорация. – 2021. - №1(95). – С. 31-37.

ASSESSMENT OF THE USE OF AGRICULTURAL TECHNIQUES TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF THE DEVELOPED PEAT BOG

Anisimova Tatiana Yuryevna. All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat – a branch unit of «Upper Volga Federal Agrarian Research Centre», e-mail: anistan2009@mail.ru

Annotation. The article presents the results of research in the field two-factor experiment on peat soils in 2017-2021. The analysis of the agroeconomical assessment showed that the combination of direct sowing and mineral fertilizers was effective and contributed to a significant increase in the yield of herbs, reducing the cost of production.

Keywords: developed peat bog, direct sowing, mineral fertilizers, perennial grasses, agroeconomical efficiency.

УДК 633.16 «321»: 631.8

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК РАСТЕНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА РАЗНЫХ ФОНАХ ОСНОВНОГО УДОБРЕНИЯ В ПОДЗОНЕ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Иванов В.М., д. с.-х. н., профессор кафедры земледелия ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет

Бородай Д.Д., аспирант кафедры земледелия ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье приведены результаты полевых исследований по оценке применения удобрений (ЖКУ Металлоцен и ЖМУ Гелиос) на неудобренном и удобренном ($N_{40}P_{40}K_{40}$) фонах. Обработка семян и вегетирующих растений трехкратно в фазы: кущения, выхода в трубку и колошения препаратами Металлоцен и Гелиос способствовали увеличению урожайности на 22,7% и 22,8% (неудобренный фон), и 18,6%, 24,6% (с внесением основного удобрения) соответственно.

Ключевые слова: яровой ячмень Волгоградский 12, хозяйственная урожайность, Металлоцен, Гелиос, обработка семян, некорневые подкормки.

Введение. Одной из целей Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы является обеспечение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции, полученной за счет применения семян новых отечественных сортов и племенной продукции (материала), технологий производства высококачественных кормов [1].

Производство высококачественных кормов должно удовлетворить собственные потребности страны.

Зерно злаковых культур – главный источник высокоэнергетических кормов растительного происхождения [3]. Основную долю кормового зерна занимают пшеница, ячмень и овес; при этом дефицит сырого протеина составляет 1,68 млн. т, т. е. 37% от нормы.

Ячмень - ведущая зернофуражная культура. Он является наиболее урожайной из яровых колосовых культур, и стабильно занимает значительные посевные площади. С учетом пестроты природно-климатических условий и недостаточной пластичности культивируемых сортов ярового ячменя, проблемы придания стабильности урожайности и повышения качества зерна остаются нерешёнными.

Высоких показателей агрономической и экономической эффективности при возделывании данной культуры можно добиться при научно-обоснованном применении минеральных удобрений [2,4,5].

Цель исследований. Усовершенствование системы питания ярового ячменя сорта Волгоградский 12 в сухостепной зоне светло-каштановых почв.

Материалы и методы. Для реализации поставленной цели на опытном поле УНПЦ «Горная Поляна» Волгоградского ГАУ был заложен методом расщепленной делянки трехфакторный опыт в трехкратной повторности, при систематическом размещении вариантов.

Фактор А - агрофон: А1- без внесения основного удобрения; А2- $N_{40}P_{40}K_{40}$. **Фактор В** – применение жидких комплексных (ЖКУ) и жидких минеральных удобрений (ЖМУ): В1- предпосевная обработка семян ЖКУ Металлоцен Универсал 1,5л/т + некорневая подкормка ЖКУ Металлоцен Сера + НРК 2л/га(С1...С6); В2- предпосевная обработка семян ЖМУ Гелиос Супер 2л/т + некорневая подкормка ЖМУ Гелиос Азот 3л/га (С7...С12). **Фактор С** - фаза развития ячменя при применении препаратов.

Опыт заложен в севообороте чёрный пар – озимая пшеница - яровой ячмень. Сорт ярового ячменя – Волгоградский 12, норма высева 3,5 млн. всхожих семян на 1 га. Обработка почвы отвальная на 0,23-0,25 м. Обработка семян и растений препаратами в период вегетации производилась ранцевым опрыскивателем. Учет хозяйственной урожайности зерна осуществлялся поделяночно, однофазным способом в фазу твердой спелости зерна.

Результаты и обсуждение. На величину формирующегося урожая оказывают влияние количество выпавших осадков за осенне-зимний период, в допосевной и послепосевной периоды, а также температурный режим в период вегетации культуры. За осенне-зимний период (сентябрь 2020 – февраль 2021 гг.) выпало 121 мм осадков, что было ниже среднемноголетней нормы за рассматриваемый период на 30 мм.

Осадки вегетационного периода оказывают большое влияние на продуктивность ярового ячменя. При этом важно, как количество, так и время выпадения осадков (рис.1, данные метеопоста «Горная Поляна» г. Волгоград)

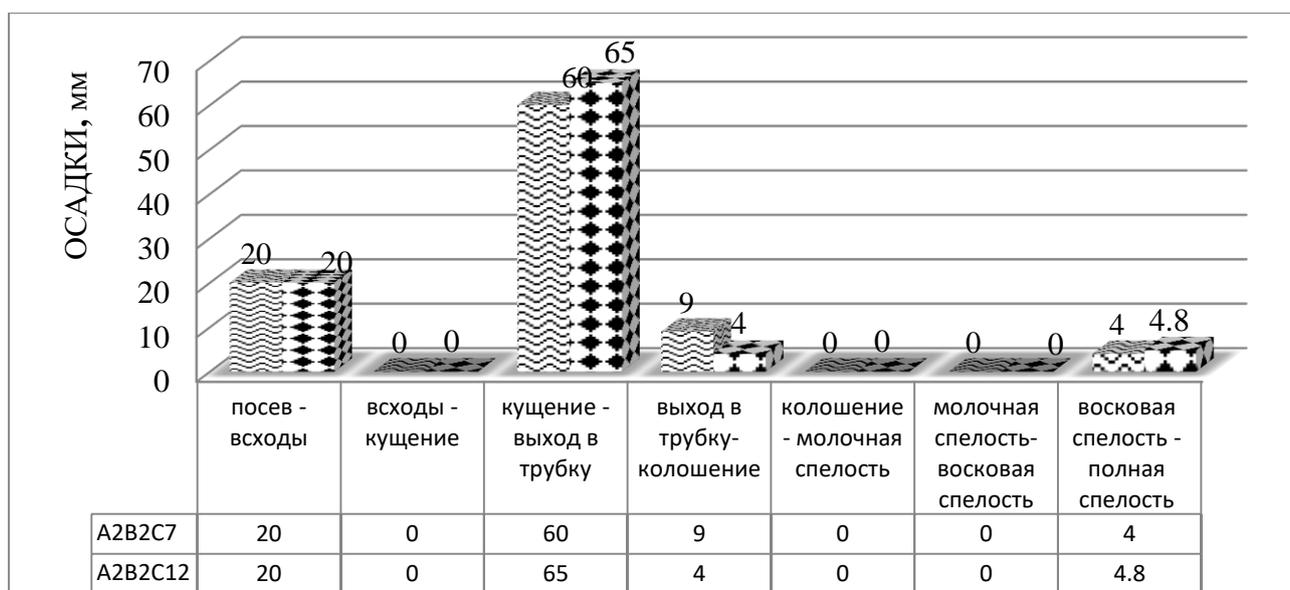


Рис. 1. Распределение осадков по межфазным периодам ярового ячменя в 2020 – 2021 гг., мм

Осадки по межфазным периодам распределялись следующим образом: посев – всходы – 20 мм, кущение - выход в трубку – 60 и 65 мм, выход в трубку – колошение – 9 и 4 мм, восковая спелость – полная спелость – 4 и 4,8 мм по вариантам соответственно. Повышенное количество осадков в межфазный период кущение - выход в трубку способствовало большему кущению ячменя и увеличению вегетативной массы. Всего выпало – 93мм, из них эффективные осадки (более 5мм) составили 50 мм. Гидротермический коэффициент за период составил 0,47, то есть рассматриваемый период характеризуется, как очень засушливый.

Урожайность зерна ярового ячменя зависела от обеспеченности влагой и элементами минерального питания. Так, обработка семян и трёхкратная подкормка растений ярового ячменя препаратами Металлоцен и Гелиос на фоне применения основного удобрения, обеспечили в течение вегетации более благоприятные условия для роста и развития растений (рис. 2).

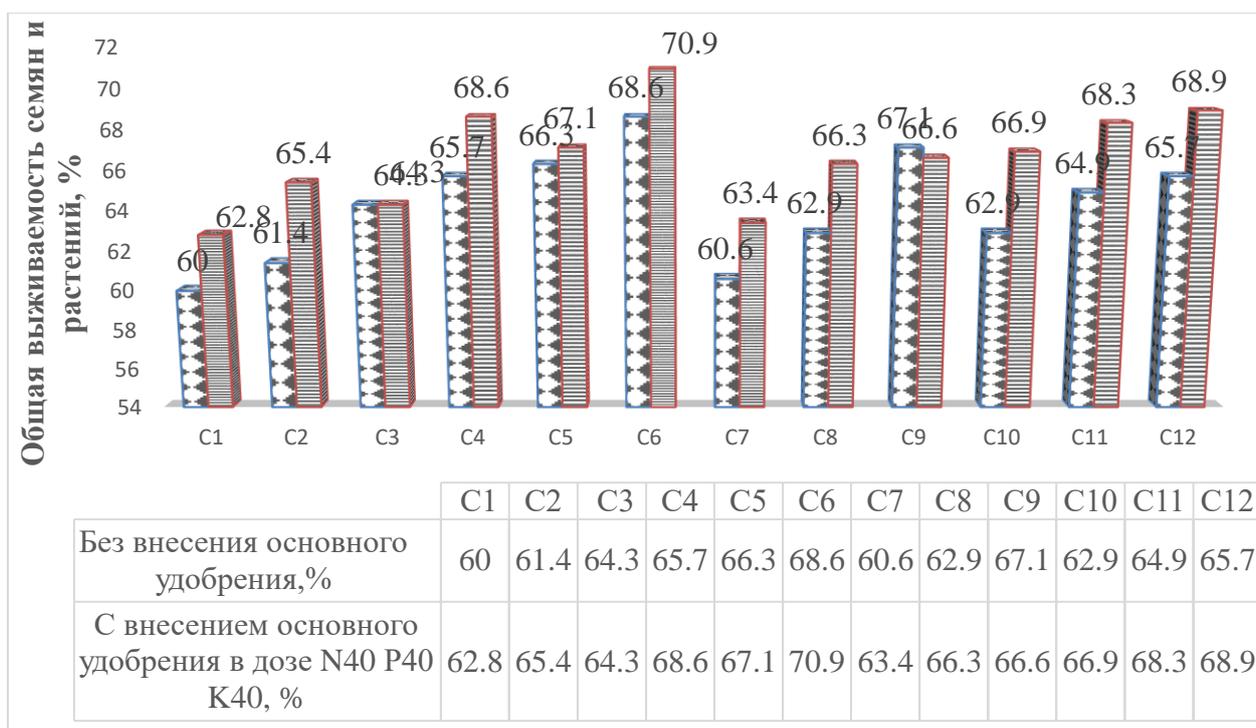


Рис. 2. Общая выживаемость семян и растений, %

Из представленных данных видно, что различия между лучшим вариантом «обработка семян + обработка в фазы: кущения, выхода в трубку и колошения препаратами группы «Металлоцен» и контролями по общей выживаемости семян и растений достигали на неудобренном фоне 8,6% и на удобренном - 8,1%. В среднем рассмотренные показатели были выше по удобренному фону на 2,4%.

При анализе хозяйственной урожайности ярового ячменя также была выявлена различная отзывчивость на внесение минеральных удобрений (табл. 1).

В среднем по всему набору вариантов, обработанных ЖКУ Металлоцен, прибавка урожая зерна составила 0,214 т/га, а обработки ЖМУ Гелиос обеспечили прибавку в размере 0,259 т/га. Она была максимальной на варианте с обработкой семян + в фазы: кущения, выхода в трубку и колошения (С12) удобрениями группы Гелиос по удобренному фону N₄₀ P₄₀ K₄₀ - 0,401 т/га. В то же время минимальную отзывчивость на основное минеральное питание, некорневые обработки и/или обработку семян показал вариант обработка семян (С2) препаратом Металлоцен - разница в урожайности больше значения НСР₀₅ и потому тоже существенна.

Влияние компостов на свойства почвы и урожайность хлопчатника изучался при их совместном применении с минеральными удобрениями. Результаты исследований показали, компосты при применении их на фоне минеральных удобрений привело к значительным изменениям агрохимических свойств почвы в положительную сторону, повышению количество и деятельность микроорганизмов.

Таблица 1. Урожайность ярового ячменя в зависимости от применения удобрений, т/га

Обработки (Фактор С)	Без внесения основного удобрения (Фактор А1)	Прибавка к контролю		С внесением основного удобрения в дозе N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (Фактор А2)	Прибавка к контролю	
		т/га	%		т/га	%
Обработка семян ЖКУ Металлоцен Универсал 1,5л/т + некорневая подкормка ЖКУ Металлоцен Сера + НРК 2л/га (Фактор В1)						
Контроль (без обработки) С1	1,428	-	-	1,606	-	-
Обработка семян С2	1,527	0,099	6,9	1,713	0,107	6,7
Обработка семян + в фазу кущения С3	1,628	0,200	14,0	1,798	0,192	12,0
Обработка семян+ в фазу выхода в трубку С4	1,647	0,219	15,3	1,823	0,217	13,5
Обработка семян+ в фазу колошения С5	1,682	0,254	17,8	1,831	0,225	14,0
Обработка семян + в фазы: кущения, выхода в трубку и колошения С6	1,752	0,324	22,7	1,905	0,299	18,6
Обработка семян ЖМУ Гелиос Супер 2л/т + некорневая подкормка ЖМУ Гелиос Азот 3л/га (Фактор В2)						
Контроль (без обработки) С7	1,444	-	-	1,627	-	-
Обработка семян С8	1,583	0,139	9,6	1,765	0,138	8,5
Обработка семян + в фазу кущения С9	1,690	0,246	17,0	1,877	0,250	15,4
Обработка семян+ в фазу выхода в трубку С10	1,703	0,259	18,4	1,890	0,263	16,2
Обработка семян+ в фазу колошения С11	1,720	0,276	19,1	1,917	0,293	17,8
Обработка семян + в фазы: кущения, выхода в трубку и колошения С12	1,773	0,329	22,8	2,028	0,401	24,6
Среднее по фактору А	А1 -1,631			А2-1,815		
Среднее по фактору В	А1В1-1,611 А2В1-1,779			А1В2 -1,652 А2В2-1,851		
Среднее по фактору С	С1-1,517; С2-1,620; С3-1,713; С4-1,735; С5-1,757; С6-1,829;			С7-1,536; С8-1,674; С9-1,784; С10-1,797; С11-1,818; С12-1,901.		

НСР₀₅ (А) – 0,01 т/га; НСР₀₅ (В) – 0,01 т/га; НСР₀₅ (С) – 0,02 т/га; НСР₀₅ (АС) – 0,03 т/га;
НСР₀₅ (АВ) – 0,03 т/га; НСР₀₅ (ВС) – 0,01 т/га; НСР₀₅ (АВС) – 0,01 т/га;

Наиболее эффективным оказался вариант с применением Гелиоса как на удобренном, так и неудобренном фонах с обработкой семян и в фазы: кущения, выхода в трубку и колошения.

Заключение. На фоне применения основного минерального удобрения изучаемые препараты усиливали эффект, и положительно влияли на структуру

и величину урожая. Так, обработка семян и вегетирующих растений ярового ячменя трехкратно (фазы: кущения, выхода в трубку и колошения) способствовала увеличению урожайности на 18,6% (Металлоцен) и 24,6% (Гелиос). В связи с этим, целесообразно рекомендовать применение на фоне $N_{40}P_{40}K_{40}$, обработанных семян с последующим трехкратным опрыскиванием посевов в фазы кущения, выхода в трубку и колошения.

Библиографический список:

1. Постановление Правительства РФ от 25.08.2017 № 996 (ред. от 03.09.2021) "Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы" // Собрание законодательства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. [Электронный ресурс] — <http://publication.pravo.gov.ru/>.

2. Голубь, С.В. Производство и повышение качества зерна ярового ячменя в условиях каштановых почв Волгоградской области: автореф. дис.канд. с.-х. наук: 06.01.09 / 36) Голубь С.В. – Саратов, 2009. – 23 с.

3. Косолапов, В. М. Кормопроизводство - стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности в России : теория и практика : научное издание / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова ; Российская акад. с.-х. наук, М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса РАСХН. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2009. - С. 129-138.

4. Санина Н. В., Глуховцев В. В. Особенности использования удобрений нового поколения в технологиях возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Среднего Поволжья //Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – №. 3. – С. 3-6.

5. Сычѳв В.Г., Шафран С.А. Влияние агрохимических свойств почв на эффективность минеральных удобрений.- М.: Изд. ВНИИА, 2012. – 200 с.

УДК: 631.464.

ЛУГОВЫХ И НОВООРОШАЕМЫХ СВЕТЛЫХ СЕРОЗЁМОВ, РАЗЛИЧНЫХ ПО АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАРООРОШАЕМЫХ СЕРОЗЁМНО-УРОВНЮ ПЛОДОРОДИЯ

Кузиев Ж.М., д. фил. по с/х н., с.н.с., зав. отд. агрохимии, Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент, E-mail-tmjahongir81@gmail.com,

Каримбердиева А.А., канд. с/х.н, с.н.с, вед. науч. сотр., Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент,

Жумаев Ш.Х., Аvezова Н.А.- докторанты, Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент,

Аннотация. В статье освещены результаты исследований по степени обеспеченности староорошаемых серозёмно-луговых и новоорошаемых светлых серозёмов, где выбраны пилотные участки с различным уровнем плодородия и запасы в них основных элементов питания.

Установлено, что изученные почвы обеднены гумусом и подвижными формами основных элементов питания - азотом, фосфором и калием, что вызывает необходимость разработки оптимальных норм внесения на них минеральных удобрений в целях повышения их плодородия и урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: орошаемые, почвы, гумус, подвижные, элементы питания, нормы удобрений, запасы.

Введение. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и повышение плодородия орошаемых почв республики невозможно без применения дифференцированных норм минеральных и органических удобрений, где обязательным является учёт почвенно-климатических условий каждого региона и вида возделываемых сельскохозяйственных культур.

Усиленный вынос элементов питания с урожаями возделываемых сельскохозяйственных культур, который почти не восполняется из-за нарушения баланса элементов питания в почвах и внесение удобрений осуществляется без учёта свойств и особенностей почв. Для этого, необходимо разработать систему вероятностно-статистических моделей для каждого поля в отдельности, что позволит учитывать в максимальной степени пространственную неоднородность [1].

Цель исследования- изучить обеспеченность почв выбранных пилотных участков гумусом и основными элементами питания-подвижными азотом, фосфором и обменным калием с целью разработки годовых оптимальных норм внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры.

Материалы и методы. Объекты исследований; староорошаемые серозёмно-луговые почвы и новоорошаемые светлые серозёмы. Плодородие почв оценено по 100-бальной системе, принятой в Республике [4].

Полевые и лабораторные исследования проведены по общепринятым руководствам [2,3]

Результаты и их обсуждение. Староорошаемые серозёмно-луговые почвы, (Сырдарьинская область, Мирзаабадский район, массив «Дехканобод», АО «Бек кластер»), здесь выбраны пилотные участки, различающиеся по уровню плодородия: высокоплодородные -57 баллов, среднеплодородные-41-47 баллов и низкоплодородные-37баллов.

Староорошаемые серозёмно-луговые почвы, среднесуглинистые, с 83 см-тяжелосуглинистые, слабозасолённые. Почвы высокоплодородного пилотного участка среднеобеспечены гумусом: в верхних горизонтах разрезов содержится от 1,088 до 1,214%, вниз, по профилю почв, количество гумуса уменьшается и в почвообразующей породе оно снижается почти в 3 раза и составляет 0,398-0,492%. Содержание валового азота зависит от количества гумуса и здесь отмечена такая же закономерность, как и по гумусу: в верхних горизонтах валового азота содержится от 0,079% до 0,089%, а в почвообразующей породе – 0,039-0,051%. Отношение углерода к азоту по профилю почв колеблется от 5,1 до 8,9.

Почвы низкообеспечены валовым фосфором: в пахотном горизонте содержится 0,109-0,124% и снижается к породе в пределах 0,061-0,069%. Валового калия в верхних горизонтах- 1,15-1,24% и здесь наблюдается тенденция снижения его количества вниз по профилю почв.

Почвы очень обеднены нитратной формой азота и фосфором: в верхних горизонтах содержится, соответственно, 19,8-28,4 мг/кг и 12,9-14,7 мг/кг и эти почвы относятся и градации очень низкообеспеченных подвижными формами этих элементов. Верхние горизонты почв по содержанию обменного калия входят в градацию среднеобеспеченных, вниз по профилю почв количество его уменьшается до 117-182 мг/кг.

Пилотные участки со средним плодородием оцениваются в 41-47 баллов, почвы слабозасолённые, в верхней части профиля среднесуглинистые, с 53 см – тяжелосуглинистые. Почвы контуров различаются между собой по содержанию гумуса и элементов питания. Содержание гумуса в почвах контура 408 среднее: в верхнем горизонте – 1,024-1,123%, в контуре 432 содержание его значительно меньше – 0,745-0,825%. В нижних горизонтах содержание гумуса резко снижается почти в 2 раза. Такая зависимость установлена и по содержанию валового азота. Соотношение C:N колеблется по профилю почв контуров от 6,5 до 9,4.

Содержание валового фосфора невысокое по профилям почв обеих контуров и колеблется от 0,079% до 0,098% в пахотных горизонтах, в нижележащих горизонтах- в пределах 0,051-0,057%. Валового калия также меньше в почвах контура обеих контуров. По содержанию подвижных форм элементов питания-нитратов, подвижного фосфора и обменного калия,

староорошаемые серозёмно-луговые почвы относятся к недостаточно обеспеченными этими элементами.

Пилотные участки с низким плодородием расположены на территории АО «Бек кластер». Эти почвы среднесуглинистые в верхних горизонтах, начиная с 74 см утяжеляются, по засолению относятся к слабозасолённым. Верхние горизонты почв характеризуются низким содержанием гумуса – 0,793-0,893%, валового азота – 0,066-0,074%, валового фосфора – 0,099-0,117%, валового калия – 0,76-0,85% и снижается количество этих элементов вниз по профилю почв. Соотношение C:N колеблется в пахотных горизонтах от 6,5 до 8,0 и снижается в породе в пределах 6,4-6,5. Как и предыдущие почвы пилотных участков, почвы очень обеднены подвижными формами азота, фосфора и калия, и они относятся к градации очень низкообеспеченных этими элементами питания.

Новоорошаемые светлые серозёмы. (Джизакская область, Арнасайский район, массив «Фергана», фермерское хозяйство «Иктисодчи Асадбек»).

Почвы выбранного высокоплодородного пилотного участка оценены в 53 балла. По механическому составу они, в основном, легкосуглинистые, слабозасолённые.

Почвы низкообеспечены гумусом: в верхних горизонтах содержится от 0,741 до 0,930%, валового азота в пределах-0,054-0,084%, валового фосфора – 0,091-0,195%, а калия – 0,86-1,36%. Наблюдается закономерность уменьшения их содержания в нижележащих горизонтах почв.

Изученные почвы характеризуются низкими и очень низкими показателями содержания подвижных форм азота, фосфора и калия. В пахотных горизонтах почв иногда встречается среднее содержание обменного калия (200-300 мг/кг).

Пилотный участок со средним плодородием почв оценён в 47 баллов. (Массив «Ильёсов Ибрагим»).

Новоорошаемые светлые серозёмы, легкосуглинистые, нижние горизонты, с 86 см – супесчаные, незасолённые. Почвы характеризуются низким содержанием гумуса – в пределах 0,693-0,746%. Валового азота – 0,060-0,072%, валового фосфора также мало – 0,116-0,124%, а количество валового калия колеблется от 1,05% до 1,21%. В нижних горизонтах почв содержание валовых форм этих элементов снижается. Соотношение C:N по профилю почв колеблется в пределах 4,5-6,5.

Новоорошаемые светлые серозёмы очень обеднены подвижными формами азота, фосфора и калия и относятся они к группе очень низкообеспеченных этими элементами: нитратов – 3,1-14,8 мг/кг, фосфора – 5,8-14,3 мг/кг, обменного калия 74,0-174,0 мг/кг.

Пилотный участок с низким уровнем плодородия оценён в 35 баллов. (фермерское хозяйство «Коракумгон пахтакорлари»). Почвы легкосуглинистые и суглинистые, очень сильнозасолённые. По сравнению с предыдущими изученными почвами, эти почвы очень сильно обеднены элементами питания.

Результатами анализов установлено, что почвы пилотного участка низкообеспечены гумусом, где содержание его составляет – 0,569-0,691%, валовым азотом – 0,55-0,063%, валовым фосфором – 0,098-0,115%, количество валового калия находится в пределах 0,99-1,19%. Соотношение С:N колеблется от 5,0 до 7,9. Изученные почвы по содержанию в них подвижных форм элементов питания – нитратами, фосфором и обменного калия входят в группу очень низкообеспеченных ими.

Заключение. На основе полученных данных по содержанию подвижных форм элементов питания в почвах пилотных участков, составлена точная карта каждого контура поля с указанием их характеристик и фермер имеет возможность более рационально распределять минеральные ресурсы для повышения продуктивности почв там, где не вносились минеральные удобрения или вносились в недостаточном количестве. Обеднение изученных почв пилотных участков подвижными формами азота, фосфора и калия требует проведения на них современных агрохимических мероприятий по обогащению их элементами питания на основе современных систем применения удобрений под возделываемые в республике сельскохозяйственные культуры.

Библиографический список.

1. Якушев В.П. Точное земледелие: теория и практика. Санкт-Петербург. 2016. 363 с.
2. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. –Ташкент.СоюзНИХИ, 1963, -187 с.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Издательство Московского университета, - Москва. 1970. – 490 с.
4. Методическое руководство по бонитировке орошаемых почв Республики Узбекистан. Ташкент

AGROCHEMICAL PROPERTIES OF OLD IRRIGATED SIEROZEM-MEADOW FRESHLY IRRIGATED LIGHT SIEROZEMS, DIFFERENT IN TERMS OF FERTILITY

Kuziev J.M., PhD in agricultural sciences, senior researcher, Research institute of Soil science and Agrochemistry, Tashkent, E-mail-mmjahongir81@gmail.com

Karimberdieva A.A., Candidate of agricultural sciences, senior researcher, Tashkent, Research institute of Soil science and Agrochemistry

Jumaev Sh.X., Avezova N.A. doctoral students, Research institute of Soil science and Agrochemistry, Tashkent

Annotation. *The article highlights the results of studies on the degree of availability of old-irrigated sierozem-meadow and newly-irrigated light sierozems, where pilot plots with different levels of fertility and reserves of basic nutrients were selected. It has been established that the studied soils are depleted in humus and mobile forms of the main nutrients - nitrogen, phosphorus and potassium, which necessitates the development of optimal rates for applying mineral fertilizers to them in order to increase their fertility and the yield of cultivated crops.*

Key words: irrigated, soils, humus, mobile, nutrients, fertilizer rates, reserves.

УДК 631.582:633.16 (470.44/47)

РОЛЬ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Зеленев Александр Васильевич, д. с.-х. н., профессор кафедры земледелия и агрохимии, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» E-mail: Zeleney.A@bk.ru

Зеленева Ирина Петровна, старший преподаватель кафедры менеджмента и логистики в АПК, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» E-mail: i.zeleneva@mail.ru

Семинченко Елена Валерьевна, н. с. лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства ФГБНУ «ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН» E-mail: seminchenko-e@vfanc.ru

Аннотация: В статье приводится сравнительная оценка предшественников и приемов биологизации при выращивании ярового ячменя в Нижнем Поволжье. Наибольшая урожайность этой культуры обеспечивалась в зернопаровом пятипольном по нуту и зернопаротравянопропашном семипольном по сорго сидеральных севооборотах, соответственно, 1,48 и 1,46 т/га.

Ключевые слова: Предшественник, прием биологизации, органическое вещество, урожайность, яровой ячмень.

Введение. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства является одной из главных задач человечества. Активное использование минеральных удобрений и пестицидов в растениеводстве привело к применению интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур. Антропогенная нагрузка на почвы Нижнего Поволжья возросла, эффективность земледелия снизилась, остро стоит проблема загрязнения окружающей среды и выращиваемой продукции [1, 2].

Для устранения этих негативных последствий сельскохозяйственное производство в Волгоградской области должно быть биологически обоснованным, чтобы создать замкнутый цикл органического вещества в полевых севооборотах; производить чистую, высококачественную продукцию; уменьшить загрязнение окружающей среды химикатами; экономить невозобновляемые энергетические и сырьевые ресурсы [3].

Солома, как прием биологизации, также является эффективным элементом для увеличения содержания органического вещества в почве. При урожайности зерновых 2,5 т/га в почву можно внести примерно столько же или даже больше соломы [4].

Целью исследования было изучение предшественников и приемов биологизации для пополнения пахотного слоя почвы органическим веществом за счет пожнивных, корневых остатков и соломы ярового ячменя и повышения урожайности этой культуры.

Материалы и методы. Изучение предшественников и приемов биологизации ярового ячменя в специализированных полевых севооборотах проводилось в стационарном полевом опыте Федерального научного центра агроэкологии Российской академии наук в 2018-2020 годах. Почва опытного участка светло-каштановая, тяжелосуглинистая. Реакция почвенного раствора слабощелочная, pH-8,1 в пахотном слое, содержание гумуса 1,74-2,0 %, общего азота и фосфора 0,12 и 0,11 % соответственно. Содержание легкогидролизуемого азота низкое – 3,2-4,0 мг, подвижного фосфора среднее – 1,7-3,0 мг и обменного калия высокое – 30-40 мг/100 г почвы. Повторность в эксперименте трехкратная. Размещение вариантов случайное. Общая площадь опытной делянки составляет 900 м². Сумма осадков за 2017-2018, 2018-2019 и 2019-2020 сельскохозяйственные годы составила 391,0 мм, 388,3 мм и 271,5 мм соответственно против среднемноголетнего значения 339,2 мм. Корневые и пожнивные остатки учитывали после уборки ярового ячменя в слое почвы 0-30 см методом монолита по Н.З. Станкову в восьми повторностях. Хозяйственную урожайность определяли с помощью сплошной комбайновой уборки поделяночно. Далее ее приводили к стандартной 14 % влажности и 100 % чистоте.

В эксперименте изучали предшественники и приемы биологизации технологий выращивания ярового ячменя в полевых специализированных зернопаровых, зернопаротравяных и зернопаротравянопропашных четырех-, пяти- и семипольных сидеральных севооборотах:

- 1) *Пар чистый – озимая пшеница – нут – яровой ячмень (контроль);*
- 2) *Пар занятый (донник на сидерат) – озимая пшеница (солома) – нут (солома) – яровой ячмень (солома) – горчица (солома) + донник;*
- 3) *Пар занятый (овес на сидерат) – озимая пшеница (солома) – горчица (солома) – нут (солома) – сафлор (солома) – яровой ячмень (солома) – эспарцет (выводное поле);*
- 4) *Пар занятый (фацелия на сидерат) – озимая пшеница (солома) – яровая пшеница (солома) – нут (солома) – сорго на зерно (солома) – яровой ячмень (солома) – люцерна (выводное поле).*

Технология возделывания ярового ячменя была общепринятой в исследуемом районе. В первом контрольном зернопаровом четырехпольном севообороте, где ячменю предшествовал нут, солома которого была убрана с поля, в почву в качестве органического вещества поступали только стерня и корневые остатки. Во втором зернопаровом пятипольном, третьем зернопаротравяном и четвертом зернопаротравянопропашном семипольных сидеральных биологизированных севооборотах, где ячменю предшествовала зернобобовая культура нут, масличная – сафлор и пропашная – зерновое сорго соответственно, кроме стерни и корневых остатков этих культур в почву была

запахана их солома. После уборки нута, сафлора, сорго и перед дискованием их соломы тяжелой бороной БДТ-3 на глубину 8-10 см вносили аммиачную селитру из расчета 10 кг д. в. на 1 т. Глубокая основная обработка почвы состояла из чизелевания на 30-32 см с оборачиванием поверхностного слоя на глубину 0,20-0,22 м орудием ОЧО-5-40 и многофункциональными рабочими органами модульного типа «РАНЧО» (отвал и широкое долото). Яровой ячмень сорта Медикум 139 высевали со стандартной нормой высева 3,5 млн. штук всхожих семян на 1 га обычным рядовым способом посева при температуре 2-3 °С весной зерновой сеялкой Дон-114 на глубину 6-8 см, которая способна работать по традиционной, минимальной и нулевой технологиям обработки почвы.

Результаты и их обсуждение. Предшественники и приемы биологизации повлияли на развитие растений ярового ячменя и внесение органического вещества в почву с соломой, пожнивными и корневыми остатками этой культуры (табл. 1).

Таблица 1. Баланс органического вещества ярового ячменя в зависимости от предшественников и приемов биологизации, т/га (среднее за 2018-2020 гг.)

№ варианта	Предшественник, прием биологизации	Органическое вещество			Баланс, ±
		Накопилось	Отчуждено	Поступило в почву	
1(к)	Нут (пожнивно-корневые остатки)	3,57	2,64	0,93	-1,71
2	Нут (пожнивно-корневые остатки, солома)	4,56	1,48	3,08	+1,60
3	Сафлор (пожнивно-корневые остатки, солома)	4,19	1,32	2,87	+1,55
4	Сорго (пожнивно-корневые остатки, солома)	4,72	1,46	3,26	+1,80

Из данных таблицы 1 видно, что наибольшее количество органического вещества поступило в пахотный слой почвы с растительными остатками ярового ячменя при возделывании его в зернопаротравянопропашном сидеральном семипольном севообороте по зерновому сорго, пожнивно-корневые остатки и солома которого были запаханы в почву – 3,26 т/га, что выше контрольного варианта, где эта культура возделывалась по нуту, солома которого была отчуждена с поля, а в почву возвращены только пожнивно-корневые остатки, на 2,33 т/га. При размещении ячменя в зернопаровом пятипольном и зернопаротравяном семипольном сидеральных севооборотах по нуту и сафлору, когда на поле оставались пожнивно-корневые остатки и солома, в почву поступило 3,08 и 2,87 т/га органического вещества соответственно, что выше контроля на 2,15 и 1,94 т/га.

Во всех вариантах, кроме контрольного, был достигнут положительный баланс органического вещества. Самый высокий он сформировался при возделывании ярового ячменя в зернопаротравянопропашном сидеральном семипольном севообороте по зерновому сорго, солома, пожнивные и корневые

остатки которого были возвращены в почву – +1,80 т/га. Высокий баланс был обеспечен при выращивании ячменя в зернопаровом пятипольном по нуту и зернопаротравяном семипольном по сафлору сидеральных севооборотах с заделкой пожнивно-корневых остатков и соломы в почву, баланс органического вещества составил +1,60 и +1,55 т/га, соответственно.

Ранее проведенные исследования показали, что органическая технология возделывания ярового ячменя способствовала повышению урожайности на фоне минерального питания на 0,45 т/га по сравнению с контролем и на 0,89 т/га по сравнению с контролем на фоне органического питания [5].

Данные по хозяйственной урожайности ярового ячменя в зависимости от различных предшественников и приемов биологизации представлены в табл. 2.

Таблица 2. Хозяйственная урожайность ярового ячменя в зависимости от предшественников и приемов биологизации, т/га

№ варианта	Предшественник, прием биологизации	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средняя
1(к)	Нут (пожнивно-корневые остатки)	0,97	0,18	2,27	1,14
2	Нут (пожнивно-корневые остатки, солома)	1,07	0,22	3,15	1,48
3	Сафлор (пожнивно-корневые остатки, солома)	1,06	0,24	2,66	1,32
4	Сорго (пожнивно-корневые остатки, солома)	1,13	0,27	2,97	1,46
НСР ₀₅		0,03	0,04	0,03	0,08

Из таблицы 2 видно, что самая высокая хозяйственная урожайность ярового ячменя была получена в 2020 году – 2,27-3,15 т/га, а самая низкая в 2019 году – 0,18-0,27 т/га. В среднем за три года исследований наибольшая урожайность ячменя наблюдалась при возделывании в зернопаровом пятипольном по нуту и зернопаротравянопропашном семипольном по сорго на зерно сидеральных севооборотах, где пожнивно-корневые остатки и солома были запаханы в почву, соответственно, 1,48 и 1,46 т/га, что на 0,34 и 0,32 т/га или на 29,8 и 28,1 % выше, чем в контрольном варианте. Вариант, где сафлор был предшественником ячменя, солома и пожнивно-корневые остатки которого также поступали в почву, превысил контроль по урожайности на 0,18 т/га или 15,8 %. В контроле, где ячменю предшествовал нут, солома которого была собрана с поля, урожайность составила 1,14 т/га. Во всех вариантах увеличение урожайности было достоверным, математически доказанным.

Заключение.

В сухостепной зоне подзоне каштановых и светло-каштановых почв Нижнего Поволжья для стабилизации плодородия почвы и увеличения производства зерна ярового ячменя необходимо размещать эту культуру в полевых зернопаровом пятипольном и зернопаротравянопропашном семипольном сидеральных севооборотах по нуту и зерновому сорго, пожнивно-корневые остатки и солома которых заделывалась в пахотный слой почвы. В результате внедрения этих приемов биологизации в хозяйствах региона будет достигнут положительный баланс органического вещества в почве и в 1,3 раза повысится урожайность ячменя.

Библиографический список

1. Беленков, А. И. Совершенствование полевых севооборотов в Нижнем Поволжье [Текст] / А. И. Беленков, А. В. Зеленева, Р. Х. Уришев, Е. В. Семинченко // Фундаментальные и прикладные основы сохранения плодородия почвы и получения экологически безопасной продукции растениеводства: материалы Всероссийской науч.-практ. конференции с Международным участием / ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – Ульяновск, 2017. – С. 88-94.
2. Зеленева, А. В. Экономическая эффективность возделывания зерновых культур и биологизированные севообороты в Нижнем Поволжье [Текст] / А. В. Зеленева, И. П. Зеленева, Е. В. Семинченко // Фермер. Поволжье. – 2017. – № 1 (54). – С. 50-55.
3. Рябцева, Н. А. Аспекты органической системы земледелия [Текст] / Н. А. Рябцева, А. В. Жидкова // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: материалы VI Всероссийской (национальной) научной конференции с Международным участием / ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ. – Новосибирск, 2021. – С. 177-180.
4. Сорокин, И. Б. Влияние многолетнего внесения соломы и зеленого удобрения на урожайность зерновых культур в зернопаровом севообороте [Текст] / И. Б. Сорокин, Н. Ю. Николаева, Е. А. Валетова, Ю. В. Чудинова // Вестник Новосибирского ГАУ. – 2021. – № 3 (60). – С. 65-72.
5. Ващенко, В. В. Эффективность внедрения органической технологии выращивания ячменя ярового в условиях техногенной нагрузки Донбасса [Текст] / В. В. Ващенко, А. А. Винюков, О. Б. Бондаренко // SCI-ARTICLE.RU. – 2015. – № 26. – С. 123-129.

THE ROLE OF PRECURSORS AND BIOLOGISATION METHODS IN SPRING BARLEY CULTIVATION IN THE LOWER VOLGA REGION

*Zelenev Alexander Vasilyevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Department of Farming and Agrochemistry, Volgograd State Agrarian University
E-mail: Zelenev.A@bk.ru*

*Zeleneva Irina Petrovna, Senior Lecturer, Department of Management and Logistics
in Agribusiness, Volgograd State Agrarian University E-mail: i.zeleneva@mail.ru*

*Seminchenko Elena Valeriyevna, Researcher at the Laboratory of Breeding, Seed
Production and Nursery Production of the Federal State Research Centre for
Agroecology, Complex Reclamation and Protective Afforestation of the Russian
Academy of Sciences E-mail: seminchenko-e@vfanc.ru*

Abstract: *The paper presents a comparative assessment of predecessors and biologicalisation techniques in spring barley cultivation in the Lower Volga region. The highest yield of this crop was achieved in the grain-fallow five-field chickpea and grain-fallow-grass-row seven-field sorghum crop rotations, respectively, 1.48 and 1.46 t/ha.*

Keywords: *Predecessor, biologicalisation technique, organic matter, yield, spring barley.*

**ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ АГРОПОЧВ
ПОЙМЫ РЕКИ АЛЕЙ ПУТЕМ ЗАТОПЛЕНИЯ
ТАЛЫМИ ВОДАМИ ИЗ ГИЛЕВСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

*Макарычев Сергей Владимирович, профессор кафедры
геодезии, физики и инженерных сооружений, доктор биол.
наук, профессор. ФГОУ ВО РФ Алтайский
государственный аграрный университет», E-mail:
Maakarychev1949@mail.ru*

***Аннотация.** Гидромелиорация является одним из основных средств роста продуктивности растениеводства. Наши исследования позволили оценить влияние Гилевского водохранилища на режим затопления поймы р. Алей и, тем самым, на повышение плодородия сенокосных угодий. Объемы попусков для этого ограничиваются величиной водопотребления луговой растительностью,*

***Ключевые слова:** водные ресурсы, пойменные земли, речной сток, обводнение, попуски, регулирование.*

Введение. Проблемы современного сельскохозяйственного производства необходимо решать посредством рационального использования почвенных и водных ресурсов [1, 2]. При этом весьма актуально научное обоснование способов мелиоративного воздействия на увеличение плодородия деградированных или не используемых земель. Оно позволяет обеспечивать повышение плодородия почвенного покрова и способствует созданию эффективных агроландшафтов. Продуктивность пойменных земель р. Алей напрямую зависит от их обводненности во время половодья за счет весенних попусков из Гилевского водохранилища.

Цель исследования – выявление особенностей почвенных типов и их использование в сельскохозяйственном производстве при затоплении речной поймы

Объекты и методы Объектом исследований явился почвенный покров поймы р. Алей Алтайского края, ежегодно орошаемый весной попусками воды

из Гилевского водохранилища в течение 2007-2010 годов. При этом использованы общепринятые в почвоведении методы.

Результаты исследований. Внутригодовое распределение гидроресурсов р. Алей, накопленных в водохранилище в связи с весенним затоплением пойменных земель является предметом проведенных исследований. При этом имеет место комплексное решение рационального использования почвенных и водных ресурсов в условиях интенсивного сельхозпроизводства.

Регулировать речной сток из водохранилища необходимо для увеличения водоносности реки, если она не закрывает потребности, а также для предотвращения паводков, которые угрожают наводнением. При этом возникает необходимость предвидеть особенности эксплуатации водохозяйственного комплекса, а именно расход воды, колебания его уровней в водохранилище и напора [3].

Общая площадь пойменных земель в бассейне р. Алей – 120 тыс. га. Большая часть поймы занята сенокосами и пастбищами, пашней, а также лесом, кустарниками и болотами. Почвенный покров подразделяется на почвы верхней, средней и нижней поймы. Их использование определяется обводненностью, состоянием и степени засоления. Незатапливаемые почвы сформированы в верхней и средней части речной долины. Грунтовые воды здесь отмечаются на глубине 3-5 метров, что требует поверхностного дополнительного увлажнения почвы для повышения ее продуктивности. Нерегулярно затапливаемые земли расположены по берегам озер, болот стариц. Все эти почвы нуждаются в регулировании водного режима или в обводнительно-осушительных мелиорациях. Они располагаются, чаще всего, в устьях реки. В течение большей части вегетации являются переувлажненными.

Исследование земельного фонда бассейна р. Алей указывает на то, что почвы речных террас дифференцированы по свойствам, плодородию и нуждаются в особом подходе к использованию. На низинных надпойменных террасах имеет место осолонцевание почв. В этих условиях луговые солонцы занимают 50-60% всей площади, а остальная часть принадлежит солонцам черноземного типа. Когда содержание солей в верхнем слое составляет (92-120) т/га, а рН около 10, то эти почвы крайне неблагоприятны для луговой растительности.

По степени затопления пойменные земли можно подразделить на 3 группы: пойменные земли верхней, средней и нижней поймы. Степень сельскохозяйственного использования этих земель зависит от обводненности, состояния почвенного покрова и степени засоленности пойменных земель (табл. 1).

Регулирование стока приводит к изменению базиса эрозионности реки, увеличению стока грунтовых вод, снижению параметров солевого и водного режимов. Условия высоких террас обуславливают переход на лугово-степной режим влагосодержания. В этом случае солонцам принадлежит только

12-22% площади, поэтому преобладающими становятся лугово-чернозёмные почвы различной солонцеватости. Улучшаются все физические и химические свойства почвенного покрова, повышается уровень их плодородия.

Таблица 1. Степень обводнённости пойменных угодий

Степень обводнённости	Общая площадь, тыс. га	В том числе по угодьям, тыс. га					
		пашня	сенокосы	пастбища	леса и кустарники	болота	прочие
Незатапливаемые	631,1	51,2	159,5	157,3	207,2	23,5	32,4
Периодически затапливаемые	58,1	6,0	22,7	24,1	1,7	0,4	2,3
Постоянно затапливаемые	134,6	0,1	7,7	3,3	8,4	108,2	6,9
Итого	823,8	58,2	189,9	184,7	217,3	132,1	41,6

Почвы высоких террас используются в сельскохозяйственном производстве, а низких целесообразно отводить под сенокосы и пастбища. Эти почвы приурочены к хорошо дренированным ландшафтам. Они характеризуются легким гранулометрическим составом и занимают плоские или слабоволнистые территории Приобья, а также пологие слаборасчлененные склоны. Почвенный покров здесь представлен черноземными, каштановыми, и реже серыми лесными и дерново-подзолистыми почвами, которые образуют в бассейне реки Алей крупные не засоленные массивы.

Черноземы выщелоченные расположены на волнистой равнине при залегании пресных грунтовых вод на глубине от 5 до 15 метров. Гранулометрический состав суглинистый, реже супесчаный. Количество гумуса в верхнем горизонте составляет 4,0-5,5%. Реакция почвенного раствора в профиле колеблется от нейтральной до слабощелочной (6,5-8,0).

Содержание обменного натрия в пахотном слое не превышает 2,5%, что свидетельствует об отсутствии солонцеватости. Количество подвижных форм фосфора в гумусовом горизонте достигает 12 мг на 100 г почвы. *Каштановые почвы* расположены на предгорных равнинах Алтая при залегании грунтовых вод на глубинах от 3 до 10 м.

Лугово-черноземные почвы сформированы при высоком расположении грунтовых вод (до 3 м) с минерализацией до 0,7 г/дм³. Почвы слабо гумусированы, вскипают в среднем на глубине 64 см, легкосуглинистые, содержание гумуса не выше 3%, а его запасы в пахотном слое равны 80 т/га. Реакция раствора по профилю нейтральная (рН = 7,5). Количество подвижного фосфора в слое 0-30 см 14,0 мг на 100 г, а обеспеченность составляет 508 кг/га. Почвы не засолены.

Луговато-черноземные засоленные почвы приурочены лоцинообразным понижениям при глубине пресных гидрокарбонатных кальциевых грунтовых вод на глубине 3-5 м. Почвообразующие породы суглинистые, мощность

гумусового горизонта до 50 см, а его содержание достигает только 3,1-4,5% при запасах 100-140 т/га. Поглощенного натрия нет. Реакция почвенного раствора колеблется в пределах $pH=7,0-8,0$. *Луговато-черноземные глубокозасоленные почвы* имеют содовый и сульфатно-содовый тип засоления, а его степень варьирует от слабой до средней. Засоление начинается с глубины 75 см.

Лугово-черноземная солончаковатая малогумусная почва представлена средним суглинком при залегании пресных гидрокарбонатных кальциевых грунтовых вод на глубине менее 3 метров. Мощность гумусового слоя равна 45 см. Вскипание отмечено с поверхности. Оглеение появляется на глубине больше 1,5 м. Почвы среднесуглинистые, малогумусные. Обеспеченность фосфором средняя или высокая. Реакция почвенного раствора нейтральная, иногда в гор. В щелочная. Слабое засоление содового типа отмечено на глубине 60-100 см.

Нами был изучен земельный фонд части речной долины с лиманным орошением. Он состоит из *луговой солончаковой среднесуглинистой среднесуглинистой тяжелосуглинистой почвы*, сформированной под разнотравной растительностью. В профиле отмечены растворимые соли. *Аллювиально-луговые почвы* расположены на высокой террасе, тяжелосуглинистые, солонцеватые, намытый слой отсутствует. *Аллювиально-лугово-болотные почвы* сформированы в понижениях под лугово-болотной флорой. Грунтовые воды обнаружены на глубине 0,7-1,0 м. Почвы суглинистые, почвообразующими породами являются пески. *Солончак луговой среднесуглинистый* под галофитной растительностью имеет гумусовый горизонт тёмно-серого цвета, увлажнённый, плотный. На поверхности выцветы солей. *Солонец луговой солончаковый мелкий тяжелосуглинистый* с намытым слоем разной толщины. Глубже расположен погребённый гумусовый горизонт мощностью 6-10 см чёрного цвета, плотный, в нем встречаются выцветы солей и корни растений.

Флора поймы характеризуется видовым разнообразием. К ним относится *луг разнотравно-злаковый*, который используется как сенокос. Он покрыт травянистой растительностью на 90% и представлен злаками в виде пырея ползучего, мятлика лугового, костёра безостого, типчака, тонконога, шелковицы. Разнотравье состоит из лапчатки, клубники, тысячелистника, кровохлебки, подмаренника. Продуктивность травостоя составляет 0,3-0,4 т/га. *Полынно-разнотравно-злаковый луг* используют в качестве выгона. Он расположен на аллювиальных луговых солончаковатых почвах. Покрытие травянистой растительностью составляет 70%.

Гидромелиорация является одним из основных средств повышения продуктивности сельскохозяйственного производства [3]. В сочетании с агротехническими приемами прибавка урожайности при орошении весьма велика. Следует отметить, что строительство участков для регулярного орошения возможно только при вложении огромных финансовых средств.

Использование же водных ресурсов из Гилевского водохранилища в виде весенних попусков снижает эти затраты, особенно при затоплении части поймы для обводнения сенокосов. Так, по данным администрации Рубцовского района

Алтайского края общая площадь мелиорируемых пойменных земель составила в 2007 г. 4500 га, а сенокосов и пастбищ 2730 и 1770 га соответственно. При этом количество валовой продукции оказалась равно 3796 тысяч кормовых единиц (табл. 2).

Урожайность пойменных трав в виде сена на богаре по данным исследований не более 0,5-0,7 т/га, а при лиманном орошении 1,5-1,7 т/га. Масса валовой продукции при переводе сена и зеленой массы на кормовые единицы равна 3795,6 т. к. ед. при переводном коэффициенте, соответствующем для сена 0,45 и 0,18 для зелёной массы.

**Таблица 2. Урожайность сенокосов и пастбищ в 2007 г.
(Рубцовский район)**

Угодья	га	Урожайность, т/га		Валовой сбор, т		Годовой объем, т. к. ед.	
		сено	зеленая масса	сено	зеленая масса	сено	зеленая масса
Лиманное орошение							
Сенокос	2730	1,73		4722,9		2125,3	
Паст-ще	1770		5,1		9027,0		1670,3
Богара							
Сенокос	2730	0,5		1365,0		614,2	
Паст-ще	1770		1,47		2601,9		469,3

В результате экономическая эффективность от затопления поймы весенними паводковыми водами и созданием заторов льда в русле р. Алей оценивалась 18 миллионами рублей в ценах 2010 года, а в современных ценах в 3-4 раза больше.

Выводы

1. Оптимальный вариант весеннего паводкового попуска заключается в совмещении его пика с максимальным боковым притоком воды реки и ручьев в нижнюю часть водохранилища. Объемы попусков для затопления пойменных земель ограничиваются величиной водопотребления луговой растительностью, произрастающей в долине реки.

2. Почвы пойменных угодий района представлены большим разнообразием разностей аллювиального типа при характерном участии засоления. Земельный фонд части речной долины с лиманным орошением состоит из луговой солончаковой почвы, покрытой разнотравной растительностью; аллювиально-луговой, расположенной на высокой террасе, и аллювиально-лугово-болотной, сформированной в понижениях под лугово-болотной флорой. Кроме того, имеет место солончак луговой под галофитной растительностью и солонец с намытым слоем, под которым лежит погребённый гумусовый горизонт.

4. Гидромелиорация является одним из основных средств повышения продуктивности сельскохозяйственного производства. В сочетании с

агротехническими приемами прибавка урожайности сена в сухой массе при обводнении поймы р. Алей весьма велика и составляет при лиманном орошении 1,7, а на богаре только 0,5 т/га.

Библиографический список

1. Мешков В. В. Гилевское водохранилище и его роль в обводнении поймы р. Алей / В. В. Мешков, С. В. Макарычев. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. - 131 с.

2. Заносова В. И. Экологические аспекты сельскохозяйственного водопользования в Алтайском крае / В. И. Заносова, С. В. Макарычев, Н. И. Алешина. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – С. 386 с.

3. Макарычев С. В. Режимы весеннего половодья р. Алей, обусловленные попусками из Гилёвского водохранилища /С. В. Макарычев, В. В. Мешков, А. А. Томаровский // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. - №2(100). – С. 32-36.

INCREASING THE FERTILITY OF THE AGRO-SOILS OF THE FLOODPLAIN OF THE ALEY RIVER BY FLOODING WITH MELTWATER FROM THE GILEVSKY RESERVOIR OF THE ALTAI TERRITORY

Makarychev Sergey Vladimirovich, Professor of the Department of Geodesy, physics and Engineering Structures, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Federal State Educational Institution of the Russian Federation Altai State Agrarian University", E-mail: Makarychev1949@mail.ru

***Annotation.** Hydro-reclamation is one of the main means of increasing crop production productivity. Our research allowed us to assess the impact of the Gilevsky reservoir on the flooding regime of the floodplain of the Aley River and, thereby, on increasing the fertility of hayfields. The volume of releases for this purpose is limited by the amount of water consumption by meadow vegetation,*

***Keywords:** water resources, floodplain lands, river runoff, flooding, releases, regulation.*

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЗАСОРЕННОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ПОДЗОНЕ ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Медведев Геннадий Андреевич, доктор с.х.н., профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет E-mail: medwedevga@yandex.ru

Михальков Денис Евгеньевич., кандидат с.х.н., доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет E-mail: denis.mih@bk.ru

Екатеринычева Наталья Геннадьевна, кандидат э.н., доцент кафедры истории и права ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет E-mail: nataeka@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты двухлетних наблюдений за ростом и развитием подсолнечника в трех системах возделывания: Классическая, Clearfield и Express Sun на фоне двух систем основной обработки почвы в подзоне южных черноземов Волгоградской области. Из способов основной обработки почвы на южных черноземах наиболее эффективной оказалась чизельная в системе Clearfield.

Ключевые слова – основная обработка почвы, урожайность, экономическая эффективность, инновационные системы, гибриды.

Введение. Ежегодно в Волгоградской области подсолнечник занимает более 700 тыс. гектар. Однако его урожайность, как по годам, так и по районам сильно колеблется и в среднем по области остается ещё довольно низкой. Даже в довольно благоприятном по погодным условиям 2018 году рентабельность производства подсолнечник, как в России, так и в Волгоградской области не превышала 35% [1]. Поэтому, поиск путей повышения урожайности основной масличной культуры области, задача вполне актуальная и своевременная. Этому и посвящены наши исследования.

Цель исследований заключалась в выявлении роли основной обработки почвы на засоренность посевов и урожайность подсолнечника в различных системах возделывания.

Материалы и методы. Двухфакторный полевой опыт закладывали в Еланском районе Волгоградской области в 2020 и 2021 годах. Закладка опытов и все необходимые наблюдения и исследования проводились по методике полевого опыта Б.А. Доспехов (1985). Полевой опыт включал в себя три системы возделывания подсолнечника. Фактор А: 1.Классическая (гибрид Алькантара +гербицид Харнес) контроль. 2. Система Clearfield –(гибрид ЕС-

Новомис.+ гербицид Евролайтинг). 3. Система Express Sun – (гибрид ЕС-Аркадия СУ + гербицид Экспресс), Фактор В - способы основной обработки почвы: 1. Отвальная вспашка плугом ПСКУ - 5-60 на глубину 0,22-0,25м контроль. 2. Чизельная обработка ПЧН- 2,3 на глубину 0,22-0,25м. Учетная площадь делянки 250м², предшественник озимая пшеница. Повторность в опыте трехкратная.

Результаты и их обсуждение. В Волгоградской области лимитирующим фактором в получении высоких урожаев подсолнечника является влага. Многие исследователи указывают, что на величину его урожайности существенное влияние оказывают запасы влаги, сформированные в осенне-зимний период, и количество осадков выпавших за период вегетации [2,3,5]. Это подтвердилось и в нашем опыте. Следует отметить, что весенние запасы влаги в 2021 году были значительно выше, чем в 2020. На отвальной вспашке это преимущество составляло 44,3 мм, а на чизельной обработке - 45,2 мм. Осадков за вегетацию подсолнечника в 2021 году выпало в 2,6 раза больше, чем в предыдущем. Самый высокий показатель суммарного водопотребления был отмечен в 2021 году в системе Clearfield на чизельной обработке почвы -342,9 мм, а самый низкий в классической системе в 2020 году на отвальной вспашке -165,2 мм. Различный уровень влагообеспеченности по годам естественно сказался и на засоренности посевов подсолнечника (табл.1).

Данные таблицы 1 показывают, что все системы возделывания подсолнечника, взятые на изучение, хорошо справляются с сорной растительностью. До обработки посевов гербицидами число сорняков в более влажном 2021 году было значительно больше, чем в сухом 2020 году. В последующие фазы развития подсолнечника число сорняков резко сократилось и не превышало экономический порог вредоносности. Однако при классической системе возделывания подсолнечника число сорняков к моменту созревания в 2020 году было в 4-6 раз, а в 2021 году в 2-3 раза больше, чем при инновационных системах возделывания.

Таблица 1. Засоренность посевов подсолнечника по вариантам опыта

	Обработка почвы	Число сорняков в 2020г,шт.			Число сорняков в 2021г,шт.		
		вторая пара листьев	цветение	созревание	вторая пара листьев	цветение	созревание
Контроль	отвальная	33	7	8	38	9	12
	чизельная	35	10	12	42	11	15
Clearfield	отвальная	33	3	2	38	4	4
	чизельная	35	4	2	42	6	5
Express Sun	отвальная	33	3	3	38	6	5
	чизельная	35	5	3	42	6	6

И хотя на всех вариантах опыта было не очень много, все же это отразилось на урожайности гибридов подсолнечника (табл. 2).

Из данных таблицы 2 видно, что более высокие показатели урожайности были зафиксированы в 2021 году. Урожайность гибридов подсолнечника в

2020 году по вариантам опыта колебалась от 1,72 до 2,20 т/га, то в 2021 году эти показатели были значительно выше и варьировали от 2,22 до 2,84 т/га. В среднем за два года по урожайности преимущество оказалось на стороне системы Clearfield.

Таблица 2. Урожайность гибридов подсолнечника в различных системах возделывания

Система возделывания	Обработка почвы	Урожайность, т/га		
		2020 г.	2021г.	средняя
Классическая (контроль)	отвальная	1,72	2,22	1,97
	чизельная	1,81	2,30	2,06
Clearfield	отвальная	2,01	2,73	2,37
	чизельная	2,20	2,84	2,52
Express Sun	отвальная	1,80	2,42	2,11
	чизельная	1,90	2,51	2,21

2020 г.- НСР₀₅ – А-0,10, В- 0,06, АВ- 0,07.

2021г.- НСР₀₅ – А-0,11, В- 0,07, АВ- 0,08.

Здесь урожайность по вариантам опыта изменялась от 2,37 до 2,52 т/га, тогда как в системе Express Sun урожайность колебалась от 2,11 до 2,21т/га., а на контроле от 1,97 до 2,06 т/га. Самая высокая урожайность в среднем за годы наблюдений была получена в системе Clearfield на чизельной обработке почвы - 2,52т/га. Самая низкая урожайность была получена в классической системе возделывания подсолнечника при проведении отвальной вспашки – 1,97 т/га.

Как российские, так и зарубежные ученые отмечают заметное влияние основной обработки почвы на продуктивность подсолнечника [4,5]. Поскольку затраты на основную обработку почвы по вариантам заметно отличаются, то это естественно отразилось на экономических показателях.

Следует отметить, что в системе Clearfield. Были получены самые высокие экономические показатели. Здесь, в среднем за два года была отмечена наименьшая себестоимость одной тонны семян, наибольшая расчетная прибыль на тонну и наибольшая рентабельность производства. При возделывании подсолнечника по классической системе все экономические показатели были самыми низкими. Система возделывания Express Sun по всем показателям занимала промежуточное положение. Наиболее экономически выгодной основной обработкой почвы, во всех системах возделывания, оказалась чизельная. В системе возделывания подсолнечника Clearfield рентабельность на чизельной обработке составила 588,0%, а на отвальной вспашке только 513,3%, что на 74,7% ниже. В системе возделывания подсолнечника Express Sun все экономические показатели были заметно выше, чем на контроле, но несколько уступали системе Clearfield.

Заключение. На основании проведенных исследований можно заключить, что в подзоне южных черноземов Волгоградской области, при возделывании подсолнечника необходимо отдавать предпочтение инновационной системе Clearfield и применять чизельную основную

обработку почвы на 0,22-0,25м. Это позволит стабильно получать более 2,5 т/га маслосемян подсолнечника и повысить рентабельность производства этой масличной культуры до 588,0 %.

Библиографический список

1. Глущенко, М. А. Агробиологические особенности и продуктивность сортов и гибридов подсолнечника в зависимости от приемов возделывания на южных черноземах Волгоградской области [Текст]: автореф. дис... канд. с.-х. наук / Глущенко Михаил Анатольевич. Волгоград. 2012. 20 с.

2. Тимошенко Г.З. Способы основной обработки почвы в севообороте и урожайность подсолнечника / Тимошенко Г.З.// Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. № 3. С. 163.

3. Гришичкин А.Н. Способы основной обработки почвы и эффективность применения гербицидов при выращивании подсолнечника в Нижнем Поволжье [Текст]/ А.Н.Гришичкин // Аграрный вестник Урала. 2012. № 8 (100). С. 6-7.

4. Плескачев Ю.Н. Полевые севообороты, обработка почвы и борьба с сорной растительностью в Нижнем Поволжье [Текст]/ Ю.Н. Плескачев, А.А. Холод, К.В. Шиянов.-М.:Изд-во «Вестник РАСХН». 2012. 357 с.

5. Тишков Н.М. Засоренность посевов масличных культур при различных способах основной обработки почвы в севообороте. [Текст] / Н.М.Тишков // Масличные культуры: Науч.-тех.бюлл. ВНИИМК. 2012. Вып.1 (150). С. 100-106.

THE INFLUENCE OF BASIC TILLAGE ON THE CONTAMINATION AND YIELD OF SUNFLOWER IN THE SUBZONE OF SOUTHERN CHERNOZEMS OF THE VOLGOGRAD REGION

Medvedev Gennady Andreevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Plant Breeding, Breeding and Seed Production, Volgograd State Agrarian University.

Mikhalkov Denis Evgenievich., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Breeding, Breeding and Seed Production, Volgograd State Agrarian University.

Ekaterinicheva Natalia Gennadievna, Candidate of Economics, Associate Professor of the Department of History and Political Science, Volgograd State Agrarian University.

Annotation. The article presents the results of two-year observations of the growth and development of sunflower in three cultivation systems: Classical, Clearfield and Express Sun against the background of two systems of basic tillage in the subzone of the southern chernozems of the Volgograd region. Of the methods of basic tillage in the southern chernozems, chisel in the Clearfield system turned out to be the most effective.

Keywords: *basic tillage, productivity, economic efficiency, innovative systems, hybrids.*

ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Самофалова Ираида Алексеевна, к.с.-х. н., доцент кафедры почвоведения, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова», e-mail: samofalovairaida@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассмотрено влияние ОСВ, как нетрадиционных органических удобрений, на агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы в условиях Нечерноземной зоны. Внесение ОСВ положительно влияет на плотность, структурно-агрегатный состав и водопрочность частиц, улучшает водно-воздушный режим почвы. Установлено, что внесение ОСВ в дозе 40 т/га оказывает эффект тот же, что и внесение навоза в дозе 40 т/га.*

***Ключевые слова:** органические удобрения, дерново-подзолистая почва, гранулометрический состав, агрофизические свойства, полевой опыт.*

Введение. Одна из главных экологических проблем существования и развития городов – утилизация хозяйственно-бытовых сточных вод [4]. Использование осадков сточных вод (ОСВ) в промышленных объемах в России не выше 7% от их общего количества, в то же время во многих других государствах в качестве удобрений их применяют до 40% [11]. В настоящее время 90% осадков городских сточных вод в России вывозятся на иловые площадки [5]. Существуют разнообразные способы утилизации ОСВ: сжигание, захоронение на полигонах, сброс в моря и др. [5, 7].

Основная масса ОСВ используется в виде органического удобрения или как компонент при производстве компостов и органоминеральных удобрений [3, 10]. Ряд исследователей считают, что накопление тяжелых металлов-экотоксикантов в сельскохозяйственной продукции при использовании ОСВ не превышает ПДК [1, 2, 4, 8, 9, 12]. Другие считают, что ОСВ следует использовать в качестве удобрения земель только при выращивании растений непродовольственного назначения (газоны, цветники, питомники и др.) [13].

Осадки сточных вод и компосты на их основе оказывают многостороннее положительное действие на почвенное плодородие и урожай различных культур [1, 2, 6, 8, 9, 12, 13]. Основной земельный фонд Нечерноземной зоны составляют дерново-подзолистые почвы, нуждающиеся в органических удобрениях [14]. Оценка эффективности органических и органоминеральных удобрений, производимых из осадков городских сточных вод, проводится на различных сельскохозяйственных культурах на региональном уровне с учетом почвенно-климатических условий [1-3, 12, 13].

В Пермском крае изучением влияния осадков сточных вод на свойства дерново-подзолистых почв и урожайность культур занимались сотрудники Пермского НИИСХ [5, 6]. В Перми на биологических очистных сооружениях ежедневно образуется около 400 тонн (влажностью 80%) ОСВ. В связи с этим актуальна проблема утилизации отходов коммунально-бытового хозяйства. Одним из направлений утилизации ОСВ является их использование в качестве нетрадиционных органических удобрений.

Цель исследований: изучить влияние осадков сточных вод на агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы.

Объекты и методы. Объектом исследования является дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая почва в длительном стационарном опыте, заложенном в 1976 году (Пермский НИИСХ), с некоторыми изменениями в схеме опыта в последующие годы (ответственный исполнитель опыта к.б.н., М.Т. Васбиева). Влияние ОСВ изучается при систематическом внесении 1 раз в ротацию севооборота в дозе 40 т/га в чистом пару в I-V ротациях севооборота (1976-2013 г.г.) и в последствии на двух фонах: без применения минеральных удобрений и с $N_{60}P_{60}K_{60}$. Эффективность действия ОСВ 40 т/га сравнивали с эквивалентной дозой навоза 40 т/га. Схема опыта (изучаемые варианты): контроль; контроль + $N_{60}P_{60}K_{60}$; навоз 40 т/га; навоз 40 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$; ОСВ 40 т/га; ОСВ 40 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$; ОСВ(П) 40 т/га (П – изучается в последствии с 1986 г); ОСВ(П) 40 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$. Размещение делянок систематическое, повторность в опыте – трехкратная. Размещение делянок (9,5*5 м) систематическое, повторность в опыте трехкратная, площадь делянки – 47,5 м². Учетная площадь – 28 м² (8*3,5 м). Общая площадь под опытом – 0,076 га. Количество делянок к учету – 16. Наблюдения проводили в севопольном севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница с подсевом клевера, клевер 1 г.п., клевер 2 г.п., ячмень, овес.

Использовали ОСВ, предоставленные очистными сооружениями г. Перми. Агрохимические показатели ОСВ и валовое содержание тяжелых металлов в ОСВ, применяемых в качестве органических удобрений, соответствуют требованиям ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. ОСВ применяли после выдержки на иловых площадках не менее 3 лет, в результате чего, согласно СанПиН 2.1.7.573-96, происходит их обеззараживание и они соответствуют требуемым микробиологическим и паразитологическим показателям.

Характеристика почвы опытного участка: дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 2,2 %, P_2O_5 – 154, K_2O – 170 мг/кг, рН_{сол} 4,8, гидролитической кислотностью 3,7, суммой поглощенных оснований 18,1 мг-экв/100г, степенью насыщенности основаниями 83%.

Для изучения влияния ОСВ на агрофизические свойства почвы в 2014 г. на двух несмежных повторностях в чистом пару были отобраны почвенные образцы с глубины 0-20 и 20-40 см по вариантам опыта, которые проанализированы общепринятыми методами: гранулометрический состав почв методом пипетки; плотность почвы и плотность твердой фазы почвы буровым

методом; общая пористость по Н.А. Качинскому; агрегатный состав почвы по методу И.И. Саввинова.

Результаты исследования и обсуждение. Почва опытного участка относится к тяжелосуглинистой и глинистой разновидностям. На варианте без применения органических удобрений (ОУ) почва является глинистой за счет высокого содержания илистой фракции в слое 0-20 см и 20-40 см. На вариантах с органическими удобрениями (без фона минеральных) содержание песчаной фракции несколько больше на 5-10% в обоих слоях, а крупнопылевой фракции увеличилось с 0,34% до 0,9-1,2% в слое 0-20см и уменьшилось с 1,9-1,1% в слое 20-40см. При внесении ОСВ содержание пылевой фракции по сравнению с контролем увеличилось в 2 раза: с 4,5% до 8,1% в слое 0-20см и с 3,4% до 7,7% в слое 20-40см. Таким образом, внесение навоза и ОСВ однонаправленно повлияло на изменение содержания илистой фракции (<0,001мм): отмечается тенденция снижения в слое 0-20см с 47 % на контроле до 36-38 % на вариантах опыта, а в слое 20-40см с 48 % на контроле до 35-38% на вариантах опыта. Итак, внесение органических удобрений способствует перераспределению элементарных почвенных частиц в гранулометрическом составе почв.

Внесение навоза и ОСВ без применения минеральных удобрений увеличило содержание структурных агрегатов размером 3-2, 2-1, 0,5-0,25 мм. Применение навоза и ОСВ на фоне минеральных удобрений способствовало повышению содержания водопрочных агрегатов за счет увеличения содержания структурных отдельностей размером 0,5-0,25 мм, но при этом отмечается также повышение содержания распыленной части водопрочных агрегатов.

Внесение органических удобрений, как традиционных (навоз), так и нетрадиционных (ОСВ), улучшило оструктуренность почвы с 51% на контроле до 54% и 56% на вариантах с навозом и ОСВ соответственно (табл.). В целом, структурное состояние почвы опытного участка можно охарактеризовать как хорошее, что доказывает коэффициент структурности: более 1,0 на контроле и более 1,5 на вариантах удобрений.

Применение ОСВ на дерново-подзолистой почве на 30% увеличило содержание агрономически ценных агрегатов по сравнению с контролем и на 7% по сравнению с почвой, где применялся навоз в той же дозе. Содержание водопрочных агрегатов была значительно выше на варианте с ОСВ по сравнению с контролем – содержание агрегатов размером 0,25-10 мм составило 61,3% и 43,7% соответственно, и в целом характеризует водоустойчивость агрегатов как хорошую. Рассмотренный критерий водопрочности агрегатов (критерий АФИ) характеризует водопрочность как хорошую.

Внесение органических и минеральных удобрений влияет на плотность сложения почвы. При внесении навоза и ОСВ без использования минеральных удобрений почва разрыхляется, и плотность становится меньше, чем на контроле. Совместное использование органических и минеральных удобрений приводит к уплотнению пахотного слоя на всех вариантах опыта на 6,5-25%, от исходной на контроле.

Внесение органических и минеральных удобрений влияет на плотность сложения почвы. При внесении навоза и ОСВ без использования минеральных удобрений почва разрыхляется, и плотность становится меньше, чем на контроле. Совместное использование органических и минеральных удобрений приводит к уплотнению пахотного слоя на всех вариантах опыта на 6,5-25%, от исходной на контроле.

Таблица 1. Агрофизические свойства почвы (в слое 0-20см)

	Содержание агрегатов 0,25-10 мм, %		Кст	А, %	Плотность сложения, г/см ³	Общая пористость, %
	структурных	водопрочных				
Контроль	51,4	43,7	1,0	120,8	1,02	59,3
Контроль + фон	61,0	49,1	1,5	109,4	1,12	56,6
Навоз 40 т/га	56,5	54,6	1,3	139,5	1,08	60,0
Навоз 40 т/га + фон	56,1	55,7	1,3	135,7	1,15	53,0
ОСВ 40 т/га	54,1	61,3	1,2	177,0	1,05	61,9
ОСВ 40 т/га + фон	56,1	61,8	1,3	162,9	1,20	48,8
ОСВ(П) 40 т/га	52,3	60,9	1,1	144,7	1,35	49,0
ОСВ(П) 40 т/га + фон	50,0	60,2	1,0	148,4	1,35	46,0

Примечание: Кст – коэффициент структурности; А – критерий водопрочности (критерий АФИ), %

Внесение органических и минеральных удобрений влияет на плотность сложения почвы. При внесении навоза и ОСВ без использования минеральных удобрений почва разрыхляется, и плотность становится меньше, чем на контроле. Совместное использование органических и минеральных удобрений приводит к уплотнению пахотного слоя на всех вариантах опыта на 6,5-25%, от исходной на контроле.

Общая пористость показывает обеспеченность порами, в которых может задерживаться влага и воздух. Максимальная пористость отличается на вариантах с применением ОСВ 40 т/га (61,9%) и навоза (60,0%). Внесение ОУ на фоне минеральных удобрений приводит к снижению пористости почвы.

Выводы

1. Почвенная утилизация ОСВ обеспечила воспроизводство агрофизических свойств дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы. Внесение ОУ оказывает влияние на агрофизические свойства, изменяя соотношения элементарных почвенных частиц в гранулометрическом составе.
2. Структурное состояние почвы при внесении органических удобрений (навоза, ОСВ) улучшается за счет лучшей агрегированности как структурных (навоз 40 т/га), так и водопрочных агрегатов (ОСВ 40 т/га на фоне с минеральными удобрениями и без фона). При внесении навоза и ОСВ без использования минеральных удобрений почва характеризуется большей пористостью, то есть менее уплотнена и меньше будет подвержена заплыванию и образованию корки.
3. Применение органических удобрений в комплексе с минеральными способствует некоторому уплотнению почвы в слое 0-20 см, и как следствие, к снижению пористости. Внесение ОСВ в дозе 40 т/га оказывает эффект тот же, что и внесение навоза в дозе 40 т/га.

Библиографический список

1. Байбеков, Р.Ф. Агроэкологическая оценка действия органических и органоминеральных удобрений в полевом севообороте / Р.Ф. Байбеков, Г.Е. Мерзлая, О.А. Власова // Земледелие. 2016. №7. С. 16-19.
2. Байбеков, Р.Ф. Использование органических отходов для удобрения агроценозов / Р.Ф. Байбеков, Г.Е. Мерзлая, О.А. Власова // Земледелие. №2. 2015. С. 34-36.
3. Байбеков, Р.Ф. Изучение удобрений на основе осадков сточных вод / Р.Ф. Байбеков, Г.Е. Мерзлая, О.А. Власова, А.Н. Налиухин // Агрехимический вестник. 2013. № 6. С. 28-30.
4. Березнёв, А.П. Эффективность применения различных доз осадков сточных вод под многолетние травы используемых при озеленении городских территорий / А.П. Березнёв, А.П. Томин, Н.А. Сидельников // Земледелие. 2018. № 3. С. 31-33. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10307.
5. Васбиева, М.Т. Эколого-токсикологическая оценка утилизации осадков сточных вод в качестве удобрения / М.Т. Васбиева // Гигиена и санитария. 2015. № 94(5): 16-19.
6. Васбиева, М.Т. Эффективность применения осадков сточных вод на дерново-подзолистой почве Предуралья / М.Т. Васбиева, Д.С. Зиновьев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 5 (36). С. 37-42.
7. Гаврилов, М.М. Выбор оптимального и актуального для сельского хозяйства метода переработки осадков сточных вод / М.М. Гаврилов, А.А. Пименов, П.Е. Красников // Природообустройство. 2017. № 5. С. 63-69.
8. Грехова, И.В. Применение осадка сточных вод в составе грунтов / И.В. Грехова, В.Ю. Грехова, А.А. Михайловская, Н.Ю. Приветкина // Вестник Кемеровского государственного университета. 2015. № 1 (61). Т. 2. С. 16-19.
9. Жигарева, Ю.В. Оценка эффективности применения осадков сточных вод при возделывании картофеля / Ю.В. Жигарева // Вестник АГУ. Выпуск 1 (216) 2018. С. 117-122.
10. Касатиков, В.А. Использование осадков городских сточных вод / В.А. Касатиков // Агрехимический вестник. 2013. № 4. С. 44- 46.
11. Макарова, М.П. Влияние органоминеральных удобрений на основе ОСВ и цеолита на продуктивность агроценоза ярового рапса / М.П. Макарова, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2013. N 3 (19). С. 109–112.
12. Хабарова, Т.В. Агроэкологическая эффективность использования осадка сточных вод и вермикомпостов в агроценозе овса посевного / Т.В. Хабарова, Д.В. Виноградов, Б.И. Кочуров, В.И. Левин, Н.В. Бышов // Юг России: экология, развитие. 2018. Т.13, N2. С.132-143. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-2-132-143.

13. Чеботарев, Н.Т. Агроэкологическая оценка применения осадков сточных вод в качестве удобрений сельскохозяйственных культур / Н.Т. Чеботарев, Н.Д. Найдёнов, А.А. Юдин // Наука. Мысль. 2016. № 1-2. С.
14. Ямалтдинова, В.Р. Влияние систем удобрений на урожайность культур полевого севооборота и содержание гумуса в дерново-подзолистой почве / В.Р. Ямалтдинова, Н.М. Мудрых, И.А. Самофалова // Вестник Башкирского ГАУ. 2016. № 1 (37). С. 21-25.

INFLUENCE OF WASTEWATER SEDIMENTS ON THE AGROPHYSICAL PROPERTIES OF SODDY-PODZOL SOIL

Samofalova Iraida Alekseevna, Department of Soil Science, Faculty of Soil Science, Agrochemistry, Ecology and Commodity Science (Perm State Agro-Technological University), e-mail: samofalovairaida@mail.ru

***Annotation.** The article considers the influence of WWS, as non-traditional organic fertilizers, on the agrophysical properties of soddy-podzolic soil in the Non-Chernozem Zone. The introduction of WWS has a positive effect on the density, structural-aggregate composition and water resistance of particles, improves the water-air regime of the soil. It has been established that the application of WWS at a dose of 40 t/ha has the same effect as the application of manure at a dose of 40 t/ha.*

***Key words:** organic fertilizers, soddy-podzolic soil, granulometric composition, agrophysical properties, field experience.*

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОД ОВЕС С ПОДСЕВОМ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЯ

Зинченко Сергей Иванович, д.с.-х.н., ведущий научный сотрудник отдела агрофизики почвы ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», E-mail: zinchenkosergei@mail.ru

Мазиров Михаил Арнольдович, д.б.н., профессор кафедры земледелия и методики опытного дела РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Григорьев Александр Арсентьевич, к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник отдела агрофизики почвы ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

Аннотация: Изучено влияние приемов основной обработки под ячмень с подсевом многолетних трав (клевер+тимофеевка) в зернотравяном севообороте на плотность сложения серой лесной слабоподзолистой среднесуглинистой почвы. Исследования проводились в длительном стационарном опыте, заложенном в 1986 году в ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ». Урожайность овса на изучаемых вариантах формировалась при плотности сложения серой лесной почвы в слое 0-30 см в интервале от 1,35 до 1,48 г/см³. Этот интервал, вероятно, является оптимальным для формирования урожая овса с подсевом многолетних трав, при равновесной плотности сложения в этот период на залежи - 1,48-1,50 г/см³.

Ключевые слова: приемы основной обработки почвы, серая лесная почва, овес с подсевом многолетних трав, клевер, тимофеевка, плотность сложения, урожайность.

Введение. Важным показателем физического состояния пахотного слоя является ее плотность сложения, которая в значительной степени регулируется обработкой. Обработывая почву, мы изменяем её плотность, чтобы сформировать оптимальные показатели сложения для произрастания культурных растений, что в свою очередь оказывает влияние на водный, воздушный, тепловой режимы и, в конечном итоге, на биологическую активность пахотного слоя [1, 2]. При этом важно не ухудшить свойства обрабатываемой почвы, сформировав излишне рыхлый пахотный слой, что обычно приводит к снижению плодородия и дополнительным энергетическим затратам на возделывание культур [3,4,5].

Обобщая имеющиеся данные по плотности сложения серых лесных тяжелосуглинистых почв А.И. Пупонин (2010) пришел к выводу, что

оптимальная величина плотности для зерновых культур составляет 1,15-1,25 г/см³, при этом равновесная плотность находится на уровне 1,40 г/см³ [6].

В работах А.В. Королева (1970) установлено, что оптимальная величина плотности, для отдельных возделываемых зерновых культур на тяжелом и среднем суглинке составляет соответственно 1,15-1,40 г/см³ и 1,25-1,40 г/см³[7]. Последующие исследователи позволили установить, что при высокой обеспеченности растений элементами питания уменьшается неблагоприятное влияние высокой плотности почвы на урожайность сельскохозяйственных культур [6].

Целью исследований было изучить динамику плотности сложения серой лесной почвы под овсом с подсевом многолетних трав в зависимости от системы приемов основной обработки в зернотравяном севообороте.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводились во ФГБНУ «Верхневолжском ФАНЦ» (г. Суздаль) в стационарном полевом опыте, заложенном в 1986 г. на серой лесной среднесуглинистой почве. Севооборот опыта: овес + мн. травы (клевер+тимофеевка) – мн. травы 1 г.п.- мн. травы 2 г.п. – озимая рожь – яровая пшеница - ячмень. Исследования проводили в посевах овса с подсевом мн. трав по следующей схеме вариантов основной обработки в севообороте: 1 – ежегодная плоскорезная на 6-8 см; 2 – ежегодная плоскорезная на 20-22 см; 3 – ежегодная отвальная вспашка на 20-22 см; 4 – ярусная вспашка на 28-30 см под озимую рожь, под остальные культуры отвальная вспашка на 20-22 см; 5 – ярусная вспашка на 28-30 см под озимую рожь, под остальные культуры плоскорезная на 6-8 см.

Почвы опытного участка характеризовались следующими показателями: мощность гумусового горизонта А(Ап+А1) от 31 до 34 см; рН_{kcl} – 5,8, содержание гумуса -2,67- 3,19%, содержание Р₂О₅ (по Кирсанову) – 150 мг/кг, К₂О (по Масловой) – 138 мг/кг почвы.

Для характеристики плотности сложения почвы использовали метод цилиндров [8]. Отбор почвенных образцов проводился в трехкратном повторении в слое почвы 0-30 см через 10 см.

Результаты и их обсуждение. Для обоснования применения в агроэкосистемах приемов основной обработки рассмотрим результаты наших исследований за плотностью пахотного слоя (0-30 см), где обычно на серых лесных почвах в зависимости от культуры и приема основной обработки в Ополе располагается основная масса активных корней большинства сельскохозяйственных растений. У озимой ржи от 54,2 до 64,1%, яровой пшеницы – 42,2 -52,6, у ячменя – 43,5 – 49,2%, овса - 36,7 - 46,8 % [3,8].

В период основной обработки и после обработки под овес с подсевом многолетних трав после ячменя ярового (сентябрь-октябрь) атмосферных осадков выпало от многолетней нормы соответственно 44,5 и 68,0%.

Основную обработку проводили (сентябрь) при влажности на уровне наименьшей влагоемкости (НВ) (21,9%) - 21,3 – 26,6%. Она в целом была оптимальной для крашения почвы, при основной обработке (22%). Более высокая влажность почвы в этот период отмечалась на вариантах с ежегодной обработкой на 20-22 см и разноглубинных обработках, и составляла 23,1-26,6% (табл. 1).

После проведения основной обработки влажность в изучаемом слое почвы за счет выпавших атмосферных осадков и понижении температуры воздуха по опыту выравнивались, и была на уровне - 24,3- 27,1%. По вариантам опыта она была на одном уровне.

Таблица 1. Влияние приемов основной обработки под овес с подсевом мн. трав на влажность серой лесной почвы в слое 0-30 см, %, (среднее за три года)

Вариант	До обработки	После обработки	До посева	После посева	Выметывание	Полная спелость зерна
залежь	22,1	25,1	23,1	18,7	12,2	10,4
1	21,3	26,1	26,5	21,4	17,5	16,7
2	23,4	24,3	27,1	23,0	18,1	16,2
3	26,6	27,0	27,4	21,8	18,7	15,3
4	25,1	27,1	27,0	22,1	19,0	14,4
5	23,1	26,8	25,9	19,5	18,9	15,1
НСР ₀₅	3,1	2,9	3,7	3,1	2,9	3,1

В период посева овса с подсевом многолетних трав (клевер+тимофеевка) в мае месяце выпало – 54,7мм, что было около средне многолетней нормы – 54,0 мм. Запасы влаги были выше уровня наименьшей влагоемкости (21,9%) и составляли - 25,9-27,4%. Их уровень был благоприятный для возделывания культуры.

После посева запасы влаги в слое почвы 0-30 см снижаются на 4,1-6,4 %, вероятно за счет активного испарения с открытой поверхности почвы, но остаются на уровне 19,5-23,0%, то есть практически на уровне наименьшей влагоемкости – 21,9%.

К выметыванию запасы влаги в почве продолжали, уменьшались за счет испарения и их использования растениями. И, несмотря на то, что атмосферных осадков выпало на 41,1% больше многолетней нормы, по вариантам они выравнивались и были на уровне 17,5-19,0% (НСР₀₅ = 2,9%). К созреванию (август) атмосферные осадки превышающие норму на 71,2%, но за счет испарения и использования растениями ее на формирование биомассы запасы продуктивной влаги снижались, но оставались на одном уровне - 14,4 - 16,7% (НСР₀₅ = 3,1%).

В целом, в периоды исследований влажность почвы под овсом с подсевом многолетних трав в слое 0-30 см по вариантам опыта была на одном уровне. Ее запасы зависели от суммы выпадающих атмосферных осадков и фазы развития культуры.

Обоснование эффективности применения в агроэкосистемах приемов основной обработки серой лесной почвы под овес с подсевом многолетних трав базируется на результатах изучения динамики изменения плотности сложения пахотного слоя (0–30 см), где обычно в серых лесных почвах Ополья располагается основная масса активных корней большинства сельскохозяйственных культур. У овса от 36,7 до 46,8 % [9]. Смешанные посевы клевера красного с тимофеевкой луговой представлены разными корневыми системами. У тимофеевки луговой мочковатая корневая система, которая размещается в основном в верхних слоях почвы (0-40см) (92-94%). У клевера красного – стержневая корневая система, состоящая из главного стержневого, сильно ветвящегося корня, и боковых корней первого, второго и последующих порядков. В травосмеси красного клевера с тимофеевкой луговой корневая масса размещена в самых верхних слоях почвы, в слое 0-20 см – от 55,5 до 70,1% от общей массы, в слое 20-40 см – 18,5-26,4% [10].

За величину равновесной плотности сложения для серой лесной среднесуглинистой почвы мы приняли величину плотности сложения на участке пятидесятилетней залежи расположенной у полевого опыта.

После уборки предшествующей культуры (ячмень) плотность сложения по вариантам опыта была на уровне 1,43-1,47 г/см³ (НСР₀₅=0,08 г/см³) и приближалась к равновесным показателям плотности (табл. 2). В среднем за годы исследований на залежи он соответствовал - 1,50 г/см³.

Таблица 2. Влияние приемов основной обработки под овес с подсевом мн. трав на плотность сложения серой лесной почвы в слое 0-30 см, г/см³, (среднее за три года)

Вариант	До обработки	После обработки	До посева	После посева	Вымётывание	Полная спелость зерна
залежь	1,50	1,45	1,48	1,48	1,48	1,50
1	1,47	1,31	1,30	1,41	1,41	1,48
2	1,43	1,13	1,29	1,35	1,45	1,44
3	1,43	1,21	1,31	1,36	1,44	1,38
4	1,44	1,23	1,30	1,36	1,46	1,48
5	1,45	1,43	1,35	1,41	1,48	1,49
НСР ₀₅	0,08	0,10	0,08	0,11	0,10	0,13

Осеннюю обработку проводили при влажности почвы в пределах оптимального для крошения почвы – 21,3-26,6%. Проведение основной

обработки серой лесной почвы приводила к снижению плотности в зависимости от глубины и приема обработки до 1,13-1,43 г/см³ (НСР₀₅=0,10 г/см³).

На вариантах с ежегодным рыхлением на 6-8 см и периодическим рыхлением на 6-8 см в чередовании с ярусной вспашкой на 28-30 см наблюдается, более повышенная плотность сложения – 1,31 и 1,43 г/см³. Вероятно, в варианте с ежегодным рыхлением под предшествующие культуры и овес в севообороте на 6-8 см, после ярусной вспашки на 28-30 см под озимую рожь не сохраняется последствие глубокой обработки.

К посеву за счет естественных процессов на вариантах с рыхлением на 20-22 см почва уплотнялась на 0,10-0,16 г/см³, а на вариантах с рыхлением под овес на 6-8 см происходило разуплотнение на 0,01-0,08 г/см³. По вариантам опыта она была на одном уровне 1,29-1,35 г/см³ (НСР₀₅=0,08 г/см³) и была в оптимальном диапазоне для возделывания зерновых культур. На залежи в этот период равновесная плотность сложения составила 1,48 г/см³.

После посева за счет сил гравитации, давления сельскохозяйственной техники и орудий в слое 0-30 см происходило уплотнение почвы до 1,35-1,41 г/см³ (НСР₀₅=0,11 г/см³).

К фазе вымётывание овса почва продолжала уплотняться, не зависимо от приёма и глубины обработки - 1,41-1,48 г/см³ (НСР₀₅=0,10 г/см³). На вариантах с периодическим рыхлением на 6-8 см в чередовании с ярусной вспашкой на 28-30 см плотность сложения достигала равновесной -1,48 г/см³.

К уборке плотность почвы в слое 0-30 см продолжала увеличиваться, не зависимо от приема и глубины основной обработки и стремится к своему равновесному сложению, достигая величин - 1,38 - 1,49 г/см³ (НСР₀₅=0,13 г/см³). В период уборки (август) наиболее близко к равновесной плотности сложения приближается плотность на вариантах с рыхлением на 6-8 см – 1,48-1,49 г/см³.

Рыхление серой лесной почвы за счет приемов основной обработки снижает ее плотность сложения за счет изменения скважности почвы. Скважность почвы в первую очередь представляет общую скважность, представленную порами различных размеров.

Наблюдения за показателями общей скважности показывают, что до проведения основной обработки на вариантах опыта (после уборки предшествующей культуры - ячменя) она была на уровне 43,4-44,3%, на участке залежи – 43,4%. То есть общая скважность в агроэкосистемах в этот период не превышала равновесную общую скважность на участке залежи и была на ее уровне (табл. 3).

После проведения основной обработки почвы, за счет ее рыхления общая скважность на изучаемых вариантах увеличивалась на 1,6-12,5%.

Наибольший объем скважности отмечается на вариантах с рыхлением на глубину 20-22 см. После посева за счет увеличения плотности сложения общая скважность снижается на 3,8-8,6%. Наибольшее снижение объема общей скважности происходит на вариантах с рыхлением на глубину 20-22 см.

К колошению и уборке с уменьшением влажности почвы до 14,4-16,6% и продолжающемся увеличением плотности сложения объем общей скважности уменьшается и к уборке достигает уровня периода «до обработки» - 42,4-44,5%.

Таблица 3. Влияние приемов основной обработки под овес с подсевом мн. трав на общую скважность серой лесной почвы в слое 0-30 см, %, (среднее за четыре года)

Вариант	До обработки	После обработки	После посева	Колошение	Уборка
Залежь	43,4	43,4	42,7	43,1	37,7
1	43,5	49,4	45,6	44,6	42,8
2	44,1	56,6	48,4	44,4	44,5
3	44,0	49,7	47,8	44,5	48,5
4	44,3	52,8	48,5	43,0	43,1
5	43,4	45,0	45,5	43,0	42,1

Общая скважность представляет сумму объемов капиллярной и некапиллярной скважности. Капиллярная скважность определяет возможность почвы задерживать в этих порах воду для использования растениями или способствует перемещению по ним к месту ее потребления.

Перед обработкой объем капиллярных пор в слое почвы 0-30 см на изучаемых вариантах был на уровне залежи и соответствовал 30,0-40,6% (табл. 4)

Таблица 4. Влияние приемов основной обработки под овес с подсевом мн. трав на капиллярную скважность серой лесной почвы в слое 0-30 см, %, (Среднее за четыре года)

Вариант	До обработки	После обработки	После посева	Колошение	Уборка
Залежь	40,7	40,7	39,2	41,9	36,4
1	39,9	39,7	39,7	41,9	39,4
2	40,6	36,9	40,3	42,3	41,1
3	38,9	37,8	40,1	42,2	42,4
4	30,0	39,1	40,4	41,4	40,6
5	38,7	39,4	39,3	41,0	39,7

После основной обработки капиллярная скважность формируется на уровне 36,9-39,7%.

В весенний период после посева в результате увеличения на всех вариантах плотности сложения объем капиллярной скважности увеличивается, на вариантах с рыхлением на глубину 20-22 см на 1,3-3,4%.

Приближаясь к уровню капиллярной скважности на участке залежи – 39,2%. При рыхлении на 6-8 см объем капиллярных пор, как и в период после основной обработки был на уровне 39,3-39,7 и соответствовал уровню некапиллярной скважности участка залежи.

В последующие фазы развития овса с подсевом многолетних трав с увеличением плотности сложения объем капиллярных пор снижается и к уборке достигает уровня 39,4-42,4% от общей скважности.

Составной частью общей скважности является некапиллярная скважность. Которая влияет на газообмен почвы и атмосферы, интенсивность впитывания выпадающих осадков в почву. Перед проведением основной обработки под овес объем некапиллярных пор по вариантам опыта находился на уровне 3,6 - 5,7% (табл. 5).

На варианте залежи он соответствовал - 2,7% от объема общей скважности. Объем некапиллярной скважности на изучаемых вариантах превышал объем некапиллярной скважности на участке залежи на 0,9-3,0%, вероятно, на уровень некапиллярной скважности на изучаемых вариантах оказало влияние последствие предыдущих основных обработок в зернотравяном севообороте.

После рыхления в агроэкосистемах наибольший объем некапиллярных пор формируется на вариантах с обработкой на глубину 20-22 и особенно с предыдущими на 28-30 см. Если при ежегодном рыхлении на 6-8 см объем некапиллярных пор увеличивается на 6,1%, то при рыхлении на 20-22 см на 6,8-15,0%. В экосистеме он оставался на прежнем уровне и составил 2,7% от общей скважности.

В последующие фазы развития овса с подсевом многолетних трав объем некапиллярных пор на вариантах опыта с увеличением плотности сложения уменьшался и к уборке практически достигал уровня объема некапиллярных пор в период «перед обработкой» и соответствовал – 2,4-6,1% от уровня общей скважности. Но был выше уровня некапиллярной скважности в этот период на участке залежи – 1,3%.

Однако после проведения посева в весенний период с увеличением плотности сложения по вариантам опыта объем некапиллярных пор резко снижается, на вариантах с рыхлением на глубину 20-22 см на 4,2-11,6%.

Таблица 5. Влияние приемов основной обработки под овес с подсевом мн. трав на некапиллярную скважность серой лесной почвы в слое 0-30 см, %, (Среднее за четыре года)

Вариант	До обработки	После обработки	После посева	Колошение	Уборка
Залежь	2,7	2,7	3,5	1,2	1,3
1	3,6	9,7	5,9	2,7	3,4
2	4,7	19,7	8,1	2,0	3,5

3	5,1	11,9	7,7	2,3	6,1
4	5,3	13,7	8,1	1,6	2,5
5	5,7	5,6	6,2	2,0	2,4

На варианте с рыхлением на 6-8 см с предыдущей обработкой под озимую рожь на 28-30 см некапиллярная скважность от периода «до обработки» и к периоду «после посева» оставалась практически на одном уровне. Вероятно здесь наблюдаем последствие ярусной вспашки на 28-30 см. На варианте с рыхлением на 6-8 см она формировалась на уровне 5,9% от общей скважности.

Анализируя полученный урожай и сформированную плотность сложения в изучаемых вариантах основной обработки в зернотравяном севообороте под овес с подсевом многолетних трав можно отметить, что урожайность овса была на уровне 2,93-3,07 т/га ($НСР_{05}=0,26$ т/га) (табл. 6).

Таблица 6. Урожайность овса с подсевом многолетних трав и интервал плотности сложения в период его вегетации

Вариант	Урожайность овса в среднем за три года, т/га	Интервал плотности сложения в годы исследования в период вегетации*, г/см ³
Залежь	-	1,48-1,50
Ежегодная плоскорезная на 6-8 см	2,93	1,41-1,48
Ежегодная плоскорезная на 20-22 см	3,01	1,35-1,45
Ежегодная отвальная вспашка на 20-22 см	3,07	1,36-1,44
Ярусная вспашка на 28-30 см под озимую рожь, под остальные культуры отвальная вспашка на 20-22 см	3,05	1,36-1,48
Ярусная вспашка на 28-30 см под озимую рожь, под остальные культуры плоскорезная на 6-8 см	3,01	1,41-1,41
$НСР_{05}$	0,26	Интервал - 1,35-1,48 г/см ³

*Период от всходов до созревания культуры

Закключение. Тенденция к снижению уровня урожайности в сравнении с ежегодными обработками на 20-22 см или их чередования с ярусной вспашкой отмечается на ежегодном рыхлении на 6-8 см - 2,93 т/га. На остальных вариантах урожайность овса была на одном уровне - 3,01-3,07 т/га.

Однако существенной разницы между изучаемыми вариантами в урожайности не наблюдается. А в связи с тем, что урожайность овса на изучаемых вариантах формировалась при плотности сложения серой лесной почвы в слое 0-30 см в интервале от 1,35 до 1,48 г/см³. Этот интервал, вероятно, является оптимальным для формирования урожая овса с подсевом

многолетних трав, при равновесной плотности сложения в этот период на залежи - 1,48-1,50 г/см³.

Библиографический список

1. Бекаревич Н.И. Структура почвы и условия жизни растений/ Н.И. Бекаревич, Д.И. Буров, С.И. Долгов, И.Б.Ревут, А.И. Шевлягин. В кн. Изменение почв при окультуривании, их классификация и диагностика. - М. 1965.- С.66-70.

2. Зинченко М.К., Зинченко С.И., Стоянова Л.Г. Агробиологические проблемы токсичности серой лесной почвы/ М.К. Зинченко, С.И. Зинченко, Л.Г.Стоянова// Сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции «Информационно-технологическое обеспечение адаптивно-ландшафтных систем земледелия», ВНИИЗПЭиЗПЭ, 11-13 сентября 2012 г., Курск. Курск., 2012. – 301 с.

3. Зинченко С.И. Основы обработки черноземов / С.И. Зинченко. М., 2006. – 248 с.

4. Зинченко С.И. Почвы и растения/ С.И. Зинченко, М.А. Мазиров, М.К.Зинченко. М., 2008. – 284 с.

5. Зинченко С.И. Особенности использования влаги яровой пшеницы в агроэкосистемах Опольной зоны// Владимирский земледелец. - № 1(75). – 2016.- С.24-31.

6. Пупонин А.И. Научные и практические основы минимальной обработки почвы/ А.И. Пупонин //Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. РГАУ-МСХА. М.- 2010. – С.13 -29.

7. Королев А.В. Влияние и создание нормального сложения пахотного слоя дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы для озимой ржи: сб.трудов. Л.: Пушкин,1970. 97с.

8. Водюнина, А.Ф. Методы исследований физических свойств почвы /А.Ф. Водюнина, З.А. Корчагина. – М., 1986. – 416 с.

9. Зинченко С.И. Особенности развития корневой системы зерновых культур//Земледелие. 2015.№6.С.32-35.

10. Устищенко А.С., Данильчук П.В., Гвоздиковская А.Т. Корневые системы и продуктивность сельскохозяйственных растений. Киев: Урожай, 1975. 368с.

THE INFLUENCE OF THE METHODS OF BASIC PROCESSING FOR OATS WITH THE SOWING OF PERENNIAL GRASSES ON THE DENSITY OF THE GRAY FOREST SOIL OF THE VLADIMIR OPOLE

S. I. Zinchenko¹, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher

M.A. Mazirov², Doctor of Biological Sciences, Professor¹

A.A. Grigoriev¹, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher

¹*Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Scientific Center Tsentralnaya str., 3, Novy settlement, Suzdal district, Vladimir Region, 601261, Russian Federation*

²*Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy, 127434, Moscow, ul. Timiryazevskaya, 49, Russian Federation*

Abstract. *The influence of the methods of basic processing for barley with the sowing of perennial grasses (clover + timofeevka) in the grain-grass crop rotation on the density of the gray forest slightly podzolic medium loamy soil was studied. The research was carried out in a long-term stationary experiment, laid down in 1986 at the Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Scientific Center. The yield of oats in the studied variants was formed at a density of addition of gray forest soil in a layer of 0-30 cm in the range from 1.35 to 1.48 g/cm³. This interval is probably optimal for the formation of an oat crop with the sowing of perennial grasses, with an equilibrium addition density of 1.48-1.50 g/cm³ for deposits during this period.*

Key words: *basic tillage techniques, gray forest soil, oats with sowing of perennial grasses, clover, timofeevka, addition density, yield.*

УДК 631.465: 631.445.25

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

Зинченко Мария Казимировна, к. б. н., ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологии

Зинченко Сергей Иванович, д. с.-х. н., ведущий научный сотрудник отдела агрофизики почв Верхневолжский федеральный аграрный научный центр E-mail: ropel62@yandex. ru.

Аннотация: *Представлены материалы по влиянию приемов основной обработки на ферментативную активность серой лесной слабоподзоленной среднесуглинистой почвы. Исследования проводились в стационарном опыте Верхневолжского ФАНЦ в период 2017-2019гг., где изучали активность почвенных оксиредуктаз (каталаза, полифенолоксидаза, пероксидаза. Наиболее благоприятным для формирования предгумусовой фракции и активизации биогенеза гумусовых веществ является вариант ежегодной плоскорезной обработкой на 6-8см.*

Ключевые слова: приемы основной обработки почвы, серая лесная почва, почвенные ферменты, содержание гумуса, коэффициент гумусонакопления.

Введение. В настоящее время под влиянием антропогенного воздействия происходит значительное усиление техногенной деградации агрогенных экосистем. Ухудшение экологического состояния пахотных почв сопровождается негативными изменениями и приводит к снижению комплексной функции плодородия [1].

Обработка почв – важный элемент технологии возделывания культурных видов растений, от которого зависят факторы почвенного плодородия. В его повышении важная роль принадлежит непрерывно протекающим в почвах биохимическим процессам. В почве обмен веществ и энергии при разложении и синтезе органического вещества осуществляется при участии ферментов, поэтому формирование почвенного плодородия связано с ферментативными процессами [2].

Изучение ферментативных процессов серой лесной почвы является одной из составляющих комплексной оценки экологического состояния почв Верхневолжья, находящихся в сельскохозяйственном производстве [3]. Целью данной работы было изучить активность окислительно-восстановительных ферментов серой лесной почвы при механическом воздействии приемов основной обработки.

Материалы и методы. В полевом опыте Верхневолжского ФАНЦ (Владимирская обл.) исследовали влияние различных приемов основной обработки на активность оксиредуктаз в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см. Опыт заложен в 1986г. на серой лесной слабоподзоленной среднесуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: содержание подвижных форм P_2O_5 и K_2O – 150 и 138 мг/кг почвы соответственно, pH_{KCL} 5,8. Содержание гумуса в пахотном горизонте варьировало в пределах 2,67-3,19%.

Изучаемые варианты опыта: ежегодная мелкая плоскорезная КПС на 6-8см (ЕМПО); ежегодная глубокая плоскорезная КПП- 250 на 20-22см (ЕГПО); ежегодная отвальная вспашка ПЛН-3-35 на 20-22см (ЕОВ).

Исследования (2017-2019гг.) проводили в 6-ти польном зернотравяном севообороте: озимая рожь – яровая пшеница – ячмень – овес + клевер и тимофеевка – клевер 1г. – клевер 2г. В 2017г. в опыте возделывался клевер 2-го года, 2018г. – озимая рожь, в 2019г. – яровая пшеница. Минеральные удобрения на нормальном фоне вносили под многолетние травы 2-го года пользования в дозе $N_{40}P_{60}K_{80}$, озимую рожь - $N_{70}P_{60}K_{80}$, под яровую пшеницу – $N_{45}P_{45}K_{45}$ кг д.в.

Диагностику активности почвенных ферментов проводили классическими методами [4]: активность каталазы определяли газометрическим методом, основанным на измерении скорости разложения перекиси водорода (метод А.Ш. Галстяна); активность полифенолоксидазы и пероксидазы – на основе метода йодометрического титрования реакционной

смеси, содержащей в качестве субстрата пирокатехин, после взаимодействия с почвенной суспензией (метод К.А. Козлова). В работе рассчитывались коэффициенты гумусонакопления (Кг) по соотношению полифенолоксидазной активности (ПФО) к пероксидазной (ПД).

Экспериментальные данные были обработаны статистически с использованием программы Statistic 6.

Результаты и их обсуждение. Почвенная влага – это основа жизни растений, почвенной микрофлоры и фауны. Химические и биохимические реакции в почве также активно протекают при наличии достаточного количества влаги. Из данных таблицы 1 следует, что распределение влаги в почве в период, предшествовавший отбору образцов на биохимический анализ, определялось особенностью погодных условий лет исследования. Пересыхание почвы наблюдали в июле 2018г., когда влажность опускалась до значений 11-14%, а в сентябре составляла 14-17%. Не отмечено статистически достоверного влияния приемов основной обработки на влажность слоя 0-20см. Наиболее благоприятный режим влажности для развития биохимической активности микрофлоры складывался в весенне-летний период (табл. 1).

Рассматривая ферментативную активность почв, важно обратить внимание на окисление продуктов гидролиза органических соединений с образованием предгумусовых веществ. Эти реакции идут при участии оксиредуктаз.

Табл. 1. Влажность почвы в слое 0-20см, %

Вариант	2017г.			2018г.			2019г.		
	май	июль	сент.	май	июль	сент.	май	июль	сент.
ЕМПО	22,4	30,9	21,0	28,5	10,6	17,3	19,5	24,8	23,2
ЕГПО	21,6	30,7	18,8	23,6	13,1	17,0	20,4	23,6	22,0
ЕОВ	22,9	28,6	19,4	22,3	12,7	14,0	21,5	24,9	20,7
<i>Примечание. Fэ < Fт</i>									

Исследования показали, что максимальный ферментативный пул изучаемых ферментов, формируется в слое 0-10см – наиболее биологически активном слое и снижается с глубиной на всех приемах основной обработки почвы (табл. 2).

Таблица 2. Активность окислительно-восстановительных ферментов в зависимости от приема основной обработки серой лесной почвы, (среднее за 2017-2019гг.)

Вариант	Глубина	Каталаза, мл O ₂ /1 г почвы в мин.	Полифенолоксидаза, мл 0,01н I ₂ /1г почвы	Пероксиоксидаза мл 0,01н I ₂ /1г почвы
		XS±S(X)	XS±S(X)	XS±S(X)
ЕМПО на 6-8см	0-10	2,37±0,06	0,30±0,0	0,56±0,11
	10-20	2,07±0,15	0,25±0,10	0,57±0,15
	20-30	1,67±0,25	0,17±0,03	0,55±0,10
	0-30	2,0±0,10	0,24±0,04	0,56±0,12
ЕГПО на 20-22см	0-10	2,0±0,10	0,27±0,03	0,58±0,13
	10-20	1,77±0,06	0,22±0,07	0,54±0,10
	20-30	1,50±0,30	0,25±0,05	0,56±0,11
	0-30	1,77±0,06	0,25±0,01	0,56±0,11
ЕОВ на 20-22см	0-10	1,80±0,30	0,35±0,05	0,57±0,10
	10-20	1,77±0,06	0,30±0,01	0,58±0,11
	20-30	1,37±0,25	0,15±0,0	0,64±0,05
	0-30	1,67±0,06	0,27±0,02	0,60±0,09
НСР ₀₅	0-30	0,15 F ₃ > F _T	F ₃ < F _T	F ₃ < F _T

Каталаза один из наиболее распространенных и устойчивых ферментов данного класса. Каталазная активность является показателем степени развития окислительных процессов и играет вспомогательную роль в реакциях окислительного обмена, разлагая ядовитую для живой клетки перекись водорода, образующуюся при окислении углеводов, белков и жиров.

Самые достоверно высокие значения этого фермента получены в почве при ЕМПО на 6-8см. На вариантах, обработанных на глубину 20-22см, значения каталазы ниже по всему изучаемому профилю, особенно это выражено на фоне ЕОВ.

Одним из важнейших факторов, регулирующих активность каталазы, является обогащение почвы органикой и концентрация органического субстрата. Сохранение основной массы корней и послеуборочных растительных остатков в биологически активном верхнем слое при безотвальном рыхлении на 6-8см способствовали усилению активности фермента.

Выявлена прямолинейная положительная связь между численностью микроорганизмов и активностью каталазы ($r=0,73-0,87$). На варианте ЕМПО формировался наибольший микробный пул [5]. Так же на фонах по плоскорезной обработке отмечен тренд увеличения пула аэробных аммонификаторов и суммы агрономически ценной микрофлоры (МПА+КАА).

А все аэробные организмы в процессе метаболизма образуют перекись водорода, защитную функцию от которой выполняет каталаза.

Ферменты пероксидазы (ПД) и полифенолоксидазы (ПФО) участвуют в реакциях трансформации органических и неорганических веществ в почвах. Они играют ключевую роль в процессах гумификации, оказывают защитное действие на почву, разлагая различные ксенобитики, участвуют в процессах разложения и синтеза органических соединений ароматического ряда. При этом уровень активности фенолоксидаз связывается обычно со степенью образования гумуса [6].

Оценивая с этой точки зрения наши результаты по активности полифенолоксидазы и пероксидазы, не удалось обнаружить статистически достоверных различий в активности ферментов в зависимости от приемов основной обработки. Однако для того чтобы оценить общую направленность энзиматической трансформации гумусовых компонентов почвы, мы рассмотрели значения коэффициентов гумусонакопления, поскольку именно они вычлняют накопление и активность полифенолоксидазных ферментов в общем оксидоредуктажном комплексе почвы, отвечающих за синтез гумусовых соединений. ПФО катализирует синтез гумусовых веществ в почве, а ПД способствует их разложению. Определение коэффициента гумусонакопления (ПФО/ПД) показало, что в почве изучаемых вариантов основной обработки он меньше 1, то есть процессы минерализации органического вещества, обусловленные активностью ПД, преобладают над процессами гумификации (ПФО). Однако следует отметить, что самый низкий Кг рассчитан на варианте ЕОВ – 0,57 (рисунок 1). Это характеризует ферментативные процессы, направленные на активную минерализацию органического почвенного вещества. При ежегодных безотвальных обработках значения коэффициентов гумификации были выше и находились в диапазоне 0,65-0,69.

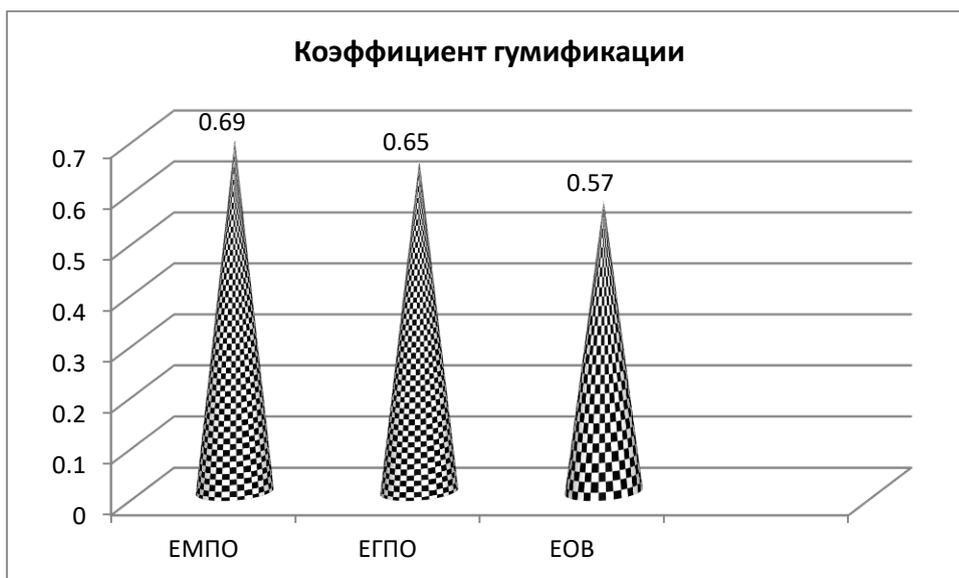


Рис. 1. Средние значения Кг при различных приемах основной обработки в слое 0-20см

Исходя из значений Кг можно заключить, что ЕМПО на 6-8см способствует наибольшей стабилизации ферментов класса оксиредуктаз при трансформации гумусовых соединений, что, в свою очередь, повышает сохраняемость специфического органического вещества в плодородном слое. Аналогичная закономерность выявлена авторами на органоминеральных фонах при ежегодном использовании плоскорезного рыхления на глубину 10-12см в опыте по изучению АЛСЗ [7]. Полученные значения коэффициентов гумусонакопления соотносятся с данными содержания гумуса (метод Тюрина) на изучаемых вариантах (рисунок 2).

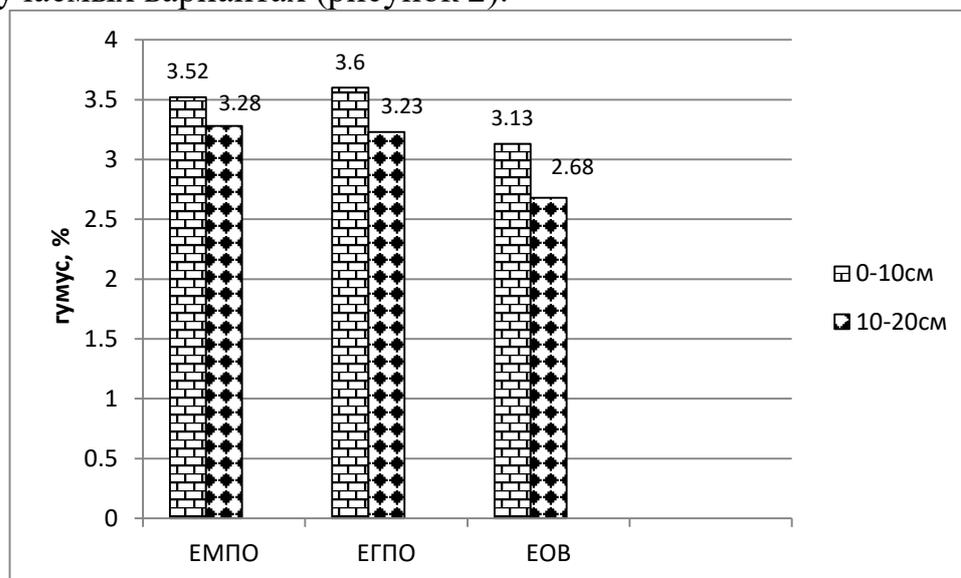


Рис. 2. Содержание гумуса в серой лесной почве при различных приемах основной обработки

На фонах, обработанных безотвальными орудиями, среднее содержание гумуса в слое почвы 0-20см составило 3,40%, что статистически выше ($НСР_{05}=0,21$), чем на варианте ежегодной отвальной обработки.

Преобладание активной минерализации органического вещества над его синтезом в агроэкосистемах с ежегодной отвальной вспашкой ведет к постепенной утрате пахотными почвами гумуса, что неизбежно вызовет снижение плодородия.

Безотвальные обработки почвы, способствующие концентрации корневой и мортмассы в верхнем биологически активном слое почвы, интегрируют течение ферментативных процессов на снижение минерализации гумусовых веществ.

Заключение. Оценивая ферментативную активность окислительно-восстановительных ферментов в серой лесной почве агросистем выявлено, что наибольшая их биохимическая активность приурочена к верхнему слою почвы, не зависимо от приема основной обработки. В слое почвы 0-30см достоверно выше активность каталазы на варианте с ежегодной мелкой плоскорезной обработкой на 6-8см. Это характеризует этот прием обработки как наиболее благоприятный для формирования предгумусовой фракции и

активизации биогенеза гумусовых веществ. На это указывает и коэффициент гумусонакопления, среднее значение которого было самым высоким ($K_{г}=0,69$) по фону ЕМПО в рамках данных исследований.

Библиографический список

1. Хазиев Ф.Х. Почва и экология//Вестник Академии наук РБ. 2017. Т.24. №3. С. 29-38.
2. Изменение почвенно- биологических процессов и структуры микробного сообщества агрочерноземов при разных способах обработки почвы/ О.В. Кутовая, А.М. Гребенников, А.К. Тхакахова, В.А. Исаев, В.М. Гармашов, В.А. Беспалов, Ю.И. Чевердин, В.П. Белобров// Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2018. Вып. 92. С. 35-58.
3. Зинченко М.К. Мониторинг активности каталазы в серой лесной почве Верхневолжья// Владимирский земледелец. 2021. №1. С. 7-11.
4. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии, 2005. С. 252с.
5. Зинченко М.К. Действие приемов основной обработки на микробный потенциал агроландшафтов серой лесной почвы // Земледелие. 2016. №1. С. 16- 19.
6. Козлов А.В., Куликова А.Х., Уромова И.П. Влияние высококремнистых пород (диатомита, цеолита и бентонитовой глины) на активность олиготрофного и автохтонного микробного пула дерново-подзолистой почвы// Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. №40. С.44-65.
7. Зинченко М.К. Трансформация биологических свойств серой лесной почвы агроландшафтов в системе адаптивно- ландшафтного земледелия/ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ». Суздаль- Иваново:ПреСсто, 2020. 144с.

THE INFLUENCE OF BASIC PROCESSING TECHNIQUES ON THE BIOCHEMICAL PROPERTIES OF THE GRAY FOREST SOIL OF THE UPPER VOLGA REGION

*M. K. Zinchenko, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher
S. I. Zinchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher
Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Scientific Center Tsentralnaya str., 3, Novy
settlement, Suzdal district, Vladimir Region, 601261, Russian Federation*

Abstract. *The materials on the influence of basic processing techniques on the enzymatic activity of gray forest slightly saline medium loamy soil are presented. The studies were carried out in the stationary experiment of the Upper Volga FANC in the period 2017-2019, where the activity of soil oxyreductases (catalase, polyphenol*

oxidase, peroxidase) was studied. The most favorable option for the formation of the pre-humus fraction and the activation of the biogenesis of humus substances is the annual 6-8cm flat-cut treatment.

Key words: *basic tillage techniques, gray forest soil, soil enzymes, humus content, humus accumulation coefficient.*

УДК: 633.11. 321 : 631.8

УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ И ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗМЕЩЕНИЕ В СЕВООБОРОТЕ ПО ПОДСОЛНЕЧНИКУ

Васин Василий Григорьевич, доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой «Растениеводство и земледелие», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», E-mail: vasin_vg@ssaa.ru

Васин Александр Васильевич, доктор с.-х. наук, сотрудник кафедры «Растениеводства и земледелия» ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, E-mail: vasin_av@vk.ru

Михалкин Никита Григорьевич, аспирант кафедры «Растениеводство и земледелия» ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» E-mail: nik.mikhalkin.1994@mail.ru

Аннотация: в статье приводятся результаты исследований по оценке продуктивности ячменя и пшеницы при применении стимуляторов роста: Аминокат 30%, Мегамикс Профи, Мегамикс Азот, на двух фонах внесения минерального удобрений, при размещении в севообороте после подсолнечника.

Ключевые слова: Аминокат 30%, Мегамикс Профи, Мегамикс Азот, урожайность, ячмень, пшеница.

Введение. Для получения высокого, стабильного и качественного урожая сельскохозяйственных культур в современном земледелии особое значение придается стабильному применению удобрений и новым приемам возделывания, способствующим повышению урожайности и качества зерна культур. [2]. Одним из таких приемов является применение стимулирующих препаратов роста по вегетации, которые способствуют лучшему росту и развитию сельскохозяйственных культур (3).

В настоящее время в условиях интенсификации земледелия изучение влияния стимуляторов роста растений на величину урожая приобретает все большую актуальность. [1,4].

Цель исследований – повышение урожайности ячменя и пшеницы с размещением по подсолнечнику в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Материалы и методы. Полевой опыт в 2019–2021 гг. был заложен в севообороте кафедры «Растениеводства и земледелия». Почва опытного участка – чернозем обыкновенный остаточно-карбонатный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый с содержанием легкогидролизуемого азота 127 мг/кг, подвижного фосфора 152 мг/кг и обменного калия 311 мг/кг, pH 5,8. Увлажнение естественное.

Технология возделывания классическая для зоны. Посев проводили сеялкой AMAZONE D9-25 обычным рядовым способом с нормой высева 4,5 млн. всхожих семян на 1 га. По вегетации в фазу кущения применяли гербицид

Рефери (д.в. дикамба 0,2 л/га), инсектицид Аккорд (д.в. альфа-циперметрин 0,1 л/га). исследования проводили поделяночно, в фазе полной спелости.

Аминокат 30%: Жидкое органо-минеральное удобрение, производимое на основе экстракта морских водорослей с добавлением макроэлементов. Способствует быстрому восстановлению растений после воздействия стрессовых факторов.

Мегамикс Профи: жидкое минеральное удобрение для корневой и некорневой подкормки с богатым содержанием макро- и микроэлементов, N-2,5, S-25, Mg- 17, B-1,7, Cu-12, Zn-11, Mn-2,5, Fe-2, Mo-1,7, Co-0,5, Se-0,06 г/л.

Мегамикс Азот: Жидкое минеральное удобрение для некорневой подкормки с богатым содержанием микроэлементов и азота 116 г/л.

В двухфакторном опыте по изучению влияний применения удобрений и приемов обработки посевов ячменя и пшеницы входили варианты внесения удобрений: контроль (без внесения удобрений), N₃₀P₃₀K₃₀, N₄₅P₄₅K₄₅, (фактор А), а также варианты обработки посевов препаратами: без обработки (контроль), Аминокат (в фазе кущения) 1,0 л/га, Мегамикс Профи (в фазе кущения) 1,0 л/га, Мегамикс Профи (в фазе кущения) 0,5 л/га + Мегамикс Азот (в фазе флагового листа) 0,5 л/га, (фактор В).

Исследования проводили с учетом методики полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) и методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов им. Вильямса (1987, 1997).

Результаты и их обсуждение: Основным показателем хозяйственной ценности посевов однолетних культур является величина урожая. Наблюдениями в опытах установлено, что продуктивность посевов зависит от возделываемой культуры и применяемых препаратов, уровня минерального питания и погодных условий.

По полученным данным выявлены следующие закономерности: отчетливо видно действие стимуляторов роста и действие минеральных удобрений (табл.).

Без внесения удобрений уровень продуктивности в 2019 году был у ячменя на уровне 1,81...2,04 т/га, у пшеницы – 1,58...1,93 т/га, при внесении минеральных удобрений N₃₀P₃₀K₃₀ 2,26...2,43 т/га и 1,80...2,26 т/га соответственно. При N₄₅P₄₅K₄₅ у ячменя – 2,76...3,17 т/га, 2,76...2,58 т/га на пшенице. Максимальные показатели были на вариантах обработанные препаратами Аминокат 30% и Мегамикс Профи.

Наилучшую урожайность показал ячмень при обработке Мегамикс Профи: без внесения удобрения это 2,04 т/га, при внесении удобрений – 3,17 т/га. Также препарат Аминокат на варианте пшеницы без удобрения 1,93 т/га, с удобрением 2,58 т/га.

Благоприятные погодные условия в 2020 году, позволили сформировать более высокий урожай. Так на контроле без удобрений ячмень обеспечил урожайность 2,58...2,95 т/га, с максимальным показателем при обработке Аминокат 30%. Пшеница уступала ячменю, и ее урожайность была от

2,04...2,42 т/га, при обработке Мегамикс Профи с максимальной урожайностью зерна 2,42 т/га.

Табл. 1. Урожайность ячменя и пшеницы в 2019 – 2021 году.

Дозы внесения удобрений	Культура	Препараты	Получено, т/га				Среднее по культурам	Среднее по фонам
			2019	2020	2021.	среднее		
Контроль	Ячмень	Контроль	1,81	2,58	2,80	2,40	2,58	2,37
		Аминокат 30 %	1,98	2,95	3,12	2,68		
		Мегамикс Профи	2,04	2,82	3,03	2,63		
		МП+МА	1,96	2,81	3,01	2,59		
	Пшеница	Контроль	1,58	2,04	2,23	1,95	2,17	
		Аминокат 30 %	1,93	2,34	2,59	2,29		
		Мегамикс Профи	1,76	2,42	2,60	2,26		
		МП+МА	1,70	2,33	2,51	2,18		
N30 P30 K30	Ячмень	Контроль	2,26	3,29	3,50	3,02	3,23	2,95
		Аминокат 30 %	2,43	3,68	3,88	3,33		
		Мегамикс Профи	2,40	3,70	3,88	3,33		
		МП+МА	2,38	3,60	3,79	3,26		
	Пшеница	Контроль	1,80	2,52	2,70	2,34	2,67	
		Аминокат 30 %	2,26	2,95	3,21	2,81		
		Мегамикс Профи	2,20	2,90	3,15	2,75		
		МП+МА	2,24	2,94	3,20	2,79		
N45 P45 K45	Ячмень	Контроль	2,76	3,69	4,05	3,50	3,68	3,35
		Аминокат 30 %	3,11	3,80	4,20	3,70		
		Мегамикс Профи	3,17	3,88	4,29	3,78		
		МП+МА	3,12	3,87	4,27	3,75		
	Пшеница	Контроль	2,16	2,86	3,11	2,71	3,01	
		Аминокат 30 %	2,58	3,32	3,63	3,18		
		Мегамикс Профи	2,54	3,26	3,56	3,12		
		МП+МА	2,46	3,17	3,46	3,03		

Ячмень
НСР общ.=0,17

Пшеница
НСР общ.=0,16

A=0,07
B=0,05

A=0,05
B=0,02

По полученным данным за 2021 год выявлены следующие закономерности. Обработка препаратами повышает урожайность культур от 2,70 контроле до 4,20 т/га, в вариантах с обработкой семян Аминокат 30% т/га. Обработка посевов по вегетации Мегамикс Профи и МП+МА дает хорошую

прибавку урожайности. Высокие показатели урожайности имеют посевы с обработкой по вегетации ячменя на контрольном варианте Аминокат 30% – 3,12 т/га, у пшеницы 2,59 т/га. При внесении удобрений в норме $N_{45}P_{45}K_{45}$ обработка посевов ячменя препаратом Мегамикс Профи обеспечил урожайность – 4,29 т/га и 3,63 т/га на пшенице при обработке Аминокат 30%.

В среднем за три года 2019-2021, установлено, что применяемые удобрения и стимулирующие препараты на посевах ячменя и пшеницы размещенных в севообороте по подсолнечнику обеспечивают урожайность 3,01...3,68 т/га. Уровень урожайности определяется уровнем минерального питания и на ячмене он варьируется от 2,58 т/га до 3,23 т/га ($N_{30}P_{30}K_{30}$) и до 3,68 т/га ($N_{45}P_{45}K_{45}$), на пшенице соответственно от 2,17 т/га до 2,67 т/га и 3,01 т/га. Данное превышение является вполне достоверным.

Применяемые препараты при обработке посевов по вегетации, обеспечивают достоверную прибавку по отношению к контрольным вариантам, на всех уровнях минерального питания.

Заключение. Применение удобрений и стимулирующих препаратов позволяет получать стабильно высокий урожай ячменя и пшеницы при размещении по подсолнечнику. При внесении удобрений $N_{45}P_{45}K_{45}$ урожайность ячменя достигает максимальной урожайности 3,78 т/га при обработке посевов смесью Мегамикс Профи 1,0 л/га в фазе кущения (ВВСН 21), у пшеницы максимальный урожай был на варианте с обработкой стимулятором роста Аминокат 30% - 3,18 т/га в фазу кущения (ВВСН 21). При применении удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайность возрастает на 19,6% от контрольного варианта, а на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$ на 29,2%.

Библиографический список

1. Васин, В. Г. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Самарской области / В. Г. Васин, А. В. Васин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – №1 (13). – С. 3-7.
2. Бурунов А.Н., Васин В.Г., Новиков А.В. Продуктивность яровой пшеницы и ячменя при применении удобрений и стимуляторов роста // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1 (49). С. 20-25.
3. Кадыров, С. В. Влияние некорневой подкормки на продуктивность ячменя / Кадыров, С. В., Задорожная В. А., Корнов А. А // Аграрная наука. 2008. № 5. – С. 22–23.
4. Карлов, Е.В. Сравнительная продуктивность сортов ячменя и гороха при применении стимуляторов роста / Е.В. Карлов, О.П. Кожевникова // Вклад молодых учёных в аграрную науку: мат Международной научно-практической конференции. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2015 – С. 36-43.

THE YIELD OF BARLEY AND WHEAT WHEN PLACED IN THE SUNFLOWER CROP ROTATION

Vasin Vasily Grigoryevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Plant Growing and Agriculture, Samara State Agrarian University Samara Region, Kinel, village. Ust-Kinelsky, Uchebnaya str. 2". Tel.: 8-927-740-32-59, E-mail: vasin_vg@ssaa.ru

Vasin Alexander Vasilyevich, Doctor of Agricultural Sciences, employee of the Department of "Plant Growing and Agriculture" of the Samara State Agrarian University. Samara region, Kinel, village. Ust-Kinelsky, Uchebnaya str. 2. Tel.: 8927-725-32-13 E-mail: vasin_av@vk.ru

Mikhalkin Nikita Grigoryevich, postgraduate student of the Department of Plant Growing and Agriculture, Samara State Agrarian University, Samara Region, Kinel, village. Ust-Kinelsky, Uchebnaya str. 2. Tel.: 8-937-201-51-08, E-mail: nik.mikhalkin.1994@mail.ru

Abstract: *the article presents the results of research on the evaluation of the productivity of barley and wheat when using growth stimulants: Aminocate 30%, Megamix Pro.*

Keywords: *Aminocate 30%, Megamix Pro, Megamix Nitrogen, yield, barley, wheat.*

УДК 632.8

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ

Новиков Михаил Николаевич, д. с.-х.н. зав. лаб. сидератов Всероссийского научно-исследовательского института органических удобрений и торфа – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» E-mail: novik.mih@yandex.ru

Аннотация: *В статье представлены результаты полевых исследований по оценке эффективности различных способов использования органических удобрений в 6-польном севообороте на дерново-подзолистых супесчаных почвах в 2007-2013 гг.*

Ключевые слова: *подстилочный навоз, способы применения под картофель, урожайность культур, качество урожая, плодородие почвы, экономическая эффективность*

Введение. Несмотря на то, что органические удобрения являются важнейшим источником комплексного окультуривания почвы, оптимизации развития её биоландшафта, обеспечения растений углеродом, макро- и микроэлементами, в условиях недостаточного материально- технологического обеспечения во многих животноводческих предприятиях страны получают

некачественные органические удобрения, обладающие низкой степенью минерализации, агрегатного состояния, пониженным содержанием усвояемых элементов питания, прежде всего азота, повышенной засоренностью семенами сорных растений и патогенными микроорганизмами, высокой хозяйственной стоимостью в системе производство-применение и, как правило, низкой рентабельностью при использовании под сельскохозяйственные культуры.

Кроме того, при производстве органических удобрений путем компостирования, узаконенного научными разработками [1] и государственными нормативными документами (РД АПК 1.10.15.02-08)[2], безвозвратно теряются до 30% и более углерода и элементов питания, прежде всего азота, загрязняя и отравляя биосферу. Исследователи пытаются ограничить биофильные потери при компостировании, но и как сам процесс, так и предлагаемые приемы довольно затратны, к тому же потери ограничиваются, но не исключаются.

Цель исследований. Обеспечение минимализации затрат и времени на производство и применение всех видов навоза и помета, резкое сокращение непроизводительных потерь органического вещества и элементов питания, повышение удобрительной эффективности. При этом товарная биоконверсия удобрений возлагается на почву как наиболее универсальную, высокобиогенную систему, глубоко сопряченную к биологическому круговороту составляющих компонентов её плодородия.

Материалы и методы. Изучение способов повышения эффективности использования органических удобрений (на примере подстилочного навоза КРС) проводили в течение 2007–2013 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве опытного поля ФГБНУ ВНИИОУ, которая характеризовалась слабокислой реакцией среды, низким содержанием гумуса и средним - усвояемых форм фосфора и калия. Удобрение оценивалось в 5-польном полевом севообороте: однолетние травы (люпин с овсом) + поукосный сидерат горчицы белой – картофель – яровое тритикале – овес – горчица белая на семена. Использовались сорта: картофель – Бриз, овес – Анастасия, люпин – Кристалл, тритикале – Амиго, горчица белая – Радуга.

Навоз (содержание в %: N- 0,375; P₂O₅- 0,295; K₂O- 0,383) в дозе 60 т/га вносили под картофель традиционными способами – осенью в сентябре под зябь на глубину 20 см, весной в мае перед посадкой под перепашку зяби на глубину 15-20 см и под предшественник картофеля: однолетние травы – весной под перепашку зяби на глубину 15-20 см перед посевом трав, летом в середине июля под вспашку на глубину 15-20 см перед посевом сидератов. Кроме того, на всех вариантах с навозом весной перед посадкой картофеля вносили под предпосевную культивацию перед нарезкой гребней минеральные удобрения (нитрофоску) из расчета 90 кг/га д. в. каждого. Другие культуры севооборота

возделывались по последствию удобрений, внесенных под картофель. Солома зерновых культур севооборота использовалась как фоновое удобрение на всех вариантах опыта. Опыт закладывали по следующей схеме (табл. 1).

Агротехника в опыте – общепринятая для зоны Владимирской области. В опыте подвергались изучению: динамика формирования и структура урожая, сегетальных видов растений, развитие болезней и вредителей [3], химический состав органических удобрений, почв и растений по соответствующим ГОСТам. Повторность опыта – 4 кратная, величина опытной делянки – 84 м².

Результаты и их обсуждение. Метеорологические условия периодов вегетации растений по данным Владимирской метеостанции были неравнозначны.

Годы возделывания картофеля (2008-2010) отличались крайне контрастными условиями формирования урожая, что позволило более объективно оценить эффективность изучаемых приемов использования навоза под картофель. В среднем за три ротации севооборота традиционное внесение навоза под картофель (вар. 2-3) обеспечило одинаковый прирост урожая клубней картофеля – 40%, внесение навоза под сидерат с последующей его заделкой под картофель увеличило прирост урожая до 60%.

Табл. 1. Схема полевого опыта

№	Севооборот					
	Одн. травы	Сидерат горчицы	Картофель	Тритика ле	Овес	Горчица
1	Без удобрений	-	-	-	-	-
2	-«-	-	Навоз 60т/га – осенью + (NPK) ₉₀ - весной	-	-	-
3	-«-	-	Навоз 60т/га – весной + (NPK) ₉₀ - весной	-	-	-
4	-«-	Навоз- 60т/га под сидерат - запашка осенью	(NPK) ₉₀ - весной	-	-	-
5	Навоз- 60т/га	Сидерат – запашка осенью	(NPK) ₉₀ - весной	-	-	-
6	Навоз- 60т/га	Сидерат – запашка весной	(NPK) ₉₀ - весной	-	-	-
7	Без удобрений	Сидерат запашка осенью	-	-	-	-

Внесение навоза под однолетние травы с последующим посевом промежуточного сидерата и запашкой его осенью под картофель обеспечило прирост урожая на 54% , в случае заправки сидерата весной на этом варианте использования навоза эффект снизился на 6%. Приоритетный эффект навоза, внесенного под сидераты, связан и с тем, что его сорняки, выполняя роль сидеральных культур в составе горчицы белой, лишаются негативных функций. Растения картофеля на варианте с весенним внесением навоза сильнее поражались фитофторозом, паразитирование колорадского жука больше проявилось на ослабленных растениях всех контрольных вариантов.

В среднем за три ротации более высокая продуктивность севооборота получена на варианте 4, где навоз вносили под предшественник картофеля – поукосные сидераты, ниже была эффективность навоза, внесенного под однолетние травы, и самая низкая прибавка от осеннего и летнего внесения навоза, она была на уровне от сидератов без удобрений .Средние показатели продуктивности севооборота отображают результаты, полученные за три повторения его ротации (табл. 2).

Табл. 2. Средняя продуктивность культур за ротации севооборота

№ вар	Урожайность кормовых единиц			Окупаемость 1 кг NPK , кг/га	Окупаемость 1 т навоза, ц/га	Выход переваримого протеина, ц/га		
	всего, ц/га	прибавка				всего, ц/га	прибавка	
		ц/га	%				ц/га	%
1	124	-	-	-	-	13.0	-	-
2	149	25	20	2.2	0.23	14.0	1.0	8
3	152	28	23	2.6	0.27	15.0	2.0	15
4	195	71	57	6.3	0.66	22.0	9.0	69
5	183	59	48	5.3	0.56	20.0	7.0	54
6	170	46	37	4.1	0.43	19.0	6.0	46
7	147	23	19	-	-	16.0	3.0	23

На 1 гектар севооборотной площади на варианте без удобрений выход кормовых единиц составил 25 ц/га, на вариантах с осенним и летним внесением навоза возрос до 30 ц/га, при летнем внесении навоза под картофель через сидерат – 40 ц/га, то есть по сравнению с традиционными способами внесения навоза эффект возрос на 10 ц/га (33%). Выход переваримого протеина увеличился на 57 %. Окупаемость 1 тонны навоза урожаем культур возросла в 2,63 раза. Всё это свидетельствует о том, что навоз, внесенный под предшественник картофеля - сидераты, становится более доступным растениям не только в прямом действии, но и последствии, способствуя тем самым формированию дополнительного урожая культур севооборота, не оказывая отрицательного влияния на их качество, а более высокое потребление из него углерода и биофильных элементов ограничивает загрязнение ими окружающей

среды. Все способы использования навоза в органоминеральной системе удобрения согласно расчетов по методике ВНИИОУ [4] способствовали повышению гумусированности почвы под опытом и коэффициентов их усвоения растительной продукцией (рис.1).

Вынос элементов питания из удобрений на вариантах 2-3 рассматривался относительно варианта 1, а на вариантах 4-6 – относительно варианта 7.

По сравнению с традиционными способами внесения навоза (вар. 2-3) внесение навоза под промежуточные посевы сидератов (вар. 4) способствовало увеличению выноса из органоминерального удобрения азота и калия в 2 раза, фосфора – в 1,4 раза. Эффект от использования навоза под однолетние травы и осенней заправки последующих сидератов (вар. 5) был ниже.

При расчете экономической эффективности удобрений [5] в севообороте по ценам 2013 г. затраты на удобрения составили 21 тыс. руб. (60 т навоза по 200 руб./т = 12 тыс. руб. и 9 тыс. руб. стоимость нитрофоски), затраты на возделывание культур учитывали по технологическим картам. Продукция оценивалась: 1 ц кормовых единиц зерновой продукции – 400 руб., 1 ц учетного урожая картофеля – 500 руб.

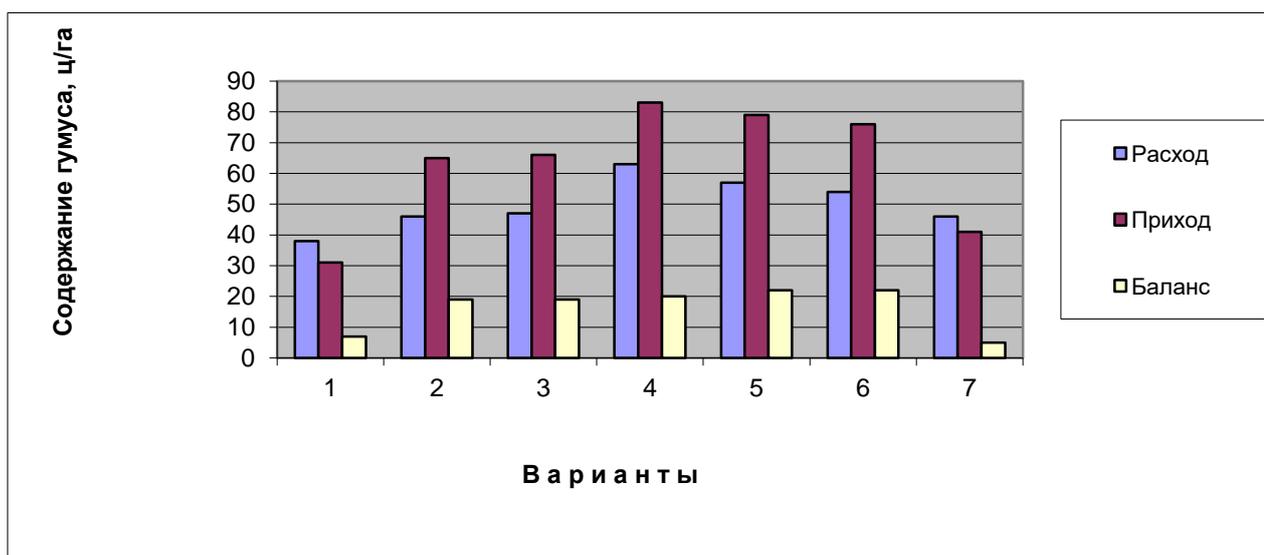


Рис. 1. Влияние удобрений на баланс гумуса в севообороте, ц/га

При расчете экономической эффективности удобрений [5] в севообороте по ценам 2013 г. затраты на удобрения составили 21 тыс. руб. (60 т навоза по 200 руб./т = 12 тыс. руб. и 9 тыс. руб. стоимость нитрофоски), затраты на возделывание культур учитывали по технологическим картам. Продукция оценивалась: 1 ц кормовых единиц зерновой продукции – 400 руб., 1 ц учетного урожая картофеля – 500 руб.

Условно чистый доход за ротацию севооборота получен на всех вариантах опыта. На вариантах с удобрениями – от 88 до 118 тыс. руб./га.

Особой разницы между сроками внесения навоза с осени или весной не было. Наиболее высокий доход 118 тыс. руб./га и уровень рентабельности 119% удобрений получены на варианте 4, где навоз вносили под укосные сидераты горчицы.

Заключение. Кроме положительного эффекта выявленного приема использования навоза, особая важность этого опыта заключается и в том, что он показал возможность и способы *внутрипочвенного компостирования органических удобрений, использования биологических мер борьбы с сорняковыми видами растений* с положительным агроэкологическим и экономическим эффектом.

Подобные результаты исследований позволяют также считать, что до тех пор пока ассенизаторские функции почвы мы будем брать на себя, неизбежны огромные затраты на утилизацию навоза, постоянный конфликт с окружающей средой и бессмысленная беспомощность в решении данной проблемы.

Библиографический список

- 1.Еськов А.И., Новиков М.Н., Лукин С.М. и др. Справочная книга по производству и применению органических удобрений .Владимир,2001. 495 с.
- 2.РД АПК 1.10.15.02 -08. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета.
- 3.Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.,1968. 336 с.
- 4.Попов П.Д., Жуков А.И., Лукин С.М. и др. Расчет баланса гумуса и потребности в органических удобрениях. Владимир,1987. 15 с.
- 5.Методические указания по определению экономической эффективности удобрений и других средств химизации, применяемых в сельском хозяйстве. М.: Колос,1979. 25 с.

EFFECTIVE USE OF ORGANIC FERTILIZERS IN FIELD CROP ROTATION

Novikov Mikhail Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the lab. Sideratov of the All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat – a branch of the Verkhnevolzhsky FANC

E-mail:novik.mih@yandex.ru

Abstract: *The article presents the results of field studies to assess the effectiveness of various methods of using organic fertilizers in a 6-pole crop rotation on sod-podzolic sandy loam soils in 2007-2013 years.*

Keywords: *litter manure, methods of application for potatoes, crop yield, crop quality, soil fertility, economic efficiency*

УДК 633.14: 631.811

ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ

Мудрых Наталья Михайловна, к. с.-х. н., доцент кафедры агрохимии, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ E-mail: nata020880@hotmail.com

Аннотация: В статье представлены данные по влиянию климатических параметров на урожайность сортов озимой ржи и их отзывчивость на минеральные удобрения.

Ключевые слова: урожайность, осадки, гидротермический коэффициент, элементы питания

Введение. Озимая рожь является одной из основных зерновых культур Нечерноземья. На урожайность ржи оказывают сильное влияние погодные условия, которые определяют перезимовку растений, густоту продуктивного стеблестоя, число зерен в колосе и массу 1000 зерен. Рожь меньше, чем другие зерновые культуры подвержена отрицательному действию кислых почв, преобладающих в структуре пахотных почв. Она хорошо отзывается на основные минеральные удобрения – азотные, фосфорные и калийные [1-5].

Цель. Провести оценку пластичности сортов озимой ржи к климатическим условиям и отзывчивости их на применение минеральных удобрений.

Материалы и методы. Объект исследований – озимая рожь районированных сортов Фаленская 4, Вятка 2, Кировская 89. Оценка влияния климатических условий на урожайность озимой ржи за период с 2006 по 2018 гг. проводили по данным сборников результатов сортоиспытания на пяти госсортоучастках Пермского края, расположенных в разных природно-сельскохозяйственных районах (ПСХР): Коми-Пермяцкий северо-западный южно-таежно-лесной (Кудымкарский); Центрально-восточный южно-таежно-лесной (Верхнемуллинский); Западный южно-таежно-лесной (Нытвенский и Куединский); Юго-восточный лесостепной (Березовский). Верхнемуллинский сортоучасток взят за контрольный. В модельном лабораторном опыте установлено влияние условий питания в начальный период роста и развития растений озимой ржи. Закладка модельных опытов проведена в соответствии с ИСО 11269-2 и ГОСТ Р 22030-2009. Схема опыта: Контроль; $P_{0,1}$; $N_{0,15}P_{0,1}$; $N_{0,15}(PK)_{0,1}$. Повторность вариантов в опыте восьмикратная. В опыте вносили аммонийную селитру, суперфосфат простой и хлористый калий. Растения выращивали в пластиковых сосудах объёмом 300 мл³, вмещающих 150 г воздушно-сухой почвы. В сосуды высаживали по 10 проросших семян. Растения выращивали в течение 14 дней после появления всходов при температуре 20-25 °С, полив проводили до влажности почвы 60 % ПВ. Определение морфометрических показателей проводили у 14-дневных растений.

Результаты и их обсуждение. Наиболее высокие значения урожайности по изучаемым сортам получены в западном южно-таежно-лесном районе –

36,8-38,9 ц/га, где установлены наиболее благоприятные климатические условия. Наименьшие – в юго-восточном лесостепном и западном южно-таежно-лесном районах соответственно 27,4-30,9 ц/га и 27,3-29,2 ц/га (рис. 1).

Математически доказано влияние климатических условий ПСХР на продуктивность сортов ржи. Так, в Западном южно-таежно-лесном (Нытвенский госсортоучасток) урожайность составила 37,9 ц/га, в Центрально-восточном южно-таежно-лесном – меньше на 5,5 ц/га, в Юго-восточном лесостепном – 9 ц/га и Западном южно-таежно-лесном (Куединский госсортоучасток) – 9,9 ц/га. Оценивая урожайность отдельных сортов установлено, что существенной разницы между ними не обнаружено, продуктивность сорта Фаленская 4 составила 33,2 ц/га, Вятки 2 – 31,5, Кировская 89 – 31,8 ц/га.

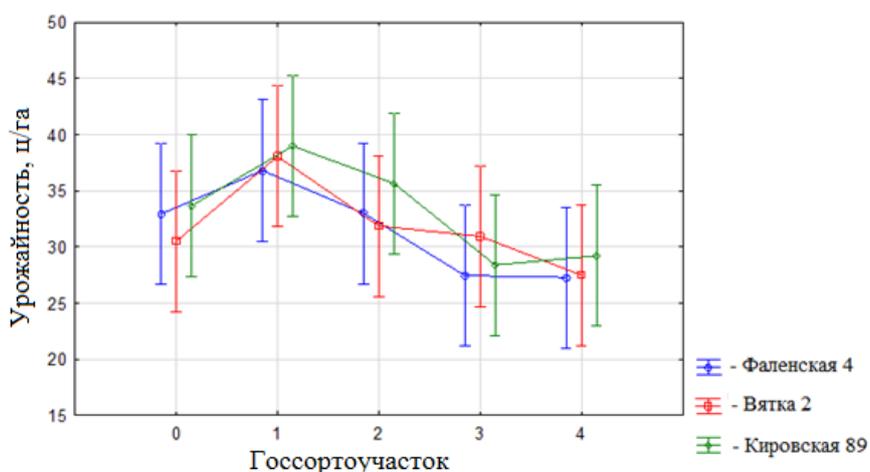


Рис. 1. Урожайность сортов озимой ржи на госсортоучастках края
 0 – Верхнемуллинский; 1 – Нытвенский район; 2 – Кудымкарский; 3 – Березовский; 4 – Куединский. Фактор А – сорт ($F_{факт.} < F_{т.}$), Фактор В – госсортоучасток ($НСР_{05} = 5,1$ ц/га) и взаимодействие факторов А×В ($F_{ф.} < F_{т.}$)

На урожайность ржи сорта Кировская 89, выращиваемой в Западном южно-таежно-лесном районе, существенное влияние оказала сумма осадков за июнь ($r = -0,6$). В Юго-восточном лесостепном районе сумма эффективных температур за вегетационный период на все изучаемые сорта ржи оказала существенное отрицательное влияние ($r = 0,6-0,7$). Математически значимое влияние на урожайность ржи сортов Фаленская 4 и Вятка 2 в Коми-Пермяцком северо-западном южно-таежно-лесном районе оказала сумма осадков за летне-осенний период ($r = 0,8$ и $0,6$ соответственно). Установлена математически доказанная обратная корреляционная зависимость между урожайностью озимой ржи с ГТК за вегетационный период по всем сортам и во всех ПСХР ($r = -0,5-(-0,4)$).

Применяемые удобрения оказали математически доказуемое влияние на биометрические параметры и химический состав ржи. Применение азота оказало неоднозначное влияние на рожь. Растения ржи сорта Вятка 2 при внесении азота в почву увеличились в длине относительно контроля, в то время как сорта Фаленская были более компактными. Внесение фосфора привело к

достоверному увеличению длины растений ($r = 0,8$) и накоплению азота в растениях ($r = 0,5$). Калийные удобрения не оказали математически достоверного влияния на растения ржи.

Заключение. Проанализировав тесноту связи величины урожайности озимой ржи с климатическими показателями, можно сделать вывод, что вариабельность выборки средняя и высокая, что доказывает влияние климатических условий на сорта ржи. Применяемые минеральные удобрения оказали неоднозначное влияние на биометрические параметры и химический состав растений озимой ржи.

Библиографический список

1. Кедрова, Л.И. Реализация адаптивного потенциала продуктивности озимой ржи в условиях региональных климатических изменений / Л.И. Кедрова, Е.И. Уткина, М.Г. Шамова, Н.А. Набатова // АгроЭкоИнфо. 2019. № 3 (37). С. 29.

2. Максимов, В.А. Урожайность и качество зерна сортов озимой ржи в условиях Республики Марий Эл / В.А. Максимов, Р.И. Золотарёва // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2018. Т. 4. № 1 (13). С. 23-29.

3. Нуждина, Н.Н. Урожайность и качество зерна современных сортов озимой ржи / Н.Н. Нуждина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное оборудование. 2018. № 3. С. 165-172.

4. Субботина, А.А. Динамика посевных площадей и урожайности зерна озимой ржи в Пермском крае / А.А. Субботина, М.А. Алёшин // В сборнике: Сортovou агротехнику полевых культур – в производство. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения профессора кафедры растениеводства Ивана Васильевича Осокина. Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова. 2020. С. 117-119.

5. Шляхтина, Е.А. Влияние почвенно-климатических условий на зимостойкость и урожайность озимой ржи / Е.А. Шляхтина // Научно-производственный журнал Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 2. С. 31-36.

RESPONSIVENESS OF WINTER RYE VARIETIES TO CLIMATIC CONDITIONS AND MINERAL NUTRITION

*Mudrykh Natalya Mikhailovna, Candidate Agricultural Science,
Associate Professor Agrochemistry Department, Perm State Agro-Technological
University E-mail: nata020880@hotmail.com*

Abstract: The article presents data on the influence of climatic parameters on the yield of winter rye varieties and their responsiveness to mineral fertilizers.

Keywords: yield, precipitation, hydrothermal coefficient, nutrition elements

УДК 631 854.2

МИКРОМИЦЕТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Манишкин Сергей Геннадьевич, к. с.-х. н., доцент кафедры техники и прогрессивных технологий ФГБОУ ДПО «Марийский институт переподготовки кадров агробизнеса» E-mail: stroysad@mail.ru

Апаева Нина Николаевна, к. с.-х. н., доцент кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений, ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет» E-mail: apaevanina@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены изменения микромицетного состава почвы на посевах яровой пшеницы. Внесение гранулированных органических удобрений повлияли на численность и соотношение патогенных и сапротрофных грибов в ризосфере яровой пшеницы. При внесении удобрений в виде подкормки увеличивает общее количество микромицетов, снижает численность патогенных грибов и увеличивает антагонистов в почве. Улучшается фитосанитарное состояние почвы и снижается пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями.

Ключевые слова: гранулированное органическое удобрение, птичий помет, яровая пшеница, микромицеты, патогены, корневые гнили.

Введение. В каждом виде почв, обладающем конкретными физико-химическими свойствами, развиваются определенное количество и группы микроорганизмов, и устанавливается биологическое равновесие, характерное для данных условий и сезона. В присутствии растений в почве численность и состав микрофлоры значительно меняются, особенно в прикорневой зоне. Микроорганизмы ризосферы питаются корневыми выделениями и, в свою очередь, выделяют метаболиты или синтезируют доступные для растений питательные вещества [1,3].

Для получения гранулированных удобрений птичий помет вначале компостируется и обрабатывается микроорганизмами, которые способствует быстрому разложению помета. Через несколько дней компост готов, затем высушивается и гранулируется. Такое удобрение не имеет запаха, легко храниться и удобен в применении [2].

По своему действию птичий помет совершенно не уступает в плане количества питательных веществ дорогим минеральным удобрениям. Даже превосходит: благодаря своей органической форме, эти питательные вещества

намного меньше вымываются из почвы, хорошо доходят до корней и не создают высокой концентрации солей [4,5].

Цель – изучение микромицетного состава почвы в зависимости от применения гранулированных органических удобрений на основе птичьего помета.

Материалы и методы. Опыты проводили на агробиостанции Марийского госуниверситета. Схема опыта: 1. Контроль (без удобрений); 2. Предпосевное (под культивацию); 3. Припосевное (в рядки вместе с семенами); 4. Подкормка (в фазе кущения в разброс). Норма внесения гранулированных органических удобрений во всех вариантах была одинаковой (500 кг/га). Сортовой яровой пшеницы Екатерина, норма высева 5,5 млн. шт./га. Предшественником яровой пшеницы был картофель. Анализ микромицетного состава почвы проводили методом посева на твердую питательную среду Чапека.

Результаты и их обсуждение. Внесение в почву гранулированных органических удобрений не только улучшает питание растений, но и изменяет условия существования почвенных микроорганизмов. Анализ микромицетного состава почвы показал, что внесение их увеличивает микробиологическую активность (таблица 1).

Таблица 1. Микромицетный состав почвы, тыс. шт. КОЕ на 1 г почвы

Варианты	Всего грибов	Количество патогенов	Количество сапротрофов	Количество антагонистов
фаза кущения яровой пшеницы				
Контроль	27,0	4,5	22,5	0
Предпосевное	28,4	2,0	26,4	0,2
Припосевное	26,3	1,5	24,5	0,3
Подкормка	42,0	1,5	40,5	0
фаза колошения				
Контроль	29,2	4,0	24,0	1,2
Предпосевное	35,0	1,5	28,0	5,5
Припосевное	41,5	2,0	36,0	3,5
Подкормка	60,2	1,5	48,2	10,5
фаза молочной спелости				
Контроль	31,6	8,2	21,7	1,7
Предпосевное	50,2	3,5	36,5	10,2
Припосевное	58,4	4,2	40,2	14,0

Подкормка	66,5	2,0	52,0	12,5
-----------	------	-----	------	------

От внесения гранулированных органических удобрений увеличивается общее количество почвенных грибов и уменьшается количество патогенных. При этом увеличивается количество антагонистов. Так, на контрольном варианте общее количество грибов составило 27,0 тыс. КОЕ на 1 г почвы, из них 4,5 тыс. КОЕ были патогенными грибами. Во втором варианте (предпосевное внесение ГОУ) количество патогенов было меньше контроля на 1,5 тыс. КОЕ. В этом варианте были обнаружены антагонисты. В варианте с припосевным внесением ГОУ количество патогенов уменьшилось в 3 раза по сравнению с контролем. В варианте с подкормкой пшеницы ГОУ общее количество грибов было больше контроля на 15 тыс. Увеличилось количество сапротрофных грибов на 18,0 тыс., патогенов было меньше контроля в 3 раза.

Дальнейший анализ микромицетного состава почвы показал, что количество сапротрофных и антагонистических грибов в вариантах с ГОУ увеличивается, как и общее количество грибов в почве. Так, в фазе колошения в варианте с предпосевным внесением ГОУ общее количество грибов увеличивается по сравнению с контролем на 5,8 тыс. КОЕ на 1 г почвы. Количество патогенов уменьшилось в 2,6 раза, увеличилось количество сапротрофов и антагонистов. В варианте с припосевным внесением ГОУ общее количество грибов было больше контроля в 1,4 раза, патогенов меньше на 2 раза, сапротрофных грибов больше в 1,5 раза и антагонистов – в 3 раза. В варианте с подкормкой всего грибов увеличилось в 2 раза по сравнению с контролем, патогенов уменьшилось в 2,6 раза, сапротрофов и антагонистов было больше в 2 и 8,7 раза по сравнению с контролем.

В фазе молочной спелости яровой пшеницы наблюдается тенденция увеличения сапротрофных и антагонистических грибов в вариантах с ГОУ и снижение количества патогенов.

Наибольшее количество грибов в ризосфере яровой пшеницы было в варианте с подкормкой. В 2 раза больше контроля. Количество патогенов снизилось в 4 раза и увеличилось количество антагонистов в 7,3 раза.

К патогенным грибам, из выделенных нами, отнесли грибы *Fuzarium culmorum* Sacc., *Fuzarium oxysporum* Schl., и *Alternaria alternata* Fr., являющиеся возбудителями корневых гнилей яровой пшеницы. Эти грибы являются типичными для данного агроценоза, остальные виды патогенов встречались редко. Из сапротрофных грибов наиболее чаще встречались грибы *Penicillium frequentans* Westl., *Penicillium viridicatum* Westl., *Penicillium funiculosum* Thom., *Aspergillus niger* van Tiegh., *Aspergillus clavatus* Desm., *Rhizopus nigricans* Ehr., *Mucor piriformis* Fisch. Всего нами были выделены грибы из 20 видов, включая гриб-антагонист *Trichoderma lignorum* (Tode).

На всех вариантах с применением ГОУ распространенность и развитие корневых гнилей было меньше контроля (таблица 2).

Таблица 4. Распространенность и развитие корневых гнилей яровой пшеницы, %

Варианты	Фаза кущения		Фаза колошения		Фаза молочной спелости	
	P	R	P	R	P	R
Контроль	30,6	8,5	43,2	16,2	47,4	25,2
Предпосевное	20,4	4,4	31,8	8,6	35,6	14,5
При посеве	19,5	4,1	29,8	7,8	33,3	13,4
Подкормка	18,4	3,8	27,5	7,6	32,5	13,1
НСР ₀₅	1,1	0,7	2,4	0,8	2,8	0,7

Наименьшее распространение и развитие корневых гнилей было в четвертом варианте с применением ГОУ в виде подкормки на всех фазах развития растений.

Улучшение фитосанитарного состояния почвы ведет за собой снижение поражения яровой пшеницы корневыми гнилями. Это, в свою очередь, сказывается на повышении урожайности.

Заключение.

Внесение в почву органических удобрений улучшает микробиологическую активность, изменяет условия существования почвенных микроорганизмов. В варианте с применением ГОУ в виде подкормки наблюдалось наибольшее количество почвенных грибов, по сравнению с контролем в фазе кущения общее количество грибов больше в 1,5 раза, в фазе колошения и молочной спелости – в 2 раза. Количество патогенов уменьшилось в 3; 2,1 и 4,1 раза по фазам развития пшеницы соответственно. Внесение ГОУ способствовало увеличению грибов-антагонистов в почве.

Улучшение фитосанитарного состояния почвы ведет за собой снижение поражения яровой пшеницы корневыми гнилями. Наименьшее распространение и развитие корневых гнилей было в варианте с применением ГОУ в виде подкормки на всех фазах развития растений.

Библиографический список

1. Араева N.N. Ecologized technology of spring wheat cultivation with application of granular organic fertilizers / N.N. Араева, А.М. Yamalieva, S.G.

Manishkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness" 2021. С. 012217.

2. Apaeva N.N. The role of granular organic fertilizers in improving the micromycete composition of the soil / N.N. Apaeva, A.M. Yamalieva, L.B. Kudryashova, S.G. Manishkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 22073.

3. Апаева Н.Н. Влияние гранулированных органических удобрений на микромицетный состав почвы / Н.Н. Апаева, А.М. Ямалиева, С.Г. Манишкин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 57. С. 32-38.

4. Апаева Н.Н. Влияние гранулированных органических удобрений на развитие почвенной микрофлоры / Н.Н. Апаева, А.И. Малков, С.Г. Манишкин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2020. № 22. С. 43-46.

5. Малков А.И. Влияние гранулированных органических удобрений на фитосанитарное состояние почвы и урожайность ячменя ярового / А.И. Малков, Н.Н. Апаева // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2021. № 23. С. 94-98.

MICROMYCETAL COMPOSITION OF THE SOIL DEPENDING ON THE METHOD OF APPLICATION OF GRANULAR ORGANIC FERTILIZERS

Manishkin Sergey Gennadievich, Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of Technique and Progressive Technologies Department, Federal state-funded educational institution of additional professional education «Mari Institute for Retraining of Agribusiness Personnel» E-mail: stroysad@mail.ru

Apaeva Nina Nikolaevna, Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General Agriculture, Crop Production, Agrochemistry and Plant Protection, Federal state-funded educational institution of higher education «Mari State University» E-mail: apaevanina@mail.ru

Abstract: There are changes in the micro-mycetal composition of soil in spring wheat crops considered in the article. The application of granular organic fertilizers affected the number and ratio of pathogenic and saprotrophic fungi in the rhizosphere of spring wheat. The application of fertilizer in the form of top dressing contributes to

an increase in the total number of mycomycetes. At the same time, the number of pathogenic fungi decreases but the number of antagonists in the soil increases. The phytosanitary condition of the soil improves and the infestation of spring wheat with root rot decreases.

Keywords: granulated organic fertilizer, poultry manure, spring wheat, mycomycetes, pathogens, root rot.

УДК 633.14: 631.811

ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАНТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОВЕДЕНИЕ КАДМИЯ В СИСТЕМЕ ТОРФЯНАЯ НИЗИННАЯ ПОЧВА – ГОРЧИЦА БЕЛАЯ

Уткин Алексей Анатольевич, к.с.-х.н, доцент, заведующий кафедрой агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К. Беляева E-mail: aleut@inbox.ru

Аннотация: Увеличение концентрации валовой формы кадмия в торфяной почве заметнее проявлялось от использования агромелиорантов, чем от удобрений. Удобрения, в основном, приводили к повышению подвижности металла в почве. Применение удобрений на фоне мелиорантов чаще приводило к увеличению концентрации металла в растениях, по сравнению с вариантами без их использования.

Ключевые слова: Диатомит, цеолит, кембрийская глина, известь, минеральные удобрения, кадмий, торфяная низинная почва, растение.

Введение. Накопление в почвах избыточных количеств такого металла как кадмий, относящегося к приоритетным экотоксикантам, обнаружено во многих почвах. Установлено, что площади земель, загрязненных кадмием в России составляют 184 тыс. га [3]. При этом с каждым годом доля загрязненных почв увеличивается, что создает опасность частичного вывода таких земель из сельскохозяйственного оборота. Как альтернативный вариант в этом случае выступают торфяные низинные почвы, в виду того, что они в настоящее время мало востребованы в сельскохозяйственном производстве и им отводится «запасная» роль. Их отличает довольно высокий уровень потенциального плодородия, что позволит получать дополнительное количество растениеводческой продукции, тем более что площадь торфяных низинных почв на территории России довольно значительна и составляет 56641,3 тыс. га [2].

Большинство экспериментов по изучению накопления тяжелых металлов растениями проведено на минеральных почвах. В литературе также представлены некоторые результаты исследований поступления свинца в растения из торфяных низинных почв. Обнаружены значительные отличия в

параметрах накопления кадмия растениями из органогенных и минеральных почв. Однако для более полного изучения механизмов поведения кадмия в системе торфяная низинная почва – растение необходим ряд дополнительных экспериментов, включающих в себя использование различных агромелиорантов, сельскохозяйственных культур и видов торфяных почв [4, 5].

Цель – изучение влияния цеолита, диатомита, кембрийской глины, извести и минеральных удобрений на подвижность кадмия в торфяной низинной почве и его накопление растениями горчицы белой.

Материалы и методы. Объектом наших исследований явилась торфяная низинная почва, отобранная в естественных условиях из верхнего слоя на торфяном массиве мелиорированного низинного болота вблизи пос. Новое Леушино Тейковского района Ивановской области.

Агрохимическая характеристика нативной торфяной низинной почвы: рН(kcl) – 6,29; гидролитическая кислотность (H_T) – 9,0 мг-экв/100 г почвы; сумма поглощенных оснований (S) – 40,0 мг-экв/100 г почвы; степень насыщенности основаниями (V) – 86,9%; валовая и подвижная концентрации кадмия – 0,21 и 0,044 мг/кг почвы, соответственно.

Химические свойства цеолита: рН(kcl) – 8,3; ЕКО – 32,1 (мг-экв/100 г почвы); доступные соединения N–NH₄+NO₃, P–P₂O₅, K–K₂O, Ca–CaO, Mg–MgO, Na–Na₂O и Mn–MnO – 7-8, 25-37, 120-270, 4400-5200, 1200-2000, 120-125 и 430-450 мг/кг соответственно. Препарат состоит из неровных гранул 2-4 мм, светло-серого цвета. Выпускается по ТУ 2163-001-55345068-2001. Класс опасности: 4 (малоопасное вещество).

Химические свойства диатомита: содержание соединений, %: SiO₂ – 74,8-88,0, в т.ч. в аморфной форме – 40-45%; Al₂O₃ – 3,3-9,7; CaO – 0,6; Fe₂O₃ – 2,3-4,8; MgO – 0,6-1,7; Na₂O – 0,74; K₂O – 0,96. Препарат состоит из розовых гранул 1-3 мм. Выпускается по ТУ 2164-005-03811093-16. Класс опасности: 4.

Кембрийская глина – мелкодисперсный голубой порошок, содержащий природные минералы и элементы. Выпускается по ТУ 5751-031-38605220-16. Класс опасности: 4.

По общепринятым в агрохимической практике методикам были выполнены следующие определения: подвижные соединения кадмия в торфяной почве на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант – 2А» (в вытяжке ацетатно-аммонийного буфера с рН 4,8) при соотношении торфяной почвы к раствору как 1 : 5 (ГОСТ Р 53218); валовые концентрации кадмия в почве смесью кислот (М-МВИ-80-2008 ФР.1.31.2013.14150); содержание кадмия в растениях сухим озолением: (РД 52.18.289-90).

Схема опыта включала в себя два фактора: А – минеральные удобрения; В – агромелиоранты из 10 вариантов. Повторность опыта 3-х кратная.

Схема опыта: блок 1: 1. контроль; 2. цеолит; 3. известь гашеная; 4. диатомит; 5. кембрийская глина; блок 2: 1. NPK – фон; 2. фон + цеолит; 3. фон + известь гашеная; 4. фон + диатомит; 5. фон + кембрийская глина.

Опыт проводился в пластиковых сосудах емкостью 2,5 л. Масса воздушно-сухой торфяной почвы в сосудах с известью, контрольного и фонового вариантов составляла 1,4 кг.

Цеолит и диатомит вносился в смеси с торфом по массе в соотношении: торф : цеолит (диатомит) – 6 : 1 или 1,2 : 0,2 (кг/сосуд). Доза извести составила 9,3 г/сосуд. В качестве фона использовались минеральные удобрения – сульфат аммония, суперфосфат простой гранулированный и сульфат калия в дозах 0,15, 0,1 и 0,1 г д.в./кг сухой почвы, соответственно.

Набивка сосудов почвой, удобрениями и агроулучшителями под предыдущий опыт проводилась 25.10.2020 г., затем сосуды в течение нескольких месяцев выдерживались (компостировались) в условиях лаборатории при регулярном поливе с целью более эффективного распределения агроулучшителей и удобрений в объеме почвы.

Норма высева проросших семян горчицы составила 9 штук/сосуд. Посев проросших семян осуществлялся 19.07.2021 г. Уборка зелёной массы проводилась 22.10.2021 г. Период вегетации культуры составил 90 дней. Сорт горчицы – «Белянка».

Во время вегетации растений в почве поддерживалась оптимальная влажность на уровне 70% от ППВ путем полива дистиллированной водой по массе сосуда. В течение опыта велись морфологические наблюдения за растениями.

После уборки и учета урожая с каждого опытного варианта из трех повторностей составлялась объединенная проба растений и почвы на анализ валовых и подвижных соединений металла.

При обработке экспериментальных данных был рассчитан коэффициент накопления (КН) металла растениями, равный отношению концентрации элемента в растениях к его валовой концентрации в почве. Степень подвижности кадмия в торфяной почве рассчитана из соотношения подвижных соединений металла к величине валовой концентрации в почве и выражена в процентах.

Аналитические результаты почвенных и растительных образцов подвергались математической обработке с использованием пакета MS Excel-2003.

Результаты и их обсуждение. Данные, отражающие валовые и подвижные концентрации кадмия в торфяной почве и содержание его в растениях, представлены в таблице 1.

Наибольшие значения валовой и подвижной форм концентраций кадмия в торфяной низинной почве отмечались в вариантах с известью, как на фоне минеральных удобрений, так и без них.

Минеральные удобрения, в основном, несколько снижали валовую концентрацию кадмия в почве.

Использование мелиорантов (варианты фактора Б), за исключением извести приводило к снижению в 1,35-1,86 раза концентрации подвижных соединений Cd по сравнению с концентрацией подвижных форм Cd в почве

контроля. Использование минеральных удобрений совместно с мелиорантами незначительнее снижало содержание подвижных форм Cd в почве в 1,23-1,57 раза.

Таблица 1. Влияние агроmeliорантов и удобрений на накопление кадмия горчицей из торфяной низинной почвы

Вариант опыта	Валовая концентрация Cd в почве, мг/кг	Концентрация подвижных соединений Cd в почве, мг/кг	Степень подвижности, %	Концентрация Cd в растениях, мг/кг	КН
Контроль	0,20	0,054	27,00	0,178	0,89
Цеолит	0,22	0,029	13,18	0,099	1,27
Известь	0,38	0,220	57,89	0,174	0,45
Диатомит	0,13	0,040	30,77	0,228	1,31
Кембрийская глина	0,11	0,044	40,00	0,600	0,46
НРК - фон	0,15	0,047	31,33	0,191	0,96
Фон + цеолит	0,17	0,030	17,65	0,222	1,75
Фон + известь	0,50	0,240	48,00	0,480	1,51
Фон + диатомит	0,10	0,038	38,00	0,151	5,45
Фон + кембрийская глина	0,18	0,034	18,89	0,131	0,73

Степень подвижности соединений Cd в нативной торфяной низинной почве опыта (контроль) отличалась существенно меньшими значениями от подвижности металла в минеральных почвах, где она находится приблизительно на уровне 70-95 % [3].

Наименьшая степень подвижности металла в почве наблюдалась при использовании цеолита, как на фоне минерального удобрения, так и без него. Другие исследуемые агроmeliоранты не обладали инактивирующим действием на подвижность металла в почве.

Наибольшее снижение подвижности кадмия в почве опыта с использованием цеолита, в отличие от других мелиорантов, можно объяснить, например, следующими механизмами поглощения и удержания металла: проникновение и удержание катионов Cd^{2+} из почвенного раствора в межпакетных пространствах кристаллической решетки при набухании глинистых минералов, входящих в состав препарата. Кроме того, глинистым минералам препарата свойственно и экстрамицеллярное поглощение элементов на внешней поверхности и сколах частиц за счёт выраженных электростатических сил притяжения.

Одним из показателей качества сельскохозяйственной продукции, является содержание в ней различных экотоксикантов, например, тяжелых металлов. Доступность многих металлов для растений чаще определяется содержанием подвижных форм элемента в почвах с помощью почвенной вытяжки ААБ с рН 4,8, которая, по мнению многих исследователей, в полной мере характеризует уровень их загрязнения.

Количество Cd, накопленное культурой из незагрязненной торфяной почвы, согласуется с величинами его содержания у большинства растений, произрастающих на незагрязненных или слабо загрязненных почвах, которое варьирует от 0,05 до 0,2 мг/кг воздушно-сухой массы [1].

Диатомит и кембрийская глина в вариантах без минеральных удобрений способствовали меньшему накоплению кадмия растениями, по сравнению с другими мелиорантами, и, наоборот, на фоне применения удобрений, диатомит и кембрийская глина вызвали накопление металла в количествах превышающих содержание в растениях фонового варианта.

Применение минеральных удобрений приводило к снижению поглощения Cd растениями по сравнению с вариантами без их использования только у вариантов с диатомитом и глиной.

Согласно временного максимально-допустимого уровня содержания некоторых химических элементов в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках растения большинства вариантов опыта не накапливали из почвы кадмий в концентрациях, превышающих допустимое максимальное количество (0,3 мг Cd/кг массы) для сочных кормов.

Между концентрацией соединений валовой формы кадмия в торфяной почве и концентрацией металла в растениях вариантов без удобрений и с их использованием отмечалась средней и высокой силы корреляционная взаимосвязь: $r = -0,56$ и $0,96$ соответственно. Между валовыми и подвижными формами концентраций металла в почве отмечалась корреляция высокой силы: $r = 0,89$ (без удобрений) и $r = 0,97$ (с удобрениями).

Представленные расчетные величины КН по вариантам опыта соответствуют литературным данным, в которых КН кадмия для большинства растений составляет от 0,01 до 16,8 [3].

Заключение. Выращивание горчицы на зеленый корм скоту на незагрязненных кадмием торфяных низинных почвах недопустимо с использованием кембрийской глины и извести на фоне минеральных удобрений, в остальных случаях опасности отравления животных кадмием от поедания зеленой массы горчицы не существует.

Библиографический список

1. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. - Л.: Агропромиздат, 1987. - 142 с.
2. Концепция охраны и рационального использования торфяных болот России. Под общей редакцией чл.-корр. РАСХН Л.И. Инишевой. - Томск: ЦНТИ, 2005. - 97 с.
3. Тяжелые металлы в системе почва – растение – удобрение /Под общей ред. М.М. Овчаренко. - М.: ЦИНАО, 1997. - 290 с.
4. Уткин, А.А. Особенности накопления кадмия растениями тимофеевки луговой из торфяной низинной почвы // Аграрный вестник Верхневолжья. - 2021. - №2 (35). - С. 35-40.
5. Уткин, А.А. Агромелиоративное действие цеолита и азофоски на торфяную низинную почву загрязненную кадмием при выращивании салата //

Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2009. - №16. - С. 19-23.

INFLUENCE OF MELIORANTS AND MINERAL FERTILIZERS ON THE BEHAVIOR OF CADMIUM IN THE PEAT LOWLAND SOIL – WHITE MUSTARD SYSTEM

Utkin A.A., candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of agrochemistry and ecology

Ivanovo State Agricultural Academy, 153012, Russia, Ivanovo, Sovetskaya str., 45

Abstract: *The increase in the concentration of the gross form of cadmium in peat soil was more noticeable from the use of agromeliorants than from fertilizers. Fertilizers mainly led to an increase in the mobility of metal in the soil. The use of fertilizers against the background of meliorants more often led to an increase in the concentration of metal in plants, compared with options without their use.*

Key words: *Diatomite, zeolite, cambrian clay, lime, mineral fertilizers, cadmium, peat lowland soil, plant.*

УДК 631.445.24

АДАПТАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ РОССИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ БЕСПРЕЦЕДЕНТНЫХ ВЫЗОВОВ (ПРИМЕР УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ).

Перевертин Кирилл Александрович, д.б.н., ведущий научный сотрудник отдела агроэкологической оценки земель ФИЦ ФБГНУ «Почвенный институт им. В.В.Докучаева» E-mail perevertink@mail.ru

Баматов Ибрагим Мусаевич, к.б.н., старший научный сотрудник отдела агроэкологической оценки земель ФИЦ ФБГНУ «Почвенный институт им. В.В.Докучаева»

Аннотация: *В современных условиях беспрецедентных вызовов возможны адаптационные трансформации систем земледелия вплоть до смены целевой функции модели управления: от максимизации прибыли до обеспечения гарантированного уровня выхода урожайной продукции.*

Ключевые слова: *адаптивные системы земледелия, целевая функция, удобрения.*

Введение. Присоединяясь к поздравлениям со 110-летним юбилеем – значимой дате, которой посвящена конференция, отметим, что специальность агронома в настоящее непростое время становится одной из самых социально востребованных. Именно производству продовольствия (напрямую связанному

с производством удобрений) возможно суждено стать экономической доминантой и в определённой мере долевой альтернативой добыче углеводородов. Ещё совсем недавно главными среди вызовов считались (и небезосновательно) глобальные климатические изменения, от которых сельское хозяйство зависимо в огромной степени [2]. Угроза голода в первую очередь для развивающихся стран увязывалась в том числе с учащением засух вплоть до аридизации части сельхозугодий [3]. Однако эти процессы носят объективный характер. Природа не злонамеренна. Гораздо большей угрозой в настоящее время являются обострившиеся (хотя и ожидаемо [1]) вызовы социально-политического характера, требующие незамедлительной реакции в формате адаптации землепользования.

Результаты и обсуждение. Оптимизационная модель АЛСЗ (адаптивно-ландшафтных систем земледелия) при внедрении в последние десятилетия была «настроена» на максимизацию условно-чистого дохода (рыночная модель хозяйствования). В условиях беспрецедентных вызовов существует возможность смены целевой функции оптимизации: вместо максимизации экономической рентабельности -- обеспечение заданных (план, госзаказ) уровней выхода урожайной продукции стратегических культур (мобилизационный уклад хозяйствования). В первую очередь это касается таких культур, как зерновые, картофель, сахарная свёкла, лён и т.д. Однако смена целевой функции не должна предполагать отмены экологических ограничений модели АЛСЗ направленных на сохранение (как минимум) плодородия почв. (с начала 90-х годов отрицательный баланс питательных веществ в почвах РФ превысил 140 млн тонн действующего вещества. Дефицит азота составил 56,3 млн тонн, фосфора — 12,3 млн тонн, калия — 75,9 млн тонн).

Не следует отождествлять мобилизационные меры с безусловным возвратом к жёсткой административно-хозяйственной плановой системе.

Характерным примером успешного использования элементов мобилизационной экономики являются опыт США для выхода из Великой депрессии 30-х годов, да и китайская модель социализма с рыночной спецификой демонстрирует высокую эффективность. Принципы конвергенции социалистических и капиталистических хозяйственных принципов воплощаются во многих странах в различных формах.

Особо следует подчеркнуть, что мобилизационная модель должна быть прежде всего моделью развития, а не выживания.

Трудности переходного периода, вызванные недружественными санкциями коллективного Запада, будут носить системный характер особенно на начальном этапе технологического импортозамещения. Переход с импортных гибридов на сорта приведёт к определённому падению урожаев, и здесь определяющую роль играет ускоренное развитие отечественного семеноводства и селекции. Среди стратегических культур особое внимание необходимо уделить сахарной свёкле, семена которой практически в полном

объёме импортировались. Предвидятся трудности со средствами защиты растений, также практически целиком завязанными на импорт.

Выигрышной ситуация представляется с минеральными удобрениями, по производству которых Россия занимает лидирующие позиции. Перенасыщение внутреннего спроса в связи с отказом недружественных стран от российского экспорта не представляется рациональным решением. Напротив, необходимо повсеместное продвижение агрохимической продукции в лояльные страны, занимая новые рыночные ниши. В то же время необходимо более эффективно использовать средства агрохимии внутри страны. Неизбежный временный (!) технологический откат не должен смениться хроническим технологическим отставанием. В этой связи одним из (заметим, одним из очень возможных многих) перспективных направлений адаптации земледелия на базе отечественных ресурсов является применение УПД (удобрений пролонгированного действия).

Несмотря на значительный прогресс в развитии систем агрохимии, применение традиционных форм и систем удобрений не позволяет использовать весь потенциал вносимых элементов питания, так как процессы неполной денитрификации, иммобилизация и выщелачивание (вымывание) основных макроэлементов (NPK), наряду с действием уреазы приводят к непроизводительным потерям питательных веществ в почве. Кроме экономических потерь имеют место негативные экологические последствия – эвтрофикация водоёмов, эмиссия парниковых газов (впрочем, о последней, кажется, забыли). Другими словами, до трети массы действующего вещества используемых форм минеральных удобрений попросту «не доходят до потребителя» – сельхозкультуры. Они же обременяют энергоёмкость мероприятий по транспортировке, хранению и внесению традиционных препаративных форм.

В отличие от дифференцированного внесения удобрений с привязкой к фенологическим фазам в случае применения УПД можно ограничиться однократным внесением удобрений.

Нами предложена и активно разрабатывается методика получения УПД на основе биополимер-модифицированных форм. Особый интерес представляет программирование времени эмиссии (продлонгации) действующего вещества удобрений – от одного до шести месяцев. Это позволяет оптимизировать агрономические решения с учётом климатических рисков [2, 3].

Задача видится не просто в импортозамещении, но и в создании конкурентоспособной продукции по сравнению с мировыми аналогами: Tagrow, Osmocote, Plantosan, Nutritop, Floranid и Nitamin.

Заключение. Учитывая масштабность и стремительность вызовов, разработка принципов и методов организации питания растений на основе оригинальных полимер-модифицированных минеральных удобрений предусматривает параллельное широкомасштабное пилотное внедрение с учётом различных агроклиматических условий.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 22-16-00092

Библиографический список

1. Иванов А.Л. (ред.) Научный отчёт по проекту «Актуальные научные задачи стратегии адаптации потенциала землепользования России в современных условиях беспрецедентных вызовов (экономический кризис, изменения климата, кризис глобальных тенденций природопользования). // М. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 2022. 415 с.
2. Перевертин К.А., Леунов В.И., Белолобцев А.И., Симаков Е.А., Иванцова Н.Н., Васильев Т.А. Учет текущих и ожидаемых погодных рисков в растениеводстве на основе математической теории игр // Картофель и овощи 2020.№6 С. 6-10.
3. Эдельгериев Р.-С.Х. (ред.) Глобальный климат и почвенный покров России //Национальный доклад. Москва, 2021. Том 3.

ADAPTATION RUSSIAN AGRICULTURE UNDER THE MODERN CONDITIONS OF UNPRECEDENTED CHALLENGES (EXAMPLE OF LONG-LASTING FERTILIZERS).

Perevertin K.A., Bamatov I.M.

Abstract: In modern conditions of unprecedented challenges, adaptive transformations of farming systems are possible up to a change in the objective function of the management model: from maximizing profits to ensuring a guaranteed level of yield of crop products.

Key words: adaptive farming systems, objective function, fertilizers.

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ
ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ
ПШЕНИЦЫ**

Апаева Нина Николаевна, к. с.-х. н., доцент кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений, ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет» E-mail: apaevanina@mail.ru

Манишкин Сергей Геннадьевич, к. с.-х. н., доцент кафедры техники и прогрессивных технологий ФГБОУ ДПО «Марийский институт переподготовки кадров агробизнеса» E-mail: stroysad@mail.ru

Аннотация: В статье представлены результаты исследований по изучению способов внесения гранулированных органических удобрений из птичьего помета на урожайность яровой пшеницы. Установлено, что наиболее эффективным способом внесения гранулированных органических удобрений оказалось внесение в подкормку в фазе кущения в дозе 500 кг на один гектар. Урожайность яровой пшеницы увеличилась на 0,46 т/га по сравнению с контролем. В сравнении с предпосевным и припосевным способом подкормка дала прибавку урожая на 0,21-0,23 т/га.

Ключевые слова: гранулированное органическое удобрение, птичий помет, способы внесения, яровая пшеница, урожайность

Введение. Органические удобрения играют важную роль в повышении плодородия дерново-подзолистой почвы и улучшении пищевой ценности растений. Проблема органического вещества особенно остро стоит для почв Нечерноземной зоны, которые по своей природе бедны органическим веществом и поэтому малопродуктивны. Поэтому без систематического применения удобрений трудно получить высокие урожаи [1].

В современных сложных экономических условиях в производстве растениеводческой продукции необходимо изучение различных альтернативных методов повышения плодородия почв. Одним из таких способов является производство и применение гранулированных органических удобрений на основе птичьего помета. Интенсивное развитие птицеводства в республике позволяет заменить часть минеральных удобрений органическими. В связи с высокой концентрацией птицефабрик на территории Республики Марий Эл решение проблемы утилизации отходов гарантирует улучшение экологической обстановки окружающей среды.

Утилизация органических отходов птицефабрик представляет собой серьезную проблему, связанную с их химическим составом. Патогенная микрофлора

развивается в свежем птичьем помете. Отходы птицеводства остаются одним из основных факторов распространения инфекционных и паразитарных заболеваний на территории их размещения [2].

Как органическое удобрение птичий помет представляет собой ценный продукт, но его нельзя вносить в почву в свежем виде. Его ценность в первую очередь обусловлена наличием азота, фосфора и калия. Кроме того, в помете содержится ряд микроэлементов: кальций - 0,5 %, магний - 0,2 %, медь - 0,008 %, марганец - 0,004 %, цинк - 0,0026 %, кобальт - 0,08 %, сера. - 0,14%, бор - 0,0045% [3].

Органические удобрения являются наиболее экологически приемлемыми и экономически эффективными при выращивании различных сельскохозяйственных культур. Особая роль органических удобрений в плодородии почвы объясняется его глобальным воздействием на все агрономически важные свойства почвы. Преимуществом органики по сравнению с минеральными удобрениями является их длительное последствие [4].

Высокая стоимость минеральных удобрений и снижение плодородия почвы, привело к необходимости изучать и разрабатывать биоферментированные органические удобрения на основе птичьего помета. Гранулы, полученные после ферментации компоста из птичьего помета, экологически приемлемы и экономически эффективны при выращивании различных сельскохозяйственных культур. Как удобрение он превосходит навоз в 8-10 раз и по действию на урожайность культур почти не уступает равному количеству питательных веществ минеральных удобрений [5].

Из птичьего помета за счет ферментации микроорганизмами получается хорошее органическое удобрение, без неприятного запаха и удобное в применении. В связи с этим перспективными являются гранулированные органические удобрения для выращивания сельскохозяйственных культур.

Цель – выявление эффективности способов применения гранулированных органических удобрений на основе птичьего помета в повышении урожайности яровой пшеницы.

Материалы и методы. Исследования проводили на агробстанции Марийского государственного университета. Схема опыта: 1. Контроль (без удобрений); 2. Предпосевное (под культивацию); 3. Припосевное (в рядки вместе с семенами); 4. Подкормка (в фазе кущения в разброс). Норма внесения во всех вариантах было из расчета 500 кг/га. Для посева использовали сорт яровой пшеницы Екатерина, норма высева 5,5 млн. шт./га. Предшественник – картофель. Агротехника общепринятая для зоны.

Результаты и их обсуждение. Данные исследований показали, что от применения гранулированных органических удобрений урожайность яровой

пшеницы увеличилась на 0,23-0,46 т/га. Способы внесения гранулированных органических удобрений повлияли на прибавку урожая (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность яровой пшеницы, т/га

Варианты опыта	Урожайность	± к контролю
Контроль (без удобрений)	2,61	-
Предпосевное	2,84	+0,23
Припосевное	2,86	+0,25
Подкормка	3,07	+0,46
НСР ₀₅	0,12	

Так, при предпосевном и припосевном внесении удобрений урожайность увеличилась на 0,23 и 0,25 т/га, а при подкормке – на 0,46 т/га. Наибольшая урожайность получена в варианте с внесением удобрений в виде подкормки в фазе кущения пшеницы.

Проведенный анализ структуры урожая показал, что органические удобрения повлияли на все показатели (таблица 2).

Таблица 2. Структура урожая яровой пшеницы, 2021 г.

Варианты опыта	Количество растений в снопе, шт.	Длина растений, см	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Контроль	348	64,5	4,7	15,0	38,1
Предпосевное	345	59,9	5,1	11,9	38,5
Припосевное	387	70,4	5,9	15,2	38,5
Подкормка	368	68,4	6,2	18,1	40,3

Количество растений в одном квадратном метре варьировало от 345 до 387 штук. В первом и втором вариантах (предпосевное внесение) было примерно одинаковое количество растений на квадратный метр. В варианте с внесением удобрений при посеве количество растений было на 39 штук больше контроля. в варианте с подкормкой – на 20 штук больше. Длина растений также отличались в зависимости от способа внесения. На контроле было 64,5 см средняя длина растений, во втором варианте меньше на 4,6 см, в третьем – больше на 5,9 см, в четвертом больше на 3,9 см. Длина колоса увеличилась в всех вариантах с внесением удобрений. Так, при внесении перед посевом – на 0,4 см, при посеве – на 1,2 см и в подкормку – на 1,4 см. Наибольшая длина колоса была в варианте с применением органических удобрений в подкормку. Количество зерен в колосе напрямую влияет на урожайность пшеницы. По этому важному показателю отличился четвертый вариант. Здесь количество зерен превышало на 3,1 в отличии от контроля. во втором варианте, где удобрения применяли перед посевом под культивацию, количество зерен было

меньше, чем на контроле. В третьем варианте с применением удобрений в рядки при посеве их количество было на уровне контроля (15,2 шт.).

Важным показателем урожайности и качества зерна является такой показатель, как масса 1000 зерен. В зависимости от массы меняется и урожайность зерна, и хлебопекарные качества зерна. В нашем опыте на всех вариантах с применением удобрений масса 1000 зерен увеличилась. Во втором и третьем вариантах – на 0,4 г, в четвертом – на 2,2 г.

Наибольшие показатели структуры урожая были в третьем и четвертом вариантах, но в четвертом варианте выше были показатели, напрямую влияющие на урожайность зерна (длина колоса, количество зерен и масса 1000 зерен).

Таким образом, применение гранулированных органических удобрений на основе птичьего помета в виде подкормки способствуют значительному увеличению урожайности яровой пшеницы.

Заключение. От применения гранулированных органических удобрений урожайность яровой пшеницы увеличилась на 0,23-0,46 т/га. Наибольшая прибавка получена при внесении ГОУ в виде подкормки – 0,46 т/га. Количество растений в одном метре квадратном увеличилась на 20 штук, длина растений – на 3,9 см, колоса – на 1,5 см, количество зерен – на 3,1 штук, и масса 1000 зерен больше на 2,2 г. Из трех способов внесения гранулированных органических удобрений наиболее эффективным оказалось внесение в подкормку в фазе кущения.

Библиографический список

1. Араева N.N. An innovative approach to the use of the granulated organic fertilizers based on bird droppings on crops of spring wheat / N.N. Араева, S.G. Manishkin, L.V. Kudryashova, A.M. Yamalieva //В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 22062.
2. Араева N.N. Ecologized technology of spring wheat cultivation with application of granular organic fertilizers / N.N. Араева, A.M. Yamalieva, S.G. Manishkin //В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness" 2021. С. 012217.
3. Апаева Н.Н. Влияние гранулированных органических удобрений на микромицетный состав почвы /Н.Н. Апаева, А.М. Ямалиева, С.Г. Манишкин //Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 57. С. 32-38.
4. Замятин С.А. Применение гранулированных органических удобрений на яровой пшенице / С.А. Замятин, Р.Б. Максимова, С.Г. Манишкин //Актуальные

вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2020. № 22. С. 20-24.

5. Манишкин С.Г. Инновационный подход к применению птичьего помета на посевах яровой пшеницы /С.Г. Манишкин, Н.Н. Апаева //В сборнике: Дополнительное профессиональное образование агропромышленного комплекса: научное обеспечение. Материалы II Международной научно-практической конференции «Андреевские чтения». Москва, 2021. С. 453-459.

THE EFFECT OF GRANULAR ORGANIC FERTILISER APPLICATION METHODS ON SPRING WHEAT YIELDS

Apaeva Nina Nikolaevna, Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General Agriculture, Crop Production, Agrochemistry and Plant Protection, Federal state-funded educational institution of higher education «Mari State University» E-mail: apaevanina@mail.ru

Manishkin Sergey Gennadievich, Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of Technique and Progressive Technologies Department, Federal state-funded educational institution of additional professional education «Mari Institute for Retraining of Agribusiness Personnel» E-mail: stroysad@mail.ru

Abstract: There are results of research on the methods of application of granulated organic fertilizers from poultry manure on the yield of spring wheat in the article. It was found that an application of 500 kg of granular organic fertiliser per hectare in the tillering phase proved to be the most effective method of application. The yield of spring wheat increased by 0.46 t/ha compared to the control. The yield increase was 0.21-0.23 t/ha compared with other variants.

Keywords: granulated organic fertilizer, poultry manure, application methods, spring wheat, yield

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

УДК 631.31. 551.5

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ ЦЕНТРА ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

*Беленков Алексей Иванович, д. с.-х. н., профессор кафедры земледелия и мод,
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева» E-mail:belenokaleksis@mail.ru*

***Аннотация.** В статье приведены результаты полевых исследований по оценке эффективности точной и традиционной технологий возделывания культур зернопропашного севооборота, интенсивности обработки почвы, их влияния на урожайность и плодородие почвы в 2014-2020 гг.*

***Ключевые слова.** Полевой опыт, технология, точная, традиционная, обработка почвы, отвальная, минимальная, нулевая, урожайность культур.*

Введение. В 2007 году в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, впервые в стране, был создан Центр точного земледелия (ЦТЗ), основу которого составляет полевой опыт на территории Полевой опытной станции по изучению сравнительной эффективности технологии точной и традиционной технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Цель полевого опыта - оценить влияние общепринятой традиционной технологии возделывания полевых культур и технологии точного земледелия на урожайность опытных культур и почвенное плодородие. Обе технологии основаны на использовании современной сельскохозяйственной техники отечественного и импортного производства, а также спутникового программного обеспечения международной системы GPS, позволяющего рационально проводить агротехнические приемы, такие как посев, внесение удобрений, применение пестицидов, уборку урожая и прочее [1].

Объекты и методы исследований. В четырехпольном зернопропашном севообороте: викоовсяная смесь на корм – озимая пшеница с пожнивным посевом горчицы на сидерат – картофель – ячмень изучаются две технологий возделывания с.-х. культур (традиционная и точная), три варианта обработки почвы (отвальная, минимальная и нулевая). Первый вариант содержал обработку оборотным плугом на 20 – 22 см под все культуры, второй - комбинированным агрегатом Pegasus на 12-14 см под картофель и ячмень. Вариант «нулевой» обработки (прямой посев) применялся только под озимую пшеницу и вику с овсом на корм. В опыте применялись минеральные удобрения и средства защиты растений от сорняков, вредителей и болезней [2].

Результаты и их обсуждение. Составным элементом точного земледелия является посев (посадка) с.-х. культур с использованием автопилота. Его работа основана на применении системы GPS, составными частями которой являются антенна, фиксирующая прием сигналов от спутников на данной местности и бортовые компьютеры, управляющие работой машин и агрегатов в системе точного земледелия. В наших исследованиях посев озимой пшеницы и ячменя в случае традиционной технологии проводился по маркеру, в случае точной - по автопилоту. Посев зерновых культур на отвальном фоне осуществлялся сеялкой точного высева Д-9-30 с применением навигационного оборудования и маркера. По варианту нулевой обработки почвы (прямой посев) посев проводился пневматической сеялкой прямого посева ДМС-3 с использованием автопилота. При посеве ячменя и озимой пшеницы средние отклонения величины стыковых междурядий по маркеру на традиционном варианте составляли 3,2 и 4,7 см соответственно, при использовании автопилота их значения не выходили за пределы 1,4 и 1,8 см, что обеспечивало размер стыковых междурядий меньших размеров, предусмотренных для данной операции величины, которая должна не выходить за рамки $\pm 2,5$ см. В среднем, при посеве по автопилоту вики с овсом по вспашке междурядье было равно $+0,3$ см. Посев викоовсяной смеси и озимой пшеницы на делянках точного земледелия по нулевой обработке при стандартном агротребовании к величине стыковых междурядий на кормовой культуре отклонения составили $+0,2$ см, на зерновой $+0,4$ см, что на много меньше $\pm 2,5$ см. На рисунке 1 показан внешний вид посевов ячменя разными способами - по маркеру и автопилоту.



Рис. 1. Вид посевов ячменя, осуществленного по маркеру (слева) и по автопилоту (справа)

Посадка картофеля проводилась картофелесажалкой GL-34Т со стандартным междурядьем 75 см по автопилоту и маркеру. Заданная траектория движения агрегата, с использованием системы GPS, повторялась в ходе проведения гребнеобразования по всходам картофеля на варианте точного земледелия. По традиционной технологии возделывания картофеля этот прием проводится при визуальном управлении агрегатом механизатором

[4]. Отклонение ширины междурядий между проходами картофелесажалки при использовании маркера разнилось по отдельным годам незначительно, составляя по традиционной технологии интервал в среднем от -10 до +15 см. Применение системы GPS при выполнении технологии точного земледелия обеспечивало отклонение в прямолинейности смежных рядков от 1,5 до 3,5 см. Проведение гребнеобразования в посадках картофеля по традиционной технологии, обеспечивало формирование растений картофеля с отклонениями от центра от 5 до 15 см. При реализации технологии точного земледелия растения располагались практически по центру рядка с допустимым отклонением порядка 1,5-3,5 см (рис. 2).



Рис. 2. Посадка картофеля и гребнеобразование по автопилоту

Важным представляется элемент системы точного земледелия – внесение удобрений и гербицидов в зависимости от состояния культурных растений, наличия и обилия сорняков на отдельных участках поля с применением специальных приборов, корректирующих количество вносимых удобрений и препаратов [3]. Неоднородность почвенных свойств может существенным образом сказаться на развитии посевов озимой пшеницы. Данная ситуация проявляется в недружном появлении всходов, неполноценной перезимовке и, как следствие, формировании неоднородного посева культуры. Именно тогда эффективно применять такой элемент точного земледелия, как дифференцированное внесение азотных подкормок. В полевом опыте Центра точного земледелия проведение корневых подкормок озимой пшеницы аммиачной селитрой проводилось дважды: после схода снега (при возобновлении вегетации ранней весной) и в фазу колошения. Первая подкормка обеспечивает нормальное формирование продуктивной биомассы, вторая подкормка предназначена для получения зерна высокого качества. Обе подкормки проводились с учетом развития биомассы посевов с использованием оптического датчика N-sensorALS_{Yara}. По разным технологиям возделывания подкормки имеют разную эффективность, однако, в любом случае применение удобрений окупается прибавкой урожая. Рентабельность азотных подкормок озимой пшеницы на примере отвальной обработки приведена в таблице 1.

Технология точного земледелия, дифференцированно воздействуя на конкретные участки поля, позволяет экономить ресурсы и снизить

антропогенную нагрузку на агрофитоценоз. Поэтому важно так же проследить совершенствование системы гербицидов не только в отношении сроков и кратности их применения.

Таблица 1. Рентабельность применения азотных подкормок озимой пшеницы в опыте ЦТЗ

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Получено зерна на 1 кг внесенного азота	Рентабельность применения азотных удобрений, %
Контроль	5,0	-	-
Традиционное земледелие, вспашка, азот 70 кг/га,	5,4	5,7	46
Точное земледелие, вспашка азот 53 кг/га	5,5	9,4	76

Наличие сорняков на полях в системе точного земледелия позволяет использовать гербициды дифференцированно, используя оптическую систему GreenSeeker RT 200, состоящую из нескольких оптических датчиков, равномерно расположенных вдоль штанги опрыскивателя. За счет наличия у каждого датчика своего источника света, данная система может использоваться как в дневное, так и в ночное время суток. Таким образом, можно вносить препарат дифференцированно на основании показаний оптических датчиков, которые измеряют индекс вегетации биомассы NDVI и сравнивают полученное значение с заданным алгоритмом. После этого и в режиме online определяется норма расхода препарата на конкретном участке поля.

В опыте два повторения, внутри каждого варианта несколько учетов урожая культур, потому есть возможность провести статистическую обработку. В данном случае не приводятся различия в урожайности культур по технологиям, поскольку во все годы исследований эти различия были незначительными, т.е. в пределах ошибки (табл. 2).

За восьмилетний период исследований урожайность возделываемых культур различалась в зависимости от обработки почвы достаточно рельефно и неоднозначно. Викоовсяная смесь на зеленый корм в начальный период и в отдельные промежуточные годы формировала урожай зеленой массы выше по нулевой обработке (2013, 2014, 2016 гг.). Однако, в силу "провальных" лет, когда продуктивность вики с овсом на прямом посеве значительно уступала вспашке, прежде всего из-за повышенной засоренности посевов, средняя урожайность культуры на 3,9 т/га больше оказалась по отвальной обработке.

Озимая пшеница, по большинству лет, более высокий или равный урожай формировала по вспашке оборотным плугом в сравнении с нулевой обработкой. В отдельные годы отмечалось преимущество прямого посева (2014, 2016 гг.). Особенно это сказалось в 2014 г., когда урожайность на отвальной обработке существенно снизилась из-за обильных осенних осадков в предыдущем 2013 г.

Таблица 2. Урожайность культур в полевом опыте ЦТЗ, т/га

Обработка почвы	Урожайность по годам, т/га								Среднее за 2 ротации
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
	Викоовсяная смесь на зеленый корм								
Отвальная	22,1	24,5	31,2	25,3	22,8	13,8	7,6	22,6	21,2
Нулевая	24,3	25,3	28,9	27,5	6,0	11,5	3,8	11,0	17,3
НСР ₀₅ , т/га	2,0	0,83	3,07	3,10	4,35	2,20	2,8	6,9	-
	Озимая пшеница								
Отвальная	6,12	2,75	6,74	5,00	5,46	5,46	3,59	6,73	5,23
Нулевая	5,87	4,59	6,73	5,52	5,13	4,83	2,55	5,96	5,15
НСР ₀₅ , т/га	0,19	1,42	0,11	0,39	0,29	0,47	0,50	0,52	-
	Картофель								
Отвальная	28,6	25,1	31,4	31,0	25,8	27,4	33,5	28,0	28,9
Минимальная	25,9	24,6	26,2	26,7	22,5	25,2	27,5	24,8	25,4
НСР ₀₅ , т/га	0,16	0,90	1,08	2,11	2,28	1,79	2,12	2,12	-
	Ячмень								
Отвальная	5,16	3,85	5,52	4,03	4,29	3,70	2,62	2,86	4,00
Минимальная	5,00	4,01	5,22	3,99	4,04	3,79	2,76	2,48	3,91
НСР ₀₅ , т/га	0,13	0,15	0,28	0,19	0,16	0,11	0,14	0,25	-

Произошел выпад растений, их количество по вспашке уменьшилось более, чем в 2 раза против прямого посева, вследствие чего и урожайность культуры уменьшилась с разницей в 1,7 раз. Средняя разница в урожайности озимой пшеницы между вариантами составила 0,08 т/га. Картофель за период обеспечивал урожайность в пользу отвальной обработки 3,5 т/га. Преимущество данной обработки доказано практически по всем годам исследований. Нашими исследованиями подтверждено положение, что отвальная обработка формирует более гомогенный, глубоко окультуренный пахотный слой, благотворно влияющий на рост и развитие клубней картофеля. Различия в урожайности ячменя по вариантам опыта выглядели неоднозначно. Лидерство отвальной обработки зафиксировано, но, в большинстве случаев оно статистически не доказано. В 2014 г. минимальная обработка превосходила над вспашкой на величину большую, чем НСР. В среднем за годы исследований отвальная обработка опережала минимальную по урожайности ячменя на 0,09 т/га.

Заключение. Технологии возделывания по влиянию на урожайность культур мало отличались, при этом, точная характеризовалась наибольшей экономичностью и качеством зерна. Делать вывод о преимуществе того или иного варианта обработки из-за приводимых различий по годам не всегда правомерно и объективно.

Библиографический список

1. Точное сельское хозяйство (precision agriculture) / Под ред. Д. Шпаара, А.В. Захаренко, В.П. Якушева.- СПб-Пушкин, 2009. - 400 с.
2. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие: Учебное пособие / В.И. Балабанов, С.В. Железова, Е.В.

Березовский, А.И. Беленков, В.В. Егоров. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. –148 с.

3. Беленков А.И., Полин В.Д., Железова С.В. Результаты полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Нивы России -№5 (160), июнь. - 2018. - С. 42-57.

RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD EXPERIENCE OF THE CENTER OF PRECISION AGRICULTURE

Belenkov Aleksey Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences n., Professor of the Department of Agriculture and Fashion, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev E-mail: belenokaleksis@mail.ru

***Annotation.** The article presents the results of field studies to assess the effectiveness of accurate and traditional technologies for cultivating crops of grain-row crop rotation, the intensity of soil cultivation, their impact on productivity and soil fertility in 2014-2020.*

***Keywords.** Field experience, technology, precise, traditional, tillage, moldboard, minimum, zero, crop yield.*

УДК 631.431.2:231.

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ

Николаев Владимир Николаевич, к. с-х н., доцент кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А.Тимирязева» E-mail:
vladimir_nikolaev0202@mail.ru

Щигрова Людмила Ивановна, аспирант кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А.Тимирязева»

Аннотация. Рассматриваются изменения содержания и распределения элементов питания в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве при разных по интенсивности системах обработки.

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, нитратный азот, аммонийный азот, фосфор, калий, минимальная обработка, вспашка.

Введение. Одним из основных факторов высокой продуктивности сельскохозяйственных растений и экологической устойчивости земледелия является поддержание в оптимальном состоянии питательного, водного и воздушного режимов почвы с учетом биологических особенностей возделывания культур [4]. Сохранение и повышение плодородия почвы достигается за счет использования органических и минеральных удобрений и широкого применения минимальных ресурсосберегающих систем обработки почвы [2,3]. Поэтому создание и поддержание оптимального сложения пахотного слоя почвы с помощью разных систем обработки является актуальной задачей современного интенсивного земледелия.

Целью исследований являлось установление изменений агрохимических показателей плодородия дерново-подзолистой почвы под действием разных по интенсивности систем обработки при возделывании зерновых культур.

Материалы и методы. Исследования проводились на опытном поле ЦТЗ РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. Полевой опыт заложен в двукратной повторности, при систематическом двухъярусном размещении вариантов. Объектом исследования являлись агрохимические свойства почвы и зерновая культура (озимая пшеница). В данном опыте изучали две системы основной обработки почвы – отвальную (ежегодная вспашка оборотным плугом Eur Opal на глубину 20-22 см) и прямой посев сеялкой – DMS-3. Дозы вносимых в опыте минеральных удобрений рассчитывали на планируемую урожайность: озимой

пшеницы – 7 т/га, ячменя – 5 т/га [1]. При проведении полевых и лабораторных исследований были использованы следующие методы и методики:

Содержание подвижных соединений фосфора и калия в одной навеске определяли по методу А.Т. Кирсанова в модификации ЦИНАО, общий азот – титриметрическим методом, учёт урожая основных культур – сплошным методом (Б.А.Доспехов, 1979 г.).

Результаты и их обсуждение. Наши исследования показали, что в фазу кущения озимой пшеницы не выявлено существенных различий в изменении содержания аммонийных и нитратных форм азота по изучаемым вариантам (рис. 1). Содержание нитратного азота составило 4,4-5,6 мг/кг почвы, а аммонийного – 1,41-1,51 мг/кг, что свидетельствует о слабом вовлечении азота аммонийной селитры, внесенной в дозе 70 кг/га д.в. в ранневесеннюю подкормку, в круговорот и значительное его использование растениями озимой пшеницы в начальные фазы роста и развития. По мере возрастания биологической активности почвы, усиления процессов биохимического превращения азотных соединений и снижения потребности растений в этом элементе содержание как нитратного, так и аммонийного азота в почве возрастало в фазе колошения в 10-15 раз. Так, содержание нитратных форм азота в слое 0-10 см в вариантах с минимальной обработкой было на 0,9 мг/кг почвы выше, чем при отвальной, а аммонийного – на 0,6 мг/кг почвы. В нижних слоях почвы 10-20 и 20-30 см содержание нитратного азота было выше, чем в поверхностном слое 0-10 см, что связано с более высокой влажностью этих горизонтов.

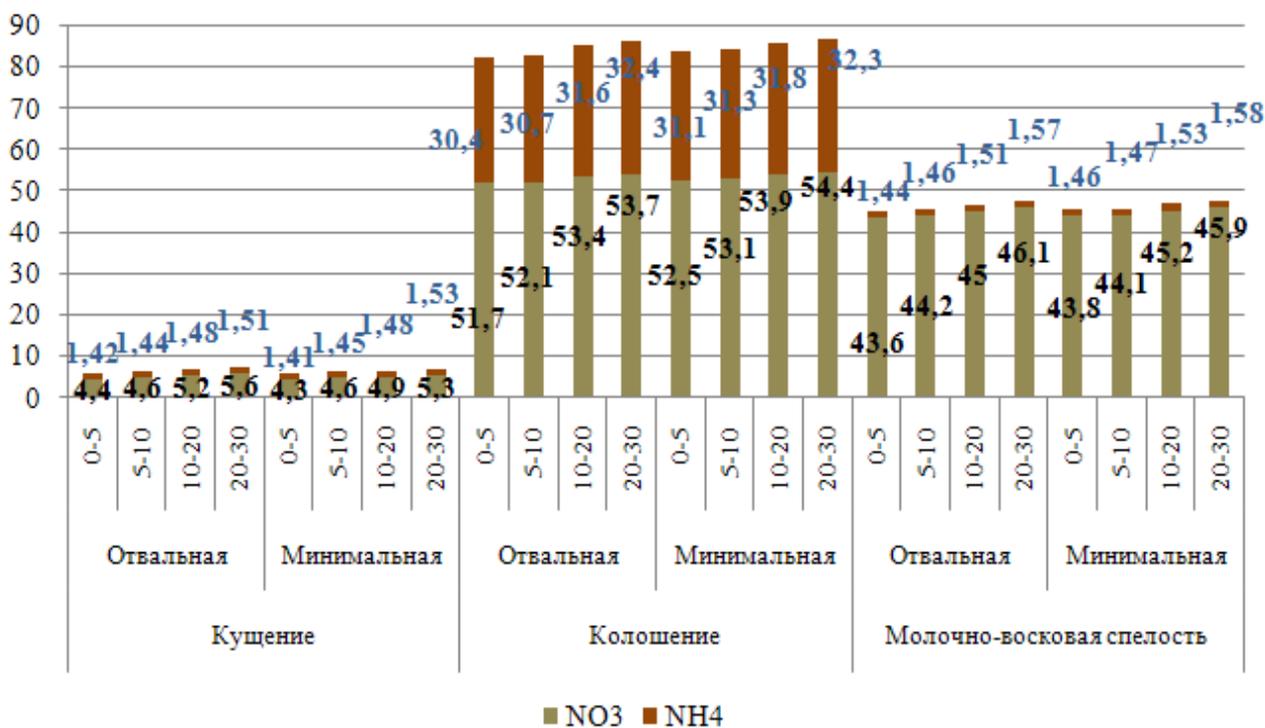


Рис. 1. Содержание аммонийного и нитратного азота в почве под посевами озимой пшеницы, мг/кг почвы

В фазу молочно-восковой спелости изменилось соотношение между нитратной и аммонийной его формами, а именно, содержание первой уменьшилось незначительно (на 8-9 мг/кг почвы), а второй резко сократилось с 30-32 до 1,4-1,6 мг/кг.

Содержание подвижного фосфора под посевами озимой пшеницы изменялось в зависимости от фазы роста и развития культуры и слоя почвы. Во все периоды развития растений его содержание в слое 0-10 см в варианте с минимальной обработкой почвы было на 0,6 – 2,7 мг/кг почвы выше, чем в варианте с отвальной (рис. 2). Это связано с аккумуляцией в этом слое возделываемого сидерата в виде горчицы белой.

В нижележащих слоях 10-20 и 20-30 см содержание подвижного фосфора в варианте с отвальной системой обработки было незначительно выше, чем в варианте с минимальной.

Содержание обменного калия под посевами озимой пшеницы снижалось по мере накопления растениями пшеницы компонентов биомассы. Так в начале вегетации содержание обменного калия в пахотном слое (0-20 см) составило 200,5 мг/кг почвы при минимальной обработке и 204,3 мг/кг – при отвальной.

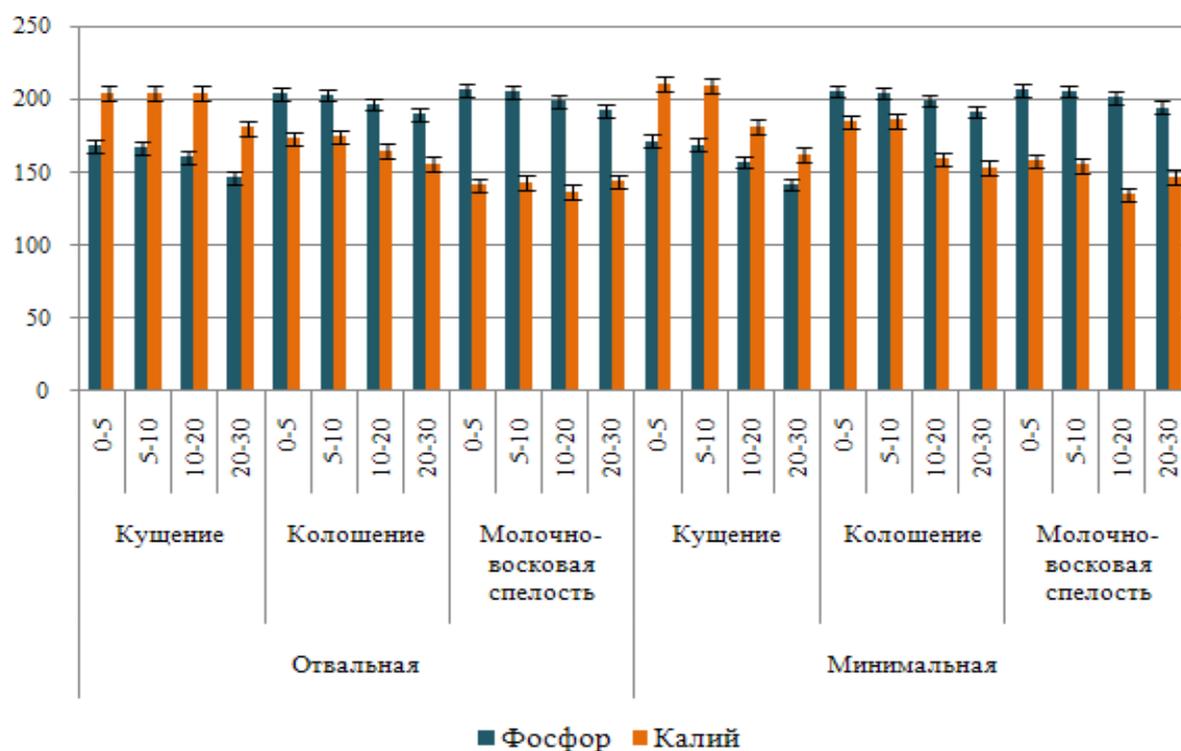


Рис. 2. Влияние обработки почвы на содержание подвижного фосфора и обменного калия под посевами озимой пшеницы, мг/кг почвы

Содержание обменного калия под посевами озимой пшеницы снижалось по мере накопления растениями пшеницы компонентов биомассы. Так в начале вегетации содержание обменного калия в пахотном слое (0-20 см) составило 200,5 мг/кг почвы при минимальной обработке и 204,3 мг/кг – при отвальной. К середине вегетации оно уменьшилось соответственно до 176,4 и 170,9 мг/кг, а к концу вегетации – до 149,2 и 140,2 мг/кг почвы.

Таким образом, на динамику содержания и распределения питательных элементов в почве по изучаемым вариантам оказывали влияние способы и глубина основной обработки (отвальная или минимальная).

Исследования показали, что урожайность озимой пшеницы по изучаемым вариантам опыта определялась как применением ранневесенних и летних подкормок, так и системами обработки почвы (отвальная и прямой посев) (табл.).

Таблица Влияние разных приемов обработки на урожайность озимой пшеницы, т/га

Система обработки почвы	Дозы подкормки, кг, дв на га	Урожайность, т/га	
		Среднее по удобрениям НСР ₀₅ = 0,09	Ср. по обработке НСР ₀₅ = 0,21
Отвальная	N ₇₀	3,17	3,59
	N ₇₀₊₇₀	4,04	
Минимальная	N ₇₀	2,13	2,55
	N ₇₀₊₇₀	3,0	

Так, в среднем урожайность озимой пшеницы в варианте с отвальной обработкой составила 3,59 т/га, что достоверно на 1,04 т/га выше, чем в варианте с минимальной обработкой.

Выводы

1. На содержание различных форм азотных соединений положительное влияние по фазам роста и развития озимой пшеницы оказала минимальная обработка (прямой посев), где содержание нитратного азота в слое 0-10 см увеличивалось на 0,9, а аммиачного - на 0,6 мг/кг почвы.

2. Отмечена тенденция к увеличению урожая (на 1,04 т/га) озимой пшеницы при отвальной обработке.

Библиографический список

1. Беленков А.И., Николаев В.А., Шитикова А.В. Агроэкологическая концепция исследований и агрофизические свойства почвы в посадках картофеля полевого опыта ЦТЗ // Агрофизика. 2011. № 3. – С.5-14
2. Мазиров М.А., Матюк Н.С., Полин В.Д., Малахов Н.В. Влияние ресурсосберегающей обработки и удобрения на плодородие дерново-подзолистой почвы // Земледелие. 2018. №2. С. 33-36.
3. Матюк Н.С., Николаев В.А., Щигрова Л.И. Изменение плодородия при разных технологиях обработки почвы// Агрохимический вестник. – 2019. – № 2– С. 13-16.
4. Матюк Н.С., Николаев В.А., Щигрова Л.И. Влияние разных систем обработки почвы на динамику содержания элементов питания в растениях ячменя // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55). – С. 86-94.

SOIL NUTRIENT CONTENT AND YIELD OF WINTER WHEAT UNDER DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS

V.A.Nikolaev, L.I. Schigrova

Abstract: *The paper considers changes in the content and distribution of nutrients in sod-podzol medium-loam soil under different tillage systems in terms of intensity.*

Key words: *sod-podzolic soils, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, phosphorus, potassium, minimum tillage, plowing.*

УДК 633.14: 528.88

**ДИСТАНЦИОННАЯ И НАЗЕМНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ
ОЗИМОЙ РЖИ ПО ВЕГЕТАЦИОННОМУ ИНДЕКСУ NDVI
В ДЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ РГАУ – МСХА ИМЕНИ
К.А.ТИМИРЯЗЕВА**

Железова Софья Владиславовна, д.с.-х.н., в.н.с. ФГБНУ ВНИИФ

*Веллер Владислав Евгеньевич, аспирант кафедры земледелия и методики
опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К.А.Тимирязева»*

*Мельников Андрей Валерьевич, к.с.-х.н., агроном Полевой опытной станции,
доцент кафедры МТП и ВТР института МЭ имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО
«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени
К.А.Тимирязева» E-mail: soferrum@mail.ru ; vellervladislav@gmail.com ;
diatrima@list.ru*

Аннотация: В длительном полевом опыте озимая рожь возделывается при
применении разных сочетаний минеральных удобрений в бессменном посеве и в
севообороте. Сопоставление вегетационного индекса NDVI озимой ржи во
время вегетации позволяет оценивать развитие посевов по разным вариантам
опыта и прогнозировать урожайность на основе сезонной динамики NDVI.

Ключевые слова: вегетационный индекс NDVI, рожь озимая, бессменные
посевы, GreenSeeker, БПЛА

Введение. Уникальность и научная ценность длительных полевых
опытов состоит в том, что на их основе можно проследить в буквальном смысле
историю развития сельскохозяйственного производства: внедрение и освоение
новых технологий, оценку их длительного воздействия на плодородие почвы и
на развитие изучаемых сельскохозяйственных культур [1, 2]. Длительный
полевой опыт РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева является уникальным
полигоном, где на небольшой площади около 1,75 га сосредоточено множество
сочетаний технологических факторов возделывания пяти культур на дерново-
подзолистой почве: фактор известкования, фактор применения различных
сочетаний минеральных и органических удобрений, фактор влияния
севооборота [1, 2]. Изначально почвенный покров полигона неоднородный [3],
он представлен агродерновыми почвами на различной литологической основе
от средних суглинков до песчано-гравийных линз, где почвенные различия
имеют площадь от нескольких единиц до нескольких десятков кв. м.. На
развитие посевов во время вегетации одновременно оказывают влияние как
природные агроландшафтные, почвенные и агроклиматические факторы [3, 4],

так и технологические. Для оценки развития посевов во время вегетации широко используется вегетационный индекс NDVI, который может быть получен на основе дистанционного зондирования Земли, при аэрофотосъёмке с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) или при наземной оценке оптическими датчиками, например, системы GreenSeeker (Trimble) [5]. Сезонная динамика изменения индекса NDVI позволяет сравнивать развитие посевов в разных условиях, оценивать отклонение от нормального развития и предварительно прогнозировать урожайность.

Цель. Сравнить развитие посевов озимой ржи на разных вариантах опыта по сезонной динамике вегетационного индекса NDVI.

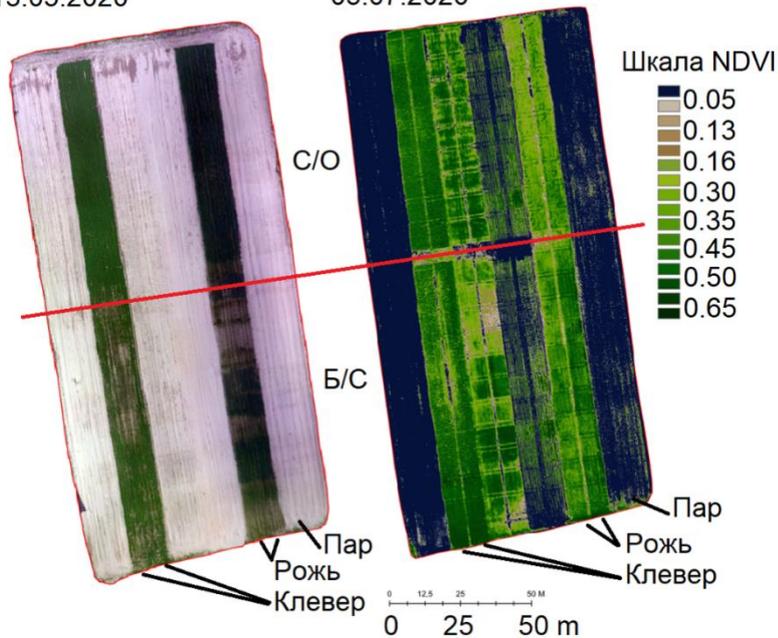
Материалы и методы. Мониторинг индекса NDVI посевов озимой ржи был проведен в течение вегетационного сезона 2020 г с применением наземной и беспилотной съёмки. Наземную съёмку NDVI проводили ручным прибором GreenSeeker Handheld (Trimble) еженедельно в течение всего вегетационного сезона. Первая съёмка была проведена 25 марта, сразу после таяния снега, заключительная съёмка – 20 июля, в фазу восковой спелости зерна. Беспилотную съёмку проводили два раза за вегетационный сезон: 13 мая (фаза начала выхода в трубку, ВВСН-30-31) и 5 июля (фаза молочной спелости, ВВСН-71-73). Для съёмки использовали БПЛА квадрокоптер DJI с мультиспектральной камерой. По результатам съёмки с БПЛА сравнивали пространственные особенности состояния посевов озимой ржи и других культур опыта. Результаты съёмки посевов ржи прибором GreenSeeker обрабатывали статистическими методами в Excel MS Office. Для сравнения сезонной динамики индекса NDVI в зависимости от применения азотного удобрения применяли анализ временных рядов.

Результаты и их обсуждение. По результатам беспилотной съёмки в видимом диапазоне спектра была оценена неоднородность посевов в начале вегетации (рисунок 1, в натуральном цвете). Даже без вычисления вегетационного индекса видна неравномерность состояния всходов, связанная со схемой опыта и с влиянием почвенных условий. При весеннем отрастании рожь и клевер в бессменном посеве выглядят значительно хуже, чем на участке с применением севооборота. Это связано с более плохой перезимовкой на бессменных посевах, по сравнению с вариантом культур в севообороте. Но во второй половине вегетации эта закономерность для данных культур перестаёт быть такой явной, и в большей степени начинает проявляться влияние применения удобрений в разных дозах и сочетаниях. На примере всех культур это хорошо видно при использовании изображения в цвете NDVI – участки с применением азотного удобрения окрашены в более яркий цвет (рис. 1).

Одномоментная съёмка состояния посевов даёт представление о зонах неравномерности, но не позволяет оценить сезонную динамику индекса NDVI. Зоны неравномерности связаны не только с применением той или иной технологии возделывания, но и с конкретными почвенными условиями, на которые попадают отдельные учётные делянки. Почвенные условия – постоянно действующий фактор, и они вносят определенную «помеху» при

В натуральном цвете,
13.05.2020

В цвете NDVI,
05.07.2020



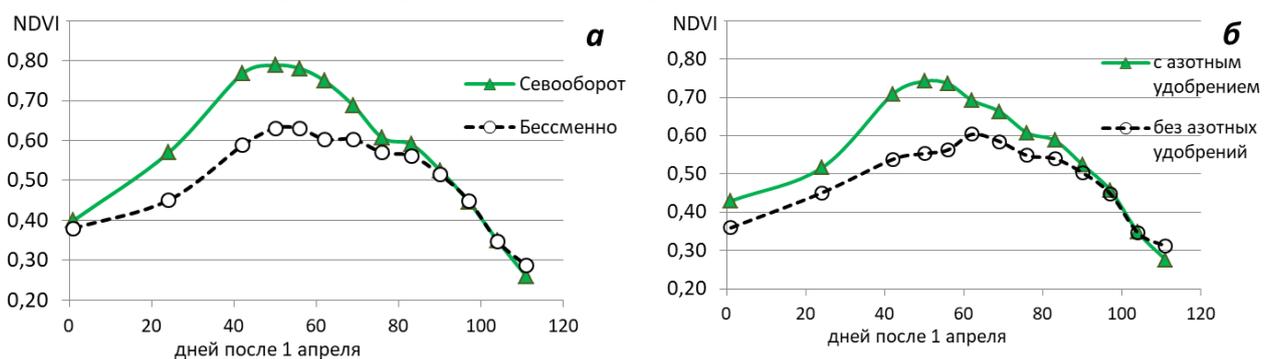
учете влияния технологических факторов. Изучение NDVI в динамике позволяет более точно оценить влияние почвенных условий и технологии возделывания на развитие биомассы посевов. Первое обследование NDVI посевов озимой ржи было проведено 25 марта, но в это время вегетация еще не

возобновилась. 1 апреля принято за стартовую точку для анализа сезонной динамики NDVI. Весна 2020 г. была не дружная, и лишь после 20 апреля началось быстрое возобновление вегетации. С этого момента проводили еженедельный мониторинг индекса NDVI.

Рис. 1. Неравномерность состояния посевов культур длительного полевого опыта в два срока обследования.

Разделение поля: С/О – культуры в севообороте; Б/С – культуры в бессменном посеве

Динамика индекса NDVI посевов при воздействии фактора севооборота и применения удобрений сравнивается на рисунке 2.



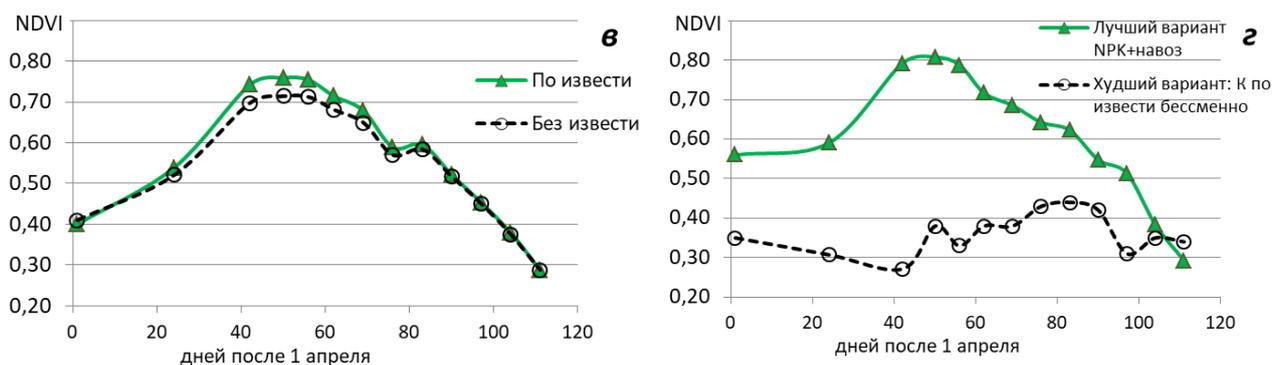


Рис.2. Сезонная динамика индекса NDVI озимой ржи в разных вариантах опыта: а) сравнение бессменных посевов и в севообороте; б) влияние азотных удобрений; в) сравнение вариантов по известкованию почвы; г) сопоставление NDVI наилучшего и наихудшего состояния озимой ржи в сезоне 2020 г.

Показатель NDVI бессменных посевов ржи в течение всего сезона был ниже, чем на варианте в севообороте (рис. 2, а).

Существенное влияние на индекс NDVI оказывает применение минерального азотного удобрения, как в сочетании с другими удобрениями, так и в виде моноудобрения. На делянках с применением азотных удобрений в пиковую фазу развития посевов, в конце колошения перед цветением (BBCH-55-59) показатель NDVI посевов достигает значений 0,75–0,80 (рис. 2, а, б, в).

По сравнению с контролем без применения азота показатель NDVI в эту фазу развития выше на 15–20%. Максимальные показатели NDVI в течение всего сезона наблюдались на вариантах с применением полного минерального удобрения в сочетании с навозом (рис. 2, г). Фактор известкования почвы не оказывал статистически значимого положительного влияния на сезонный показатель NDVI озимой ржи, и на делянках без внесения и с внесением извести ход показателя NDVI в течение всего сезона был практически одинаковым (рис. 2, в). По результатам обработки всех данных со всех делянок было выявлено, что наилучшего развития в течение сезона достигала рожь на делянке с применением полного минерального удобрения в сочетании с навозом (по этому варианту объединены данные по извести, без извести, в севообороте, и бессменные посевы), а наихудшее – на делянках с применением

Заключение. Вегетационный индекс NDVI является надёжным индикатором оценки состояния посевов во время вегетации. В сезонных наблюдениях за посевами озимой ржи в многофакторном эксперименте Длительного полевого опыта на примере мониторинга 2020 года было показано, что по разнице индекса NDVI существенно различаются делянки с разными вариантами опыта. Озимая рожь с разной скоростью и интенсивностью развивалась в зависимости от применения удобрений, извести и в бессменных посевах, и в севообороте. Бессменный посев ржи в целом менее интенсивно накапливает и удерживает зеленую биомассу в течение всего периода вегетации, что хорошо видно по сезонной динамике NDVI. Так, NDVI бессменных посевов в течение активной вегетации (до начала созревания) был на 15-20% ниже, чем на делянках в севообороте. Наивысшие показатели NDVI

в течение сезона приурочены к делянкам опыта с внесением полного минерального удобрения в сочетании с навозом. Низкое развитие биомассы озимой ржи отмечено на делянке с внесением только калийного удобрения в бессменных посевах. Рекомендуется использование метода мониторинга NDVI в течение всей ротации севооборота, и сопоставление временных рядов NDVI с интегральными показателями урожайности всех изучаемых в опыте культур. Это позволит по-новому оценить влияние и вклад природных и технологических факторов на урожайность культур севооборота Длительного полевого опыта.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования, проект N 075-15-2021-1409 и Фонда содействия инновациям, программа «Умник», персональный грант В. Веллера (с 2020 г.).

Библиографический список

1. Zhelezova, S. Long-term field experiments of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy / S. Zhelezova, O. Savoskina // 2nd Conference on Long-Term Field Experiments LOTEX-2019. Proceeding book. – Nyiregyhaza: 2019. – P. 79–84.
2. Матюк, Н.С. Действие 100-летних бессменных культур на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы / Н.С. Матюк, М.А. Мазиров, В.Д. Полин, Д.М. Кашеева // Агрохимический вестник. – 2012. – № 6. – С. 25–29.
3. Хитров, Н.Б. Почвы длительного полевого опыта ТСХА / Н.Б. Хитров // Известия ТСХА. – 2012. – № 3. – С. 62–78.
4. Белолобцев, А.И. Агроклиматическое обеспечение процессов воспроизводства плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур в длительном полевом опыте РГАУ–МСХА / А.И. Белолобцев, О.Э. Суховеева // в Книге «Длительному полевому стационарному опыту ТСХА 100 лет. Итоги научных исследований». – М.: РГАУ–МСХА. – 2012. – С. 24–49.
5. Железова, С.В. Мониторинг посевов озимой пшеницы с применением беспилотной аэрофотосъемки и оптического датчика GreenSeeker® RT200 / С.В. Железова, А.А. Ананьев, М.В. Вьюнов, Е.В. Березовский // Вестник Оренбургского Государственного Университета. – 2016. – № 6 (194). – С. 56–61.

REMOTE AND GROUND-BASED ASSESSMENT OF THE WINTER RYE CROPS WITH THE VEGETATION INDEX NDVI IN THE LONG-TERM FIELD EXPERIENCE OF RUSSIAN STATE AGRARIAN UNIVERSITY – MOSCOW TIMIRYAZEV AGRICULTURAL ACADEMY

*Zhelezova Sofia V., Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher, All-Russian Scientific Institute of Phytopathology E-mail: soferrum@mail.ru ;
Veller Vladislav E., Post-graduate student, Department of Agriculture and Field Research Methods, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy E-mail: vellervladislav@gmail.com*

Abstract: *In a long-term field experiment, winter rye is cultivated with the use of different combinations of mineral fertilizers in permanent monocrop and in the crop rotation. Comparison of the vegetation index NDVI of winter rye during the growing season makes it possible to assess the development of crops according to different variants of experience and predict yields based on seasonal dynamics of NDVI.*

Keywords: *NDVI, winter rye, permanent monocrop, GreenSeeker, UAV*

УДК 632.51: 528.88

**О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ
СОРНОГО КОМПОНЕНТА В ДЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ
РГАУ – МСХА ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА**

Ермолаева Ольга Сергеевна, ст. преподаватель кафедры прикладной информатики, Институт экономики и управления АПК ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева»

*Железова Софья Владиславовна, д.с.-х.н., в.н.с. ФГБНУ ВНИИФ
Зейлигер Анатолий Михайлович, д.б.н., профессор кафедры прикладной информатики, Институт экономики и управления АПК ФГБОУ ВО
«РГАУМСХА имени К.А. Тимирязева»*

Веллер Владислав Евгеньевич, аспирант кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева»

*E-mail: ol_ermolaeva@mail.ru ; soferrum@mail.ru ; azeiliger@mail.ru ;
vellervladislav@gmail.com*

Аннотация: *Апробирован метод оценки сорного компонента агрофитоценоза на основе обследования посевов с применением беспилотной съёмки в видимом диапазоне. Рассмотрены примеры оценки засорённости, проведенные в разных условиях. Показаны преимущества и недостатки метода дистанционной оценки засорённости, оценены перспективы использования данного метода для условий Длительного полевого стационарного опыта с ограниченной возможностью посещения.*

Ключевые слова: *БПЛА, разрешающая способность съёмки, сорные растения*

Введение. Длительный полевой опыт РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева входит во Всероссийский и международный реестр длительных полевых опытов и является уникальным достоянием мировой науки [1]. Важность сохранения длительных полевых опытов состоит в том, что на основе многолетних научных наблюдений можно проследить некоторые важные аспекты защиты растений и фитосанитарной обстановки [2]. Изучение сорного компонента в посевах полевого опыта позволяют получить уникальную агрофитоценотическую информацию [3]. В то же время, такие полигоны, подобно заповедникам, являются весьма уязвимыми, т.к. при любом посещении

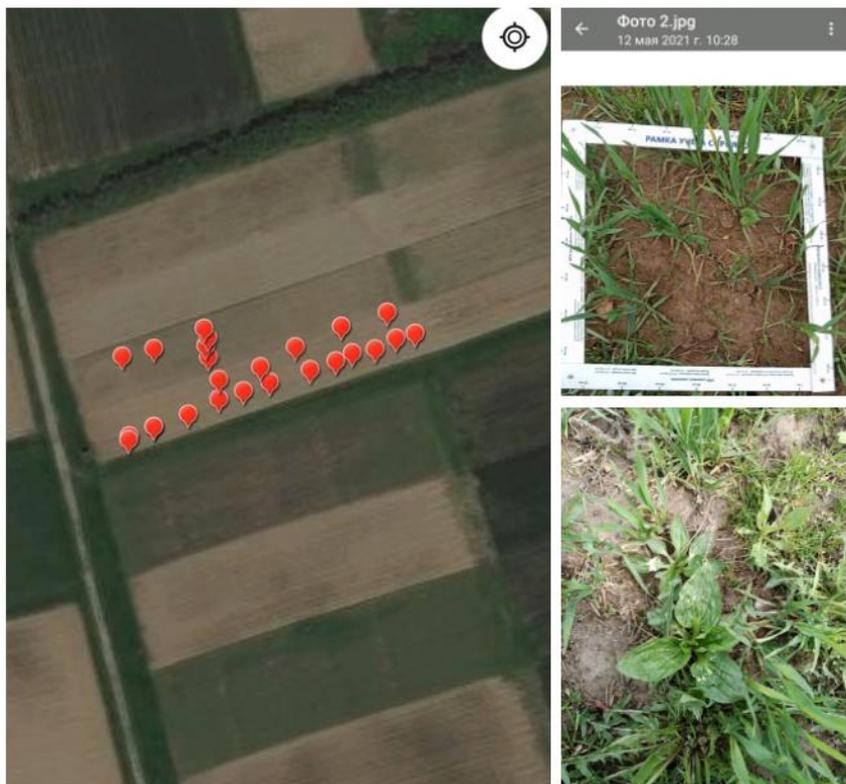
полигона возможно нарушение целостности взаимосвязей в растительном сообществе агрофитоценоза или занос новых объектов фитосанитарного мониторинга извне. В связи с этим актуальным становится вопрос применения дистанционного обследования посевов с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В последние несколько лет интенсивно начинается освоение таких технологий исследователями разных научных центров [4, 5]. Насколько возможна оценка засорённости посевов с БПЛА для длительного полевого опыта, и сможет ли она стать альтернативой традиционному учёту сорняков? – Данная статья посвящена поиску ответов на эти вопросы.

Цель. Сравнить возможности применения оценки засорённости посевов традиционными методами учёта и с применением съёмки высокого разрешения с БПЛА.

Материалы и методы. В работе сравниваются возможности традиционного метода учёта засорённости (подсчёт количества сорняков в квадратной рамке размером 0,5*0,5 м, с ручной записью в учётную ведомость) с новыми методами, основанными на фотографировании поверхности земли с наземного носителя или с беспилотного носителя. В качестве примеров рассмотрены возможности учёта засорённости с применением мобильного приложения, а также приведены результаты съёмки посевов в видимом диапазоне с мультикоптеров разных конструкций, оснащенных камерами Sequoia и FC6360. Съёмка в посевах на разных объектах и в разные фазы развития была проведена с высоты 5 м, 50 м, 100 м. Метод фотографирования, как с земли, так и с разной высоты над посевами, в любом случае подразумевает последующую обработку снимков. Это может быть экспертная аннотация (распознавание видов сорных растений по фотографии), или – на основе предварительного аннотирования снимков – распознавание в автоматическом режиме с применением компьютерных программ.

Результаты и их обсуждение. В среднем, при традиционном учете сорняков в посевах на описание одной точки учёта уходит от 1 до 4–5 минут. Количество учётных точек определяется задачами исследования. Для сигнальных целей достаточно провести учёт в нескольких точках, расположенных на поле рандомизированно, диагонально или по методу конверта. По временным затратам это составляет не более 30–40 минут. Результатом учёта засоренности традиционным методом является список сорняков, не имеющий координатной привязки. Эти данные могут служить рутинным задачам учёта, но не могут быть использованы для оценки пространственной картины распространения сорных видов. Для создания подробной карты засорённости поля необходимо заложить не менее 100 точек на учётную площадь. При этом необходимо также записывать координаты точки в пространстве. Общее время учёта в таком случае зависит от размера обследуемой площади, необходимого количества точек и составляет не менее 2–3 часов. Далее, для составления карты необходимо данные учёта, записанные вручную, перевести в электронные таблицы, что также занимает несколько часов. Таким образом, для того, чтобы составить карту распространения

сорняков (или одного сорного вида) на поле необходимо затратить 1–2 рабочих дня. Более удобным, по сравнению с традиционным учётом, представляется способ учёта сорняков с применением мобильного приложения, созданного О.С. Ермолаевой на кафедре прикладной информатики Института экономики и управления АПК РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. В мобильном приложении автоматически отмечается местоположение точки учёта, к этой записи можно приложить фотографию, описание сообщества сорняков в данной точке на поле (рис. 1) и любую сопутствующую информацию.



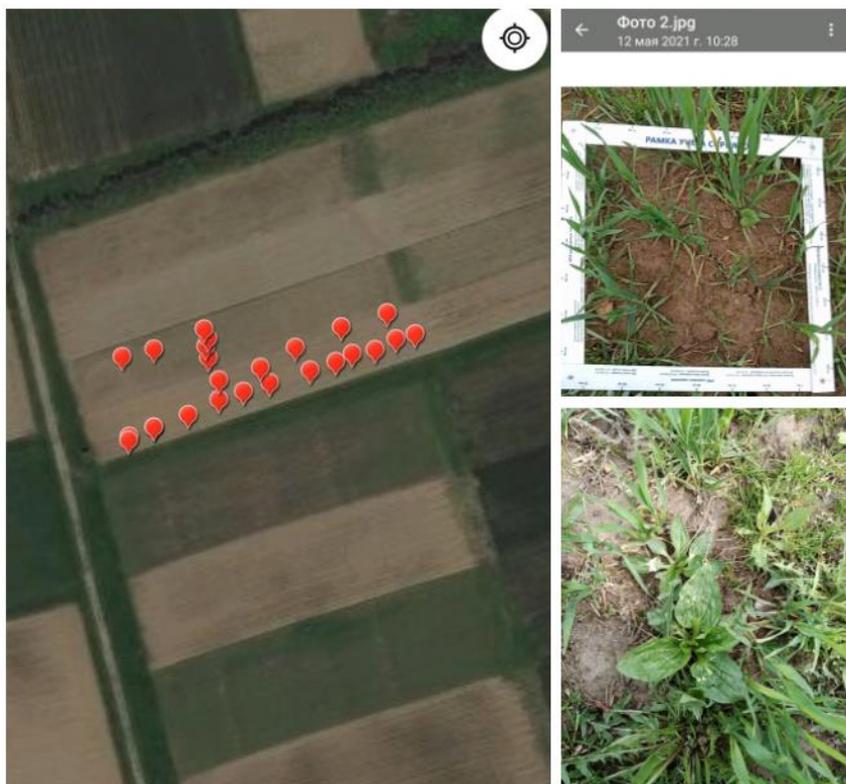


Рис. 1. Пример маршрута обследования поля для дальнейшего создания карты засорённости посевов с помощью мобильного приложения: слева красные метки – расположение точек учёта, справа – пример прикрепленных фотографий по отдельной точке учёта.

Дистанционная съёмка с помощью мультиспектральной камеры с БПЛА (например, с квадрокоптера DJI) позволяет более быстро получить исходные данные о посевах – цифровые фотоизображения, которые дальше могут быть подвергнуты обработке в специальных программах. Количество фотоснимков с одного поля может быть любым, и, по сути, оно ограничивается только продолжительностью полёта. Разрешающая способность съёмки зависит от камеры и высоты полёта. Чем ниже высота полёта, тем выше разрешающая способность съёмки. Однако, при проведении съёмки с малой высоты (5 м) возможно проявление мешающего влияния вибрации квадрокоптера на качество снимка. Поэтому подбор оптимальной высоты съёмки является первой методической задачей для возможности достижения цели распознавания сорных видов по фотоизображениям.

В течение 2020–2021 гг. были проведены несколько съёмок посевов с применением БПЛА с целью определения засорённости посевов визуальными методами и с применением обучаемой нейронной сети. Объектами исследования были поля НИИ орошаемого земледелия (Волгоградская область), и полигонов Полевой опытной станции РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева: Центр точного земледелия и Длительный полевой опыт(рис. 2).

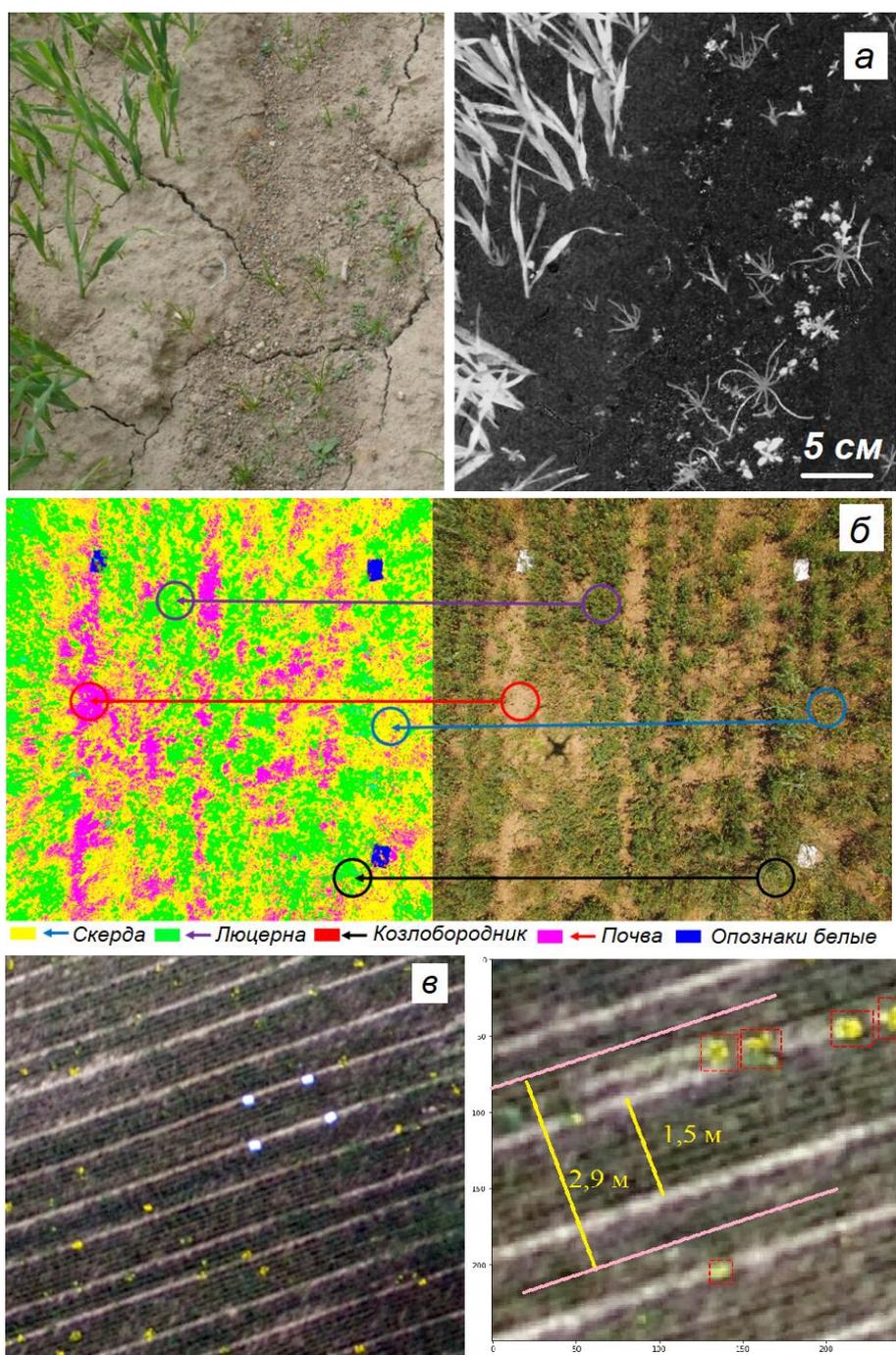


Рис. 2. Примеры обработки фотоизображений сорных растений с применением разных программ при разной высоте съёмки:

(а – наземная съёмка на цифровую фотокамеру; б – съёмка с высоты 5 м, обработка в программе ENVI; в – съёмка с высоты 100 м, обучение нейронной сети для распознавания головок цветущих одуванчиков)

На каждом из перечисленных объектов при проведении дистанционной съёмки с БПЛА были заложены калибровочные площадки размером 2*3 м с подробным описанием сообщества сорных видов в пределах площадок. Эти площадки позволяют аннотировать присутствие сорных видов и соотносить их с фотоизображениями в других точках. Выбор наиболее представительных точек в посевах для закладки калибровочных площадок – методическая задача.

Обработка результатов фотосъёмки позволяет обучать программы для визуального и автоматического распознавания сорных видов.

По результатам автоматического распознавания с помощью нейронной сети удалось достигнуть 80% точности определения количества головок цветущих одуванчиков в посевах.

Заключение. Оценка засорённости посевов с БПЛА для длительного полевого опыта может стать альтернативой традиционному учёту сорняков. Для достижения достаточного уровня распознавания сорных видов необходимо проводить съёмку с высокой разрешающей способностью: не более 5 см/пиксель. По сравнению с традиционным методом учёта сорняков с помощью рамки дистанционный метод имеет несомненные преимущества: быстрота съёмки, возможность «заложить» на снимках неограниченное количество точек обследования, возможность обучения программы распознавания сорных видов в автоматическом режиме. Недостатком метода является невозможность точного определения многих видов сорных растений в фазе проростков по фотографиям. Для достижения этой цели необходима разрешающая способность съёмки на миллиметровом уровне (1-2 мм/пиксел), а это означает гораздо бóльшие затраты времени на обследования и обработку снимков. Тем не менее, учёт засоренности посевов Длительного полевого опыта с применением БПЛА является перспективным направлением дальнейших исследований.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке проекта №62ГС1ЦТС10-В5/56006 и при грантовой поддержке Министерства науки и высшего образования, проект N 075-15-2021-1409.

Библиографический список

1. Мазиров, М.А. Длительный полевой опыт и опыт ЦТЗ РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева: итоги исследований и перспективы / М.А. Мазиров, О.А. Савоськина, А.И. Беленков // Сборник докладов международной научной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения академика В.Р. Вильямса и 100-летию со дня рождения И.С. Кауричева. М.: Материалы Международной научной конференции. – 2014. – С. 54–63.
2. Poulton, P.R. Why are long-term experiment important? / P.R. Poulton // *Izvestiya TSKhA*. – 2013. – Special issue. – P. 153–162.
3. Савоськина О.А. Флористический состав сорного компонента агрофитоценозов озимой ржи на длительном опыте / О.А. Савоськина, С.И. Чебаненко // М.: Доклады ТСХА. Сборник статей. – 2016. – С. 38–42.
4. Смук, В.В. Дистанционный мониторинг засоренности посадок картофеля в периоды до и после появления всходов / В.В. Смук, А.М. Шпанев // *Агрофизика*. – 2019. – № 4. – С. 46–53. DOI: 10.25695/AGRPH.2019.04.07
5. Зейлигер, А. М. Использование съёмки с БПЛА для идентификации и локализации сорной компоненты агроценозов / А. М. Зейлигер, О. С. Ермолаева, С. В. Железова, В. Е. Веллер // Электронный сборник материалов конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, 16–20 ноября 2020 года / Институт космических

исследований Российской академии наук. – Москва: ИКИ РАН, 2020. – С. 322.

**OPPORTUNITY OF UAVS USING TO ASSESS THE WEED COMMUNITIES
IN THE LONG–TERM FIELD EXPERIENCE OF RUSSIAN STATE
AGRARIAN UNIVERSITY – MOSCOW TIMIRYAZEV AGRICULTURAL
ACADEMY**

Ermolaeva Olga S., Senior Lecturer, Department of Applied Informatics, Institute of Economics and Management of the Agroindustrial Complex, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy E-mail:

УДК: 615.322: 631.527: 633.521

**ТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЬНОВОДСТВЕ
И В ОГРАНИЧЕНИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОРЩЕВИКА**

Кудрявцев Николай Александрович, д.с.-х.н., главный н.с. ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» E-mail: vniil.sekretar@mail.ru

***Аннотация.** Опрыскиватели Amazone UX 5200, ОП-24-3000 и ОП-18-2500 - автоматически регулировали параметры рабочих процессов в льняных севооборотах. При ограничении распространения борщевика применялись оснащенные программным обеспечением наземные и летательные опрыскивающие агрегаты, внесившие гербициды на засоренные территории.*

***Ключевые слова:** цифровые технологии, фитосанитарный мониторинг, мобильные приложения, лен, борщевик, терминал управления, навигатор, интерактивная карта.*

Работа выполняется при финансовой поддержке Минобрнауки России (ГЗ FGSS – 2019 – 0017).

Введение. Понятия «точное земледелие», «цифровые технологии» связано с программным обеспечением (этих технологий), созданным с помощью, так называемой, - «вычислительной техники». Цифровые технологии реализуются при эксплуатации компьютерных, автоматических, роботизированных, сложных измерительных, радио- и телекоммуникационных устройств [1]. В современном сельском хозяйстве интенсивно возрастает поток информации от метеостанций, фитосанитарной службы, полевой наземной техники, пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов (в т.ч.

– квадрокоптеров и космических орбитальных спутников). Научно-технический прогресс в агропромышленном производстве продолжается. Все более значимую роль и в нем начинают играть элементы цифровых технологий.

Данные цифровых систем позволяют находить закономерности явлений, с которыми они связаны, применять современные научные методы их обработки, позволяющие принимать грамотные решения, экологизированно применять пестициды, в частности, в льноводстве [2]. Исследования с целью выяснения, какой сектор сельского хозяйства наиболее популярен для применения цифровых технологий, показали, что это - защита растений [3]. Цифровизация реализуется в общегосударственном фитосанитарном мониторинге при использовании датчиков сбора данных о распространении болезней и вредителей растений. Они интегрируются и служат для разработки заблаговременных фитосанитарных прогнозов.

Методы и содержание работы. Научно-методическими вопросами фитосанитарного мониторинга и прогноза применительно к льноводству систематически занимались и занимаются специалисты по защите растений НИИ льна, интегрируясь в российскую фитосанитарную службу. При решении задач цифровизации используются и традиционный подход, и информационные технологии. В рамках традиционного подхода – формулируется задача, составляется алгоритм ее решения, подбирается соответствующая IT-программа, позволяющая решить поставленную задачу. Такой подход адекватен при наличии надежных, сходящихся алгоритмов действий. Но при решении задач, алгоритмов которых не существует, - работает в основном человек, а ЭВМ оказывает ему помощь. Такие решения основываются на информационных технологиях с базой в сфере искусственного интеллекта.

Многолетние данные по проявлению болезней, вредителей и сорняков, по погодным условиям, по эффективности применения пестицидов – такую информацию можно получать в цифровом виде, обрабатывать и накапливать в «облачных хранилищах». Данный сервис предоставляет в режиме реального времени результаты анализа множества факторов и дает обоснование для последующих действий, помогая вести учет данных и дифференцировать элементы рекомендуемых мероприятий на конкретных сельскохозяйственных угодьях. В качестве примера, возьмем мобильное приложение в смартфоне для специалиста по защите растений, агронома. В нем отображается фитосанитарная ситуация на конкретных полях, при осмотре которых специалист последовательно делает несколько фотографий, устанавливает фазы развития культурных и сорных растений, проявление болезней и вредителей (для нас будет интереснее – льна), при необходимости – добавляет комментарии. GPS-датчик определяет положение специалиста на поле, и собранные данные автоматически привязываются к данному участку и его

биоценозу, связываются с географическими координатами и реальным временем. Такие данные адаптированы для выгрузки в Excel для математических и других анализов. Они могут пересылаться другим специалистам, консультантам, поставщикам средств защиты растений.

Программа Агробаза содержит каталог информации по болезням, вредителям и сорнякам культурных растений, по средствам защиты растений, по параметрам реализации опрыскивания ими с.-х. угодий (калибровка распылителей, время смешивания в баке опрыскивателя различных композиций пестицидов и агрохимикатов, скорость движения агрегата по полю и т.д.). Подобный сервис (с интернациональным названием Exact Farming) при участии московских коллег и нашем профессиональном внимании к процессу – разработан в «Сколково». К настоящему времени им пользуются аграрии порядка 5000 предприятий в 12 странах Мира.

В практической реализации наземного опрыскивания с цифровым программным обеспечением я участвовал в 2015 г. на льне масличном при обработке посевов в фазе елочки композицией избирательных гербицидов и защитно-стимулирующих препаратов в ООО «Спектр» Балашовского р-на Саратовской области. Опрыскивающий агрегат Amazone UX 5200 + Massey Ferguson 6700 был оборудован терминалом управления Amatron+, позволившим производить автоматическую регулировку параметров рабочего процесса, регистрировать внесенное количество рабочей жидкости и обработанную площадь. Позиционно точное вождение агрегата без двойного наложения пестицидов на обрабатываемые участки и без «огрехов» на них, переключение параметров работы агрегата на разворотных полосах, ответвлениях и клиньях полевых угодий обеспечивала дополнительная бортовая компьютерная система GPS-Switch. При этом учитывалась ширина захвата и положение отдельных секций опрыскивателя. В зависимости от качества сигнала GPS было возможно довольно точное автоматическое управление работой агрегата. После первого объезда периметра поля определялись его границы, затем система работала по заданной программе.

Дифференцированное внесение рабочих жидкостей пестицидов и агрохимикатов при контроле норм применения, положения секций и форсунок опрыскивателя позволяет Российская Глонасс / GPS-система (навигационный комплекс) Агронавигатор. Применение такого цифрового оборудования на опрыскивателе ОП-24-3000 в агрегате с трактором МТЗ-82 обеспечивало в 2018-2019 гг. на льняных полях АК «Родниковое Поле» Веневского района Тульской области – автоматическое регулирование расхода рабочей жидкости композиций гербицидов и защитно-стимулирующих веществ – по скорости движения агрегата (для выдерживания их заданной нормы применения); - автоматическое включение и выключение опрыскивания при начале движения

и остановке; - автоматическое выключение опрыскивания при заходе штанги агрегата на обработанный участок; - автоматическое отдельное отключение концевых форсунок при их заходе на обработанный участок во время параллельного вождения. В этом хозяйстве впервые для данного региона было организовано семеноводство льна новых сортов. В 2018 г. здесь возделывалось 208 га льна, в 2019 г. – 406 га. Эти площади были обработаны композициями гербицидов и защитно-стимулирующих веществ при помощи вышеназванного оборудования. Очевидна высокая хозяйственно-экономическая эффективность проводимых мероприятий - в 2019 г. хозяйство получил рекордный урожай семян льна-долгунца – 12,5 ц/га (507,5 тонны с 406 га). За это достижение АК «Родниковое Поле» совместно с ФГБНУ ФНЦ ЛК получили Медаль Российской агропромышленной выставки «Золотая Осень» на ВДНХ [4].

Композиции гербицидов в сниженных нормах применения с адьювантами, антистрессантами и биопрепаратами - для обработки посевов льна в 2021 г. применялись в условиях производства АО «Ленпром» на полях Торжокского района Тверской области, где планировалось организовать «Всероссийский день льняного поля 2021». Использовался опрыскиватель прицепной ОП-18-2500 в агрегате с МТЗ-1221.2. Точное вождение агрегата по посевам льна тоже осуществлялось с помощью цифрового оборудования - бортового компьютера с Глонасс / GPS навигатором. Таким образом, была достигнута эффективная защита льна от болезней, вредителей и сорняков, получены высокие морфологические показатели культурных растений, особенно в случаях применения композиций гербицидов в сниженных нормах применения с адьювантами, антистрессантами и биопрепаратами.

В плане мониторинга и ограничения вредоносного распространения гигантского борщевика – цифровые технологии задействованы при создании интерактивной карты в масштабах России [5], на которой отмечается распространение борщевика по различным территориям регионов и принятые меры ограничения его распространения. Наше наибольшее участие в реализации цифровых технологий при ограничении распространения борщевика связано с применением оснащенных программным обеспечением и Глонасс / GPS навигаторами наземных опрыскивающих агрегатов и беспилотных летательных аппаратов в работе по внесению гербицидов.

Уничтожающие борщевик химическим способом - бригады, которые мы консультировали, - прошли своеобразную эволюцию повышения производительности труда. Для обработки различных территорий против борщевика в начале нашей совместной работы было широко апробировано использование ранцевых и перевозимых моторных опрыскивателей («Штиль», «Олео-Мак» и др.). Большую производительность обеспечивали

агрегатируемые с тракторами штанговые опрыскиватели (ОП-24-3000 и ОП-18-2500, оборудованные цифровыми навигационными комплексами).

Для оперативной обработки труднодоступных наземной технике мест произрастания борщевика мы изучаем применение квадрокоптеров (Agras MG-1P - рис. 7 и др.) и сверхлегких самолетов (СЛА УС-15М с авиаопрыскивателем ОРЖ-5У и др.), оборудованные цифровыми навигационными комплексами. В наших бригадах опытные операторы с помощью квадрокоптеров Agras MG-1P обрабатывали гербицидами по 25-30 га зарослей борщевика за рабочую смену. Осваивается еще более производительное управление одним оператором несколькими квадрокоптерами, при котором и все 100 га обработать реально.

Заключение. Следовательно, защита растений - наиболее популярный для применения цифровых технологий сектор сельского хозяйства. Они реализуются в фитосанитарном мониторинге и интегрируются в единую сеть для разработки заблаговременных фитосанитарных прогнозов.

Мобильные приложения в смартфоне для специалистов по защите растений, агрономов (Exact Farming и др.) - отображают фитосанитарную ситуацию на конкретных полях (в т.ч. - льна), связывают ее с географическими координатами и реальным временем, адаптируют для выгрузки в Excel (для математических и других анализов). Они содержат каталог информации по болезням, вредителям и сорнякам культурных растений, по средствам защиты растений, по параметрам реализации опрыскивания ими с.-х. угодий.

На практике с нашим участием, например, российский Глонасс / GPS - навигационный комплекс Агронавигатор на агрегатах ОП-24-3000 + МТЗ-82 и ОП-18-2500 + МТЗ-1221.2 - обеспечивал на льняных полях автоматическое регулирование расхода рабочей жидкости композиций гербицидов и защитно-стимулирующих веществ; автоматическое включение и выключение опрыскивания при начале движения, его остановке и во время параллельного вождения на посевах льна.

Для мониторинга гигантского борщевика цифровые технологии задействованы при создании интерактивной карты его распространения и принятых мер против него. Наше практическое участие в реализации цифровых технологий при непосредственном ограничении распространения борщевика связано с применением оснащенных программным обеспечением и Глонасс / GPS навигаторами наземных и беспилотных летательных опрыскивающих агрегатов в работе по внесению гербицидов на засоренные территории.

Библиографический список

1. Орешкина Л.В. Обнаружение и распознавание класса объектов на многозональных изображениях дистанционного зондирования. // Информатика. – 2020. - №2. - С. 79
2. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Савоськина О.А. и др. Экологизированное применение регуляторов роста, фунгицидов и гербицидов при возделывании

- льна // В сборнике научных трудов V межд.науч.экол.конф., посв. 95-летию Кубанского ГАУ. - 2017. - С. 313 - 317.
3. Kang M.Z., Wang F.Y. From parallel plant to smart plants: intelligent control and management for plant growth. // IEEE-CAA J Automatica Sinica. – 4 (2). – 163. <https://doi.org/101109/JAS.2017.7510487>
 4. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Курбанова З.К., Савоськина О.А. Перспективные средства защиты льна// Защита и карантин растений. - 2020. - №4. - С. 24 -26. Elibrary.ru/item.asp?id=42673419. DOI: 10.47528/1026-8634-2020-4-24
 5. <https://antiborschevik.info/map>

PRECISE TECHNOLOGIES IN FLAX GROWING AND IN LIMITING THE SPREAD OF HOGWEED

Kudryavtsev Nikolay Alexandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Scientific Officer of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center of Bast Cultures"

***Annotation.** Sprayers Amazone UX 5200, OP-24-3000 and OP-18-2500 - automatically adjusted the parameters of the workflow. When limiting the spread of hogweed, software-equipped ground and aerial spraying units were used, which introduced herbicides into the littered territories.*

***Keywords:** digital technologies, phytosanitary monitoring, mobile applications, flax, hogweed, control terminal, navigator, interactive map*

Содержание.

Трухачев В.И., академик РАН, Ректор РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. ПОДНИМАЯСЬ МЫСЬЮ В БУДУЩЕЕ	4
Матюк Н.С., Мазиров М.А., Полин В.Д., Савоськина О.А., Беленков А.И. ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОБИОЦЕНОЗОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ОКУЛЬТУРИВАНИИ	6
Савоськина О.А., Чебаненко С.И., Земецкий В.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА	23
Заверткин И.А. ДЕЙСТВИЕ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С4 ТИПА ФОТОСИНТЕЗА	29
Арефьева В.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ТАРИФОВ СТРАХОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ	33
Персикова Т.Ф., Царева М.В., Калинина М.С. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОЗ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ КУРИНОГО ПОМЕТА НА УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ, ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И ИХ	40
Bekzod B.V., Tursunov Sh., Ishmuminov V. V. CURRENT STATUS OF IRRIGATED GRAZING SOILS OF MIRZAABAD DISTRICT	45
Сидиков С., Сайдуллаева З. ПОЛУЧЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ ОРГАНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ИХ АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ	49
Халиков Б.М., Бозоров Х.М., Бобокандов Ш.Р. СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО АЗОТА В ПОЧВЕ ПРИ БЕССМЕННОМ ПОСЕВЕ ХЛОПЧАТНИКА	55
Al-Gailani Ammar , Mohamed R. A. THE EFFECT OF AGRICULTURAL APPLICATIONS ON THE PRODUCTION OF CEREAL CROPS IN A FIELD EXPERIMENT	66
Анисимова Т. Ю. ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРОБИОПРИЕМОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ВЫРАБОТАННОГО ТОРФЯНИКА	69
Иванов В.М., Бородай Д.Д. ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК РАСТЕНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА РАЗНЫХ ФОНАХ ОСНОВНОГО УДОБРЕНИЯ В ПОДЗОНЕ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ	74
Кузиев Ж.М., Каримбердиева А.А., Жумаев Ш.Х. АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАРООРОШАЕМЫХ СЕРОЗЁМНО-ЛУГОВЫХ И НОВООРОШАЕМЫХ СВЕТЛЫХ СЕРОЗЁМОВ, РАЗЛИЧНЫХ ПО УРОВНЮ ПЛОДОРОДИЯ	80

Зеленев А.В., Зеленева И.П., Семинченко Е.В. РОЛЬ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ	84
Макарычев С.В. ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ АГРОПОЧВ ПОЙМЫ РЕКИ АЛЕЙ ПУТЕМ ЗАТОПЛЕНИЯ ТАЛЫМИ ВОДАМИ ИЗ ГИЛЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА АЛТАЙСКОГО КРАЯ	89
Медведев Г.А., Михальков Д.Е., Екатериничева Н.Г. ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЗАСОРЕННОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ПОДЗОНЕ ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	95
Самофалова И.А. ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ	99
Зинченко С.И., Мазиров М.А., Григорьев А.А. ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОД ОВЕС С ПОДСЕВОМ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ	105
Зинченко М.К., Зинченко С.И. ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ	114
Васин В.Г., Васин А.В., Михалкин Н.Г. УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ И ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗМЕЩЕНИЕ В СЕВООБОРОТЕ ПО ПОДСОЛНЕЧНИКУ	122
Новиков М.Н. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ	126
Мудрых Н.М. ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ	132
Апаева Н.Н., Манишкин С.Г. МИКРОМИЦЕТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ	135
Уткин А.А. ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАНТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОВЕДЕНИЕ КАДМИЯ В СИСТЕМЕ ТОРФЯНАЯ НИЗИННАЯ ПОЧВА – ГОРЧИЦА БЕЛАЯ	140
Перевертин К.А., Баматов И.М. АДАПТАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ РОССИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ БЕСПРЕЦЕДЕНТНЫХ ВЫЗОВОВ (ПРИМЕР УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО	145
Апаева Н.Н., Манишкин С.Г. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	149
Беленков А.И. РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ ЦЕНТРА ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	154

Николаев В.А., Шигрова Л.И. СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ	160
Железова С.В., Веллер В.Е., Мельников А.В. ДИСТАНЦИОННАЯ И НАЗЕМНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ РЖИ ПО ВЕГЕТАЦИОННОМУ ИНДЕКСУ NDVI В ДЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ РГАУ – МСХА ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА	165
Ермолаева О.С., Железова С.В., Зейлигер А.М., Веллер В.Е. О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОРНОГО КОМПОНЕНТА В ДЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ РГАУ – МСХА ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА	170
Кудрявцев Н.А. ТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЬНОВОДСТВЕ И В ОГРАНИЧЕНИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОРЩЕВИКА	176