

На правах рукописи

ШМИДТ АЛЕКСАНДР ГЕНРИХОВИЧ

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУРИНОГО ПОМЁТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ
ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Специальность 06.01.04 – агрохимия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Омск – 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Научный руководитель: **Бобренко Игорь Александрович,**
доктор сельскохозяйственных наук

Официальные оппоненты: **Антонова Ольга Ивановна,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», профессор кафедры почвоведения и агрохимии

Чекаев Николай Петрович,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и химии

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»

Защита диссертации состоится «07» октября 2020 года в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 999.091.03. ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» по адресу: 446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2, тел./факс 8-(846-63)46131.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» и на сайте <http://www.ssaa.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2020 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные и скрепленные гербовой печатью организации, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Троц Наталья Михайловна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В соответствии с «Концепцией развития агрохимии и агрохимического обслуживания сельского хозяйства Российской Федерации», потребность земледелия страны в органических удобрениях составляет 800 млн. т, однако их применение в последние годы не превышает 10-15%.

Использование птичьего помета как удобрения имеет важное значение в земледелии Омской области. В настоящее время в регионе насчитывается 15 птицеводческих хозяйств (В. М. Красницкий и др., 2014). В тоже время, перевод птицеводства на промышленную основу определил высокую концентрацию поголовья птицы на отдельных ограниченных территориях, в связи с чем, возникла проблема утилизации значительного количества птичьего помета, который по ряду причин относят к разряду опасных отходов (Г.Е. Мерзлая, В.П. Лысенко, 2005). Вместе с тем птичий помет – ценное органическое удобрение с высоким содержанием питательных веществ и удовлетворительным для большинства сельскохозяйственных культур соотношением азота, фосфора и калия.

Сохранение, воспроизводство и рациональное использование плодородия почв сельскохозяйственного назначения – основное условие стабильного развития агропромышленного комплекса. Сельскохозяйственное использование приводит к существенным, преимущественно негативным изменениям почв, обуславливает деградацию и снижение их плодородия (В.Г. Сычев, М.И. Лунёв, А.В. Павлихина, 2012). Для предотвращения дальнейшего развития негативных тенденций в условиях снижения объемов применения органических и минеральных удобрений, особую актуальность приобретают исследования по вопросам научного обоснования и разработки практических мероприятий, обеспечивающих воспроизводство плодородия почв и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур за счет применения куриного помета в качестве органических удобрений, с одной стороны, и создание экологически благополучной обстановки с другой (утилизация отходов птицеводства) (В.И. Фисинин и др., 2013; Р.А. Каменев, 2017).

Степень разработки темы. Сельскохозяйственные культуры отзывчивы на применение органических удобрений в условиях южной лесостепи Западной Сибири (Н.А. Воронкова, 2012; Ю.И. Ермохин, И.А. Бобренко, 2008; А.Е. Кочергин и др., 1980; Н.А. Пунда, 1989; И.Ф. Храмцов, 1997). Установлено, что они эффективны на черноземных почвах при выращивании различных культурных растений.

Работами различных ученых отмечается, что пометные удобрения способствуют оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур и повышают почвенное плодородие в различных климатических зонах (В.М. Красницкий и др., 2016; Н.А. Пунда, 1989; Р.А. Каменев, 2017; Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, А.А. Бельгин, 2016; В.П. Лысенко и др., 2011, 2014, 2016; Е.В. Дабахова, 2005 и др.).

В тоже время на лугово-черноземных почвах в условиях Западной Сибири использование перепревшего куриного помета изучено недостаточно. В связи с

этим наши исследования по управлению питанием культурных растений и плодородием почв с помощью применения органических удобрений на основе куриного подстилочного помёта с учетом обоснованных в исследованиях доз и нормативных агрохимических параметров дадут возможность оптимизировать питание с целью получения высокого и качественного урожая.

Цель исследований – разработать агрохимические нормативные параметры применения органических удобрений на основе куриного подстилочного помёта под сельскохозяйственные культуры на лугово-черноземных почвах лесостепи Западной Сибири.

Задачи исследований:

- изучить действие и последствие подстилочного куриного помета на урожайность, ее структуру и качество зерна яровой пшеницы;
- изучить действие подстилочного куриного помета на урожайность, ее структуру и качество ячменя, капусты белокочанной и картофеля;
- исследовать влияние изучаемых органических удобрений на плодородие лугово-черноземной почвы;
- определить наиболее эффективные дозы подстилочного куриного помета под яровую пшеницу, ячмень, капусту белокочанную и картофель в условиях лугово-черноземных почв;
- установить нормативы по окупаемости вносимых органических удобрений дополнительным урожаем изучаемых культур, коэффициенты действия удобрения на химический состав почвы, использования элементов питания из почвы и удобрений, количественные показатели выноса элементов урожаем и химического состава подстилочного помета для расчета доз удобрений;
- провести экономическую и биоэнергетическую оценку применения органического удобрения на основе куриного подстилочного помёта.

Объект и предмет исследований. Объектом исследований являются яровая пшеница (*Triticum L.*), сорта Дуэт, Омская 36; яровой ячмень (*Hordeum sativa L.*), сорт Подарок Сибири; капуста белокочанная (*Brassica oleracea var. capitata*); сорт Подарок; картофель (*Solanum tuberosum*), сорт Хозяюшка.

Подстилочный куриный помет. С 1 тонной перепревшего подстилочного помета вносилось в почву в среднем 38,4 кг азота, 23,4 кг фосфора и 12,3 кг калия.

Предметом исследований являются исследования в опытах, заложенных в 2015-2018 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО «Омский ГАУ им. П.А. Столыпина».

Научная новизна. В условиях южной лесостепи Западной Сибири впервые определены агрохимические нормативные параметры использования органического удобрения на основе перепревшего подстилочного куриного помёта в условиях лугово-черноземных почв. Установлено влияние пометного удобрения на содержание нитратного азота, подвижных форм фосфора и калия в почве. Доказана высокая эффективность оптимальных доз органического удобрения на основе подстилочного куриного помёта с учетом действия и последствие на урожайность и качество яровой пшеницы, ячменя, капусты белокочан-

ной и картофеля. Установлены коэффициенты использования элементов из почвы и удобрений, интенсивности действия единицы удобрений на химический состав почвы, нормативы затрат элементов питания на создание единицы урожая, количество элементов питания в 1 тонне органических удобрений на основе подстилочного куриного помета.

Теоретическая и практическая значимость. Дано научно-практическое обоснование продуктивности сельскохозяйственных культур при использовании в качестве удобрения куриного подстилочного помета.

Установленные наиболее эффективные дозы перепревшего подстилочного куриного помета при возделывании сельскохозяйственных культур позволяют на основе установленных зависимостей в системе «удобрение-почва-растение» оптимизировать минеральное питание сельскохозяйственных культур, обеспечить получение экономически обоснованных, высоких и качественных урожаев при повышении почвенного плодородия. Разработанные агрохимические нормативные параметры могут быть использованы для управления питанием сельскохозяйственных культур внесением органического удобрения на основе подстилочного куриного помета, что позволяет повысить агрономическую и экономическую эффективность применения удобрений.

Результаты исследований прошли производственную проверку в ООО «РУСКОМ-Агро» на площади 40 га (яровая пшеница), 54 га (яровой ячмень), ООО «ВОСХОД» – 30 га (капуста белокочанная), фермерском хозяйстве «Кабденов Т.Е.» – 30 га (картофель). Также основные положения исследований используются в учебном процессе.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на изучении научной литературы отечественных и зарубежных авторов.

Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований методами статистического, корреляционного и регрессионного анализов; эмпирические – полевые опыты, графическое и табличное представление результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

– внесение органического удобрения на основе перепревшего подстилочного куриного помета обеспечивает увеличение урожайности яровых пшеницы и ячменя, капусты белокочанной и картофеля на 25-45 %; 1 т удобрения повышает содержание нитратного азота на 1,05-1,69 мг/кг, подвижного фосфора на 1,40-1,96 мг/кг и подвижного калия в почве на 0,79-4,11 мг/кг в год действия;

– расчет доз удобрений на основе нормативных агрохимических параметров (затраты элементов питания на создание 1 тонны урожая, коэффициенты использования и интенсивности действия удобрений на химический состав почвы, азот текущей нитрификации) обеспечивает внесение органических удобрений в оптимальных дозах.

Достоверность результатов подтверждается современными методами проведения полевых опытов, необходимым количеством наблюдений и учетов, результатами статистической обработки экспериментальных данных.

Апробация исследований. По материалам диссертации опубликовано 10 печатных работ, в том числе 4 – в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК РФ.

Основные результаты исследований были представлены докладами и обсуждены на Международных научно-практических конференциях «Эффективное животноводство – залог успешного развития АПК региона» (Омский ГАУ, Омск, 2017); «Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности» (Воронеж, 2019), региональной научной конференции «Проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов» (Омский ГАУ, Омск, 2018), доложены на районных и региональных совещаниях сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 182 страницах. Состоит из введения, семи глав, заключения, рекомендаций производству. Содержит 47 таблиц, 31 рисунок, 19 приложений. Список литературы включает 202 наименования, в том числе 10 на иностранных языках.

Личный вклад. В основу данной работы положены собственные исследования автора, который принимал непосредственное участие в составлении методики исследований, проведении опытов, наблюдениях в полевых и лабораторных условиях, обобщении и анализе экспериментальных данных.

Автор выражает искреннюю благодарность и признательность за консультации и помощь в работе научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, академику Международной академии аграрного образования Бобренко Игорю Александровичу, а также за всестороннюю помощь доктору сельскохозяйственных наук, профессору, Заслуженному агроному России В.М. Красницкому.

1 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУРИНОГО ПОМЕТА В ЗЕМЛЕДЕЛИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В главе приведен анализ научной литературы по вопросам: 1.1 Куриный помет как удобрение: выход, агрохимические свойства, особенности получения; 1.2 Влияние птичьего помета на плодородие почвы; 1.3 Продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от применения пометных удобрений.

2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Почва лугово-черноземная маломощная малогумусная тяжелосуглинистая. Грунтовые воды залегают на глубине 3,0-3,5 м. Содержание гумуса по опытными участкам в пахотном слое варьирует от 4,04 до 4,19%, плотность почвы – 1,26-1,30 г/см³, плотность твердой фазы – 2,65 г/см³. Сумма обменных катионов не высокая – от 21,1-24,0 ммоль/100 г почвы, среди катионов преобладает кальций (17,1-20,0 ммоль/100 г почвы), количество натрия не превышает 0,91

ммоль/100 г почвы. Реакция среды находится в нейтральном диапазоне (рН водной суспензии 6,5-7,1).

Обеспеченность почвы опытных участков нитратным азотом очень низкая и низкая (2,28 – 8,20 мг/кг почвы), подвижным фосфором – повышенная (112 – 145 мг/кг почвы), калием – очень высокая (218 – 347 мг/кг почвы).

Климат и метеорологические условия в годы проведения исследований. Сумма активных температур составляет 1850-2150 °С, сумма осадков за вегетационный период составляет 191-256 мм. Погодные условия годов исследований характеризуются непостоянством. Вегетационные периоды 2015 и 2018 годов были прохладными и влажными, а 2016 и 2017 года более теплыми и влажными.

Методика полевых и лабораторных исследований. Для решения поставленных задач по оптимизации применения куриного помета были проведены полевые опыты (2015-2018 гг.):

Опыт № 1. Эффективность действия и последствий подстилочного куриного помета при возделывании пшеницы яровой (2015-2018 гг.);

Опыт № 2. Эффективность подстилочного куриного помета при возделывании ячменя ярового (2015-2017 гг.);

Опыт № 3. Эффективность подстилочного куриного помета при возделывании капусты белокочанной(2015-2017 гг.);

Опыт № 4. Эффективность подстилочного куриного помета при возделывании картофеля (2015-2017 гг.).

Схемы в данных опытах одинаковы: 1. Контроль; 2.4 т/га; 3. 8 т/га; 4.12 т/га; 5.16 т/га; 6.20 т/га. Проводимые опыты однофакторные. Расположение делянок на опытном участке систематическое. Площадь делянок – 16 м²; учётная площадь – 15 м². Повторность вариантов в опыте трёхкратная, расположение повторностей в один ярус.

Опыт № 5, производственный. Эффективность применения повышенных доз органических удобрений на основе куриного помета в лесостепи Омской области при возделывании пшеницы яровой (2016 г.).

Схема опыта: 1. Контроль; 2. 20 т/га; 3. 40 т/га; 4. 60 т/га. Расположение делянок на опытном участке систематическое. Площадь делянок – 2 га. Повторность вариантов в опыте трёхкратная, расположение повторностей в один ярус.

Агротехника всех культур – общепринятая для региона. Закладку опытов, все учеты, наблюдения производили по общепринятым методикам (А.С. Пискунов, 2004; Б.А. Доспехов, 1985). Отбор растительных и почвенных проб был приурочен к основным фазам роста и развития культур. Химические анализы почв и растений проводили на кафедре агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Омский ГАУ, в ФГБУ «Центр агрохимической службы «Омский» общепринятыми в агрохимии и почвоведении методами (В.В. Кидин и др., 2008; М.В. Новицкий и др., 2009).

В почвенных пробах определяли: гумус по Тюрину в модификации ЦИ-НАО, рН почвы потенциметрическим методом; ЕКО по Бобко и Аскинази в модификации Грабарова и Уваровой; плотность твердой фазы пикнометриче-

ским методом; нитратный азот по Грандваль-Ляжу; подвижные фосфор и калий по Чирикову. Сжигание растительных навесок проводили методом мокрого озоления по Пиневиц; общий азот определяли по Кьельдалю; фосфор по Дениже; калий – на пламенном фотометре. Определяли содержание белка (ГОСТ 10846-74), стекловидность зерна (ГОСТ 10987-79), клейковины (ГОСТ 27839-88). Биоэнергетическую и экономическую эффективность применения удобрений рассчитывали согласно рекомендаций Ю.И. Ермохина и А.Ф. Неклюдова (1994). Результаты исследований подвергнуты математической обработке (Б.А. Доспехов, 1985).

3 ВЛИЯНИЕ ПОДСТИЛОЧНОГО КУРИНОГО ПОМЕТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ

3.1 Влияние подстилочного куриного помета на урожайность зерновых культур

В проведенных полевых исследованиях установлено, что, применение птичьего помета положительно повлияло на продуктивность пшеницы яровой (опыт №1). В контрольном варианте сформировалась урожайность 1,86 т/га, а при внесении подстилочного помета – 2,04-2,68 т/га. Все изучаемые дозы позволили получить достоверные прибавки урожайности зерна (таблица 1).

С увеличением вносимых доз возрастала и урожайность зерна пшеницы яровой. Более существенное повышение этого показателя происходило при переходе от низких к средним, чем от средних к высоким дозам. Урожай близкие к максимальным достигались уже при среднем уровне доз – 12 т/га птичьего помёта. Наиболее эффективным было применение 16 т/га – увеличение урожайности составило 0,74 т/га или 29,9 % к контролю. Каждая тонна помета позволила дополнительно получить с гектара в год действия максимально 55,4 кг зерна пшеницы – при внесении 8 т/га, минимально – 41,0 кг – при 20 т/га.

Таблица 1 – Действие куриного подстилочного помета на урожайность зерна пшеницы яровой при возделывании на лугово-черноземной почве (2015-2017 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка		Окупаемость, кг/т
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средняя	т/га	%	
Контроль	1,50	2,25	1,82	1,86	–	–	–
4 т/га	1,62	2,30	2,21	2,04	0,19	10,0	46,7
8 т/га	1,82	2,62	2,46	2,30	0,44	21,7	55,4
12 т/га	2,16	2,73	2,56	2,48	0,63	27,3	52,2
16 т/га	2,40	2,77	2,63	2,60	0,74	29,9	46,5
20 т/га	2,41	3,06	2,56	2,68	0,82	31,5	41,0
НСР ₀₅	0,10	0,09	0,12				

Действие птичьего помета не ограничивалось одним годом, а продолжа-

лось в последствии, что обеспечило суммарную максимальную прибавку за три года 2,15 тонны при дозе 20 т/га (таблица 2). В тоже время наиболее высокой окупаемостью 150 кг зерна на 1 тонну удобрения отличался вариант, где доза помета составила 8 т/га. Поэтому при дефиците куриного помета в хозяйстве большую отдачу обеспечит именно эта доза.

Таблица 2 – Действие и последствие помета на урожайность зерна пшеницы яровой в севообороте при возделывании на лугово-черноземной почве (2016-2018 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка		Окупаемость, кг/т
	Действие, 2016 г.	Последствие		Сумма за 3 года	т/га	%	
		1-го года, 2017 г.	2-го года, 2018 г.				
Контроль	2,25	2,70	2,54	7,49	–	–	–
4 т/га	2,30	3,00	2,71	8,01	0,52	6,9	130
8 т/га	2,62	3,44	2,63	8,69	1,20	16,0	150
12 т/га	2,73	3,57	2,74	9,04	1,55	20,7	129
16 т/га	2,77	3,59	2,96	9,32	1,83	24,4	114
20 т/га	3,06	3,66	2,92	9,64	2,15	28,7	108
НСР ₀₅	0,09	0,11	0,18				

Ячмень в среднем за годы исследований сформировал урожайность в контрольном варианте 2,41 т/га (опыт №2, таблица 3). Наиболее эффективным было использование помета в дозе 16 т/га – увеличение урожайности составило 0,74 т/га или 24,8 %. Каждая тонна помета позволила дополнительно получить с гектара максимально 47,4 кг – в варианте 12 т/га, минимально – в варианте 4 т/га – 37,2 кг зерна ячменя.

Таблица 3 – Действие куриного подстилочного помета на урожайность зерна ячменя при возделывании на лугово-черноземной почве (2015-2017 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка		Окупаемость, кг/т
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средняя	т/га	%	
Контроль	2,03	2,68	2,51	2,41	–	–	–
4 т/га	2,18	2,82	2,67	2,56	0,15	6,18	37,2
8 т/га	2,32	3,06	2,81	2,73	0,32	12,6	40,4
12 т/га	2,64	3,27	3,02	2,98	0,57	20,9	47,4
16 т/га	2,79	3,33	3,32	3,15	0,74	24,8	46,2
20 т/га	2,83	3,54	3,35	3,24	0,84	26,6	41,8
НСР ₀₅	0,11	0,16	0,14				

3.2 Химический состав лугово-черноземной почвы при применении пометных удобрений

Анализ данных подвижных форм основных элементов питания под яровой пшеницей при внесении пометных удобрений показал наличие положительного

эффекта для плодородия. При внесении каждая тонна помета увеличивала содержание N-NO₃ в среднем на 1,65 мг/кг почвы (рисунок 1), подвижного фосфора – на 1,63 мг/кг (рисунок 2), калия – на 3,56 мг/кг (рисунок 3).

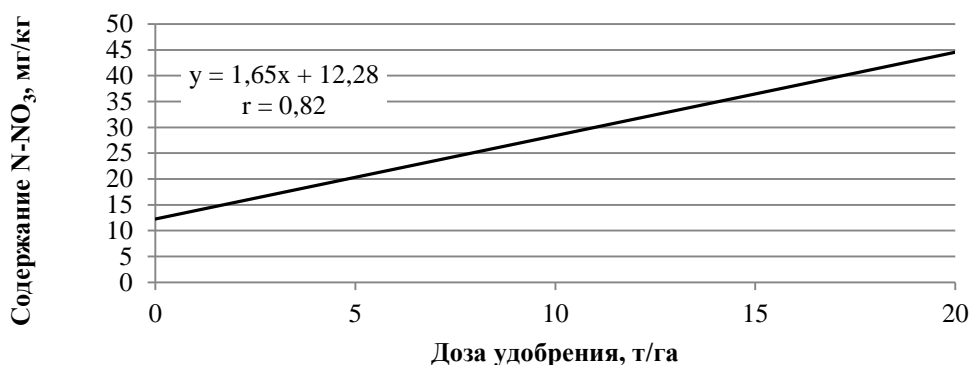


Рисунок 1 – Зависимость содержания нитратного азота в лугово-черноземной почве в фазе кушения пшеницы от доз подстильного помета (среднее за 2015-2017 гг.)

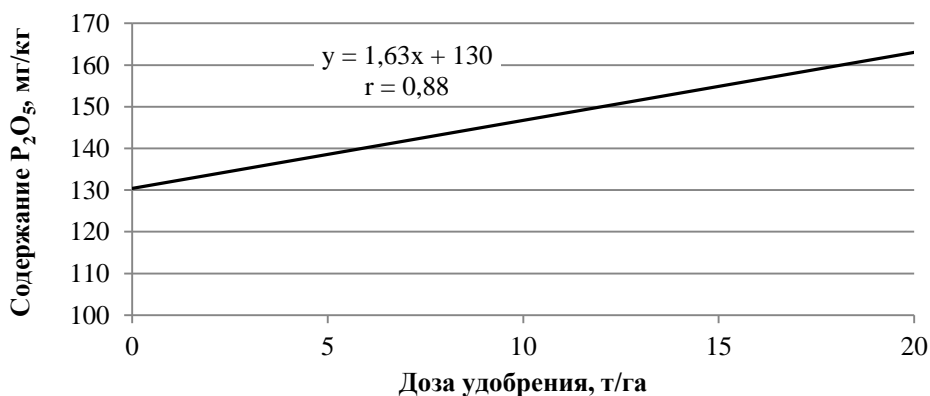


Рисунок 2 – Зависимость содержания подвижного фосфора в лугово-черноземной почве в фазе кушения пшеницы от доз подстильного помета (среднее 2015-2017 гг.)

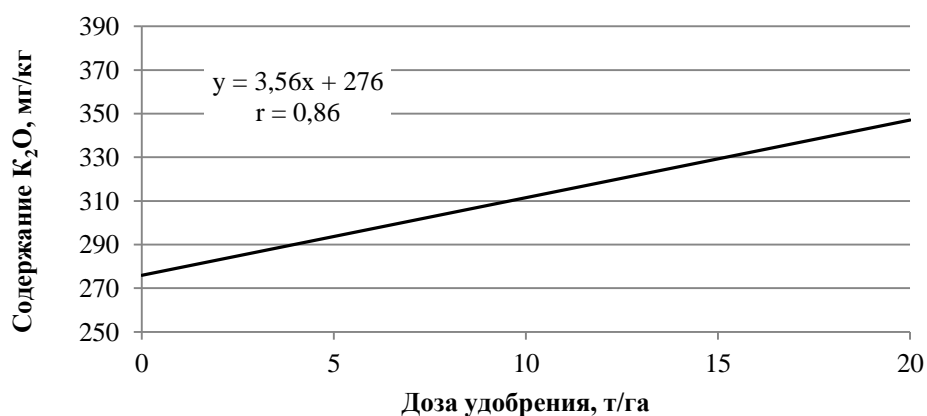


Рисунок 3 – Зависимость содержания подвижного калия в лугово-черноземной почве в фазе кушения пшеницы от доз подстильного помета (среднее 2015-2017 гг.)

Под ячменем 1 т подстилочного помета увеличивала содержание N-NO₃ на 1,69 мг/кг почвы, содержание подвижного фосфора – на 1,96 мг/кг, калия – на 4,11 мг/кг. В целом от применения птичьего помета в почве под яровыми пшеницей и ячменем концентрация нитратного азота увеличивалась к фазе кущения с очень низкого уровня в варианте без удобрений до очень высокого при внесении больших доз помета; подвижного фосфора – с повышенного уровня обеспеченности растений до высокого, содержание подвижного калия в почве находилось на очень высоком уровне во всех вариантах.

3.3 Влияние подстилочного куриного помета на качество зерна

Применение куриного помета положительно повлияло на качество зерна (таблица 4). У пшеницы при внесении всех доз подстилочного помета наблюдалось увеличение белка в зерне: в контрольном варианте содержалось 17,5 %, при внесении удобрений – 18,0-18,5 %. Также увеличились содержание клейковины – с 34,1 до 35,3-35,6 % и стекловидность зерна – с 53 до 55-60 %.

Таблица 4 – Действие подстилочного куриного помета на качество зерна пшеницы яровой при возделывании на лугово-черноземной почве (среднее 2015-2017 гг.)

Вариант	Белок, %	Клейковина, %	Стекловидность, %
Контроль	17,5	34,1	53
4 т/га	18,0	35,6	55
8 т/га	18,2	35,5	60
12 т/га	18,3	35,4	55
16 т/га	18,4	35,3	56
20 т/га	18,5	35,6	58
НСР ₀₅	0,75	1,45	5,8

Внесение подстилочного помета положительно повлияло на качество зерна ячменя (таблица 5). Больше всего сырого протеина накапливалось в зерне при дозе 16 т/га – 14,00 % при величине этого показателя в контроле 13,67 %, содержание жира было равно, соответственно, 1,43 и 1,53 %, и клетчатки – 4,0 и 4,4 %.

После анализа связи между нормой органического удобрения (X, т/га) и концентрацией белка в зерне (Y₁ – пшеница, %) и сырого протеина (Y₂ – ячмень, %) выявлена тесная корреляционная зависимость, при использовании куриного помета в дозах до 20 и 16 т/га соответственно (уравнения 1, 2):

$$Y_1 = 0,18x + 17,52; \quad r = 0,82 \quad (1)$$

$$Y_2 = 0,020x + 13,69. \quad r = 0,93 \quad (2)$$

Используя данные уравнения можно прогнозировать качество зерна в зависимости от применяемых доз.

Таблица 5 – Действие подстилочного куриного помета на качество зерна ячменя при возделывании на лугово-черноземной почве (среднее 2015-2017 гг.)

Вариант	Массовая доля, %			
	влаги	сырого протеина	сырого жира	сырой клетчатки
Контроль	13,0	13,67	1,43	4,0
4 т/га	13,3	13,80	1,44	4,1
8 т/га	13,6	13,82	1,46	4,2
12 т/га	14,3	13,93	1,48	4,3
16 т/га	15,0	14,00	1,53	4,4
20 т/га	13,9	13,38	1,47	4,2
НСР ₀₅	1,32	1,22	13,3	0,41

3.4 Влияние подстилочного куриного помета на структуру урожая зерновых культур

Изменение урожайности сопровождается изменением элементов структуры урожая. Одним из основных является соотношение зерна к соломе: оптимальным для яровой пшеницы исследуемого сорта оно было 1:1,47, при этом соотношении получена максимальная урожайность зерна; при выращивании ячменя – 1:1,18-1,16. При внесении помета наблюдалось увеличение массы 1000 зерен с 35,3 г в контроле до 36,4-40,3 г у пшеницы в зависимости от дозы, с 36,2 до 38,3-40,5 г у ячменя. На количество продуктивных стеблей наибольшее влияние оказали дозы 12-20 т/га, оно составило у пшеницы 2,7-2,9 и ячменя 3,2-3,3 при 2,5 и 2,7 продуктивных стеблей в контроле, соответственно.

4 ВЛИЯНИЕ ПОДСТИЛОЧНОГО КУРИНОГО ПОМЕТА НА УРОЖАЙНОСТЬ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ И КАРТОФЕЛЯ

4.1 Влияние подстилочного куриного помета на урожайность капусты белокочанной и картофеля

Возрастающие дозы птичьего помета повлияли на продуктивность капусты белокочанной (опыт №3, таблица 6). Во всех вариантах получены достоверные прибавки урожая кочанов.

Наиболее эффективной дозой была 12 т/га – урожайность кочанов составила 80,2 т/га, прибавка – 23,1 т/га или 40,5 %. Внесение повышенных доз (16 и 20 т/га) не привело к дальнейшему достоверному повышению урожая кочанов. Окупаемость единицы внесенного удобрения (1 тонны) при этом максимальной была в варианте 4 т/га и составила 2,9 т кочанов капусты, минимальной – при внесении 20 т/га – 1,2 т кочанов.

Таблица 6 – Действие куриного помета на урожайность капусты белокочанной при возделывании на лугово-черноземной почве (2015-2017 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка		Окупаемость, т/т
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средняя	т/га	%	
Контроль	55,4	56,2	59,8	57,1	–	–	–
4 т/га	78,0	64,8	63,4	68,7	11,6	20,4	2,90
8 т/га	88,8	72,4	67,4	76,2	19,1	33,5	2,39
12 т/га	92,1	76,8	71,7	80,2	23,1	40,5	1,93
16 т/га	87,1	81,2	74,9	81,1	23,9	41,9	1,49
20 т/га	–	82,9	77,6	80,2	23,1	40,5	1,16
НСР ₀₅	4,1	4,6	4,3				

Куриный помет положительно повлиял на продуктивность картофеля (опыт № 4, таблица 7). Во всех вариантах получены достоверные прибавки урожая клубней. Наиболее эффективным было внесение 12 т/га птичьего помета, которое позволило сформировать урожайность клубней 32,1 т/га (прибавка 9,9 т/га или 44,9 %). Увеличение доз до 16 и 20 т/га не обеспечивало дальнейшего достоверного повышения урожайности. Окупаемость 1 тонны помета была максимальной в варианте с его внесением в дозе 4 т/га (1,18 т клубней картофеля), минимальной – при внесении в дозе 20 т/га (0,55 т клубней картофеля).

Таблица 7 – Действие органических удобрений на основе куриного помета на урожайность картофеля при возделывании на лугово-черноземной почве (2015-2017 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка		Окупаемость, т/т
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя	т/га	%	
Контроль	24,4	24,2	18,7	22,2	–	–	–
4 т/га	29,6	29,4	22,2	26,9	4,7	21,2	1,18
8 т/га	31,8	32,6	24,4	29,6	7,4	33,4	0,93
12 т/га	33,0	36,4	26,8	32,1	9,9	44,9	0,83
16 т/га	32,0	36,8	28,4	32,4	10,2	46,0	0,64
20 т/га	–	36,2	30,2	33,2	11,0	48,9	0,55
НСР ₀₅	2,5	2,8	2,7				

4.2 Химический состав лугово-черноземной почвы при применении пометных удобрений

Установлено, что внесение куриного помета в дозах 4-20 т/га существенно повышает содержание нитратного азота под капустой белокочанной и картофелем – с очень низкого до очень высокого уровня, и подвижного фосфора – с повышенного уровня до высокого, содержание подвижного калия также увеличилось и находилось на очень высоком уровне, в том числе и в контрольном ва-

рианте. 1 т подстилочного помета увеличивала содержание N-NO₃, соответственно, на 1,05 и 1,30 мг/кг почвы, содержание подвижного фосфора в почве на 1,50 и 1,40 мг/кг, калия – на 1,16 и 0,79 мг/кг.

4.3 Влияние подстилочного куриного помета на качество и структуру урожая капусты белокочанной и картофеля

Исследования показали, что с увеличением дозы птичьего помета от 0 до 20 т/га наблюдалось увеличение суммы сахаров с 5,02 до 5,29 %, содержания витамина С – с 21,6 до 23,7 мг% (таблица 8). Концентрация нитратов при внесении возрастающих доз птичьего помета так же несколько увеличилась (с 137 до 168 мг/кг), но не превышала предельно-допустимой (500 мг/кг).

Таблица 8 – Структура и качество капусты белокочанной в зависимости от доз органических удобрений на основе куриного помета (среднее 2015-2017 гг.)

Вариант	Соотношение массы кочанов к нетоварной части	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль	1:0,4	9,9	5,02	21,6	137
4 т/ га	1:0,5	9,9	5,10	22,0	155
8 т/ га	1:0,5	10,0	5,19	22,3	160
12 т/ га	1:0,6	10,1	5,21	22,9	166
16 т/ га	1:0,6	10,0	5,27	23,3	132
20 т/га	1:0,6	10,2	5,29	23,7	168

Применение птичьего помета способствовало увеличению в клубнях картофеля содержания сухого вещества с 23,7 % в контроле до 26,1 % при дозе помета 16 т/га, а крахмала – с 16,6 до 18,5%. Концентрация нитратов также увеличилась, но на незначительную величину и не превышала ПДК, которая составляет 250 мг/кг (таблица 9). Соотношение клубней к ботве увеличивалось с 1:1,06 в контроле до 1:0,90 при применении помета 12 т/га, а товарность – с 88 до 92 %, соответственно.

Таблица 9 – Влияние от доз органических удобрений на основе куриного помета на структуру урожая и качество клубней картофеля (среднее 2015-2017 гг.)

Вариант	Соотношение клубней к ботве	Товарность, %	Содержание		
			сухое вещество, %	крахмал, %	нитраты, мг/кг
Контроль	1:1,06	88	23,7	16,6	62
4т/га	1:1,05	89	25,2	17,8	73
8 т/га	1:0,99	90	25,9	18,5	73
12 т/га	1:0,90	92	25,6	18,2	67
16 т/га	1:0,89	93	26,1	18,5	72
20 т/га	1:0,92	90	24,7	17,2	69

5 УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ НОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Определение оптимальных доз удобрений под культурные растения с учётом их биологических особенностей и севооборота, почвенно-климатических условий является центральным звеном агрохимической науки и практики. Установленные количественные параметры химического состава культур, выноса и затрат элементов питания на создание единицы продукции, баланса и коэффициентов использования питательных веществ являются научной основой рациональной системы удобрения в севообороте, предусматривающей получение высоких урожаев при одновременном сохранении и воспроизводстве почвенного плодородия (В.В. Церлинг, 1962; Д.А. Сабинин, 1971; Н.К. Болдырев, 1970, 1972; Ю.И. Ермохин, 1995, 2014 и др.).

5.1 Управление питанием культур на основе данных полевых опытов

Большое количество методов расчета доз удобрений объединяет то, что они основываются на результатах полевых экспериментов, а их многочисленность объясняется различной степенью точности выявления в опытах закономерностей в системе «растение-почва-удобрение». В наших экспериментах установлена высокая функциональная зависимость урожайности культур (Y , т/га) от доз органических удобрений (X , т/га) в диапазоне до оптимальных доз (уравнения 3-6):

$$\text{пшеница яровая} \quad y = 0,04x + 1,90, \quad r = 0,89, \quad (3)$$

$$\text{ячмень} \quad y = 0,04x + 2,40, \quad r = 0,84, \quad (4)$$

$$\text{капуста белокочанная} \quad y = 1,92x + 59,03, \quad r = 0,77, \quad (5)$$

$$\text{картофель} \quad y = 0,81x + 22,84, \quad r = 0,88. \quad (6)$$

Из уравнений (3-6) следует, что коэффициент интенсивности действия (b_1) 1 т/га органического удобрения на формирование величины урожая зерна яровых пшеницы и ячменя составляет 0,04 т/га, кочанов капусты – 1,92, клубней картофеля – 0,81 т/га. Информация о плановой прибавке урожайности (Π , т/га) позволяет рассчитать дозы подстилочного помета (D , т/га) по формуле 7:

$$D = \Pi / b_1. \quad (7)$$

5.2 Содержание доступных форм элементов питания в почве и оптимизация обеспеченности ими растений

Применение органических удобрений на основе куриного подстилочного помета способствовало повышению концентрации доступных форм элементов питания в почве. В исследованиях получены нормативы действия пометных удобрений на концентрацию доступных форм элементов питания в почве b_2 (мг/кг, таблица 10).

Таблица 10 – Коэффициенты интенсивности действия органических удобрений на основе куриного подстилочного помета (b_2) на содержание доступных элементов питания в слое почвы 0-20 см, мг/кг

Культура	Помет (1 т/га) – элемент в почве			Элемент в помете (1 кг/га) – элемент в почве		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница яровая, кущение	1,65	1,63	3,56	0,043	0,071	0,30
Ячмень, кущение	1,69	1,96	4,11	0,044	0,086	0,34
Капуста белокочанная, образование кочана	1,05	1,50	1,16	0,028	0,065	0,097
Картофель, цветение	1,30	1,40	0,79	0,034	0,061	0,066

Для практического расчета можно применить формулу (8) прогноза концентрации доступных элементов в почве (C , мг/кг) при применении удобрений:

$$C = C_1 + D \cdot b_2, \quad (8)$$

где C_1 – содержание элемента в почве до посева (посадки), мг/кг; D – доза органических удобрений, т/га; b_2 – коэффициент интенсивности действия 1 т органических удобрений на содержание доступного элемента в почве, мг/кг.

Таблица 11 – Содержание доступных элементов питания в лугово-черноземной почве (мг/кг, слой 0-20 см) при котором получены наибольшие урожайности сельскохозяйственных культур

Культура	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Уровень урожайности, т/га
Пшеница яровая	28-33	150-160	310-350	2,5-2,7
Ячмень	28-33	145-165	330-380	3,0-3,2
Капуста белокочанная	19-24	165-170	250-260	76-80
Картофель	18-24	165-175	250-260	30-32

Для каждой культуры существует свой оптимальный уровень содержания в пахотном слое подвижных форм элементов питания. Наибольшие урожайности исследуемых культур получены при следующих концентрациях элементов питания (таблица 11).

Эти показатели позволяют не только диагностировать, но и управлять питанием растений при помощи внесения расчетных доз органических удобрений. Например, для увеличения содержания нитратного азота на 1 мг/кг в почве под

пшеницей нужно внести 0,61 т/га помета (1 мг/кг : 1,65 мг/кг = 0,61). Отсюда определение доз помета (т/га) может осуществляться по формуле (9):

$$D = (N_o - N_f) \cdot 0,61, \quad (9)$$

где N_o и N_f – содержание нитратного азота в почве оптимальное и фактическое, мг/кг; 0,61 – доза помета для повышения содержания элемента на 1 мг/кг, т/га.

Данные коэффициенты представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Дозы органических удобрений на основе помета для повышения содержания элемента на 1 мг/кг в слое почвы 0-20 см, т/га

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница яровая, кущение	0,61	0,61	0,28
Ячмень, кущение	0,59	0,51	0,24
Капуста белокочанная, образование кочана	0,95	0,67	0,86
Картофель, цветение	0,77	0,71	1,26

Выявленные зависимости в системе «растение-почва-удобрение» делают возможным управлять питанием сельскохозяйственных культур с помощью определения доз органических удобрений расчетными методами на основе почвенной диагностики. Оптимальные уровни содержания элементов в почве можно использовать при расчете доз удобрений по формуле (10):

$$D = (\mathcal{E}_o - \mathcal{E}_f) : b_2, \text{ кг/га.} \quad (10)$$

где \mathcal{E}_o и \mathcal{E}_f – оптимальное и фактическое содержание элемента в почве, мг/кг; b_2 – коэффициент интенсивности действия единицы внесенного удобрения на химический состав почвы, мг/кг.

5.3 Нормативные агрохимические показатели при возделывании сельскохозяйственных культур и применении удобрений

Установленные нормативные показатели минерального питания изучаемых культур при внесении органических удобрений представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Нормативные показатели минерального питания культур на лугово-черноземной почве при применении куриного подстилочного помета

Показатель	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4
Пшеница яровая			
Коэффициент использования элементов из почвы	0,80	0,06	0,06
Коэффициент использования элементов из куриного помета	0,06	0,03	0,13
Затраты элементов питания на создание единицы продукции с учетом побочной, кг/т	38	10,5	26
Азот текущей нитрификации, кг/га	63	–	–
Оптимальное соотношение основной и побочной продукции	1 : 1,47		

продолжение таблицы 13

1	2	3	4
Ячмень яровой			
Коэффициент использования элементов из почвы	0,88	0,09	0,06
Коэффициент использования элементов из куриного подстилочного помета	0,04	0,04	0,08
Затраты элементов питания на создание единицы продукции с учетом побочной, кг/т	29	12,5	20
Азот текущей нитрификации, кг/га	60	–	–
Оптимальное соотношение основной и побочной продукции	1 : 1,16		
Капуста белокочанная			
Коэффициент использования элементов из почвы	0,94	0,18	0,41
Коэффициент использования элементов из куриного подстилочного помета	0,35	0,16	0,88
Затраты элементов питания на создание единицы продукции с учетом побочной, кг/т	5,0	1,2	5,50
Азот текущей нитрификации, кг/га	225	–	–
Оптимальное соотношение основной и побочной продукции	1 : 0,6		
Картофель			
Коэффициент использования элементов из почвы	0,89	0,14	0,35
Коэффициент использования элементов из куриного подстилочного помета	0,09	0,11	0,83
Затраты элементов питания на создание единицы продукции с учетом побочной, кг/т	4,6	2,1	10,3
Азот текущей нитрификации, кг/га	91	–	–
Оптимальное соотношение основной и побочной продукции	1 : 0,9		

Данные агрохимические показатели можно использовать для расчета доз удобрений на плановую прибавку урожая (П, формула 11):

$$D = K_d \cdot N \cdot P / K_y, \quad (11)$$

где D – доза удобрений, кг д.в./га; K_д – коэффициент действия удобрений, указывающий на отклонение фактического содержания элемента (Эф) питания в почве от оптимального (Э_о); N – норма расхода элемента питания на создание 1 т основной продукции; K_у – коэффициент использования элемента питания из удобрений.

При этом, расчет ведется по элементу, находящемуся в почве в первом минимуме, то есть с наибольшим K_д, который рассчитываем по формуле (12).

$$K_d = E_o / E_f. \quad (12)$$

И по нему определяется доза помета с учетом химического состава и разработанных коэффициентов. Расчет доз удобрений на плановую урожайность (ПУ) возможен по формуле (13):

$$D = \frac{ПУ \cdot Н - С \cdot Кп}{Ку}, \quad (13)$$

где С – содержание элемента питания в слое почвы 0-20, кг/га; Кп – коэффициент использования элементов питания из почвы.

При определении дозы по азоту используется формула (14):

$$D = \frac{ПУ \cdot Н - (С + Nт) \cdot Кп}{Ку}, \quad (14)$$

где Nт – азот текущей нитрификации, кг/га.

Затем рассчитывается доза помета с учетом содержания элемента в нем.

Приведенные формулы многократно испытаны при удобрении более 40 сельскохозяйственных культур в условиях Западной Сибири и Северного Казахстана (Ю.И. Ермохин, 1995; И.А. Бобренко, 2005 и др.).

6 ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПОМЕТНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

6.1 Эффективность применения различных доз органических удобрений на основе куриного помета в производственном опыте

Для проверки результатов исследований и выявления максимально возможных доз помета нами был проведен опыт в условиях производства по применению органических удобрений при возделывании яровой пшеницы. Производственный опыт был проведен на полях ООО «РУСКОМ-Агро», расположенных (опыт № 5) в юго-восточной части Омского района Омской области по правобережью реки Иртыш на лугово-черноземной почве.

Наибольшая урожайность сформировалась при применении 20 и 40 т/га и составила 3,21 и 3,27 т/га, что соответственно на 35,4 и 38,0 % больше контроля (таблица 14). Применение дозы 40 т/га по сравнению с 20 т/га не оправдало себя, так как достоверной разницы в урожайности между этими вариантами нет. Прибавка от дозы 60 т/га имеет существенно меньшее значение 0,43 т/га, что на 18,1 % больше чем в контроле. Это свидетельствует об отрицательном действии завышенной дозы удобрения на урожайность яровой пшеницы по сравнению с оптимальной дозой.

Таблица 14 – Действие куриного подстилочного помета на урожайность зерна пшеницы яровой при возделывании на лугово-черноземной почве (опыт № 5)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	2,37	–	–
20 т/га	3,21	0,84	35,4
40 т/га	3,27	0,90	38,0
60 т/га	2,80	0,43	18,1
НСР ₀₅	–	0,22	7,59

6.2 Управление питанием растений сельскохозяйственных культур в практике применения органических удобрений на основе куриного помета

Установленные агрохимические нормативные параметры могут быть использованы для управления питанием сельскохозяйственных культур внесением органического удобрения на основе подстилочного куриного помета в условиях производства. Результаты производственных испытаний свидетельствуют об эффективности данных методов определения доз пометных удобрений (таблица 15). Расчет доз с использованием разработанных агрохимических нормативных показателей эффективен: урожайность культур в производственных испытаниях составила 92-98 % от плановой.

Таблица 15 – Результаты производственных испытаний результатов исследований на лугово-черноземной почве (2019 год)

№ производственного испытания	Метод определения дозы помета	Культура	Расчетная доза удобрения, т/га	Урожайность, т/га
1	на основе оптимальных уровней	Пшеница яровая	12,5	2,95
2	на плановую прибавку	Ячмень яровой	14,0	3,01
3	на плановую прибавку	Капуста белокочанная	11,5	51,2
4	на плановую урожайность	Картофель	12,0	34,4

Разработанные агрохимические нормативы и предложенные формулы для расчета доз органического удобрения на основе куриного помета являются основой оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур при возделывании на лугово-черноземной почве в производственных условиях.

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КУРИНОГО ПОМЕТА ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

7.1 Биоэнергетическая эффективность применения удобрений

Применение удобрений энергетически эффективно, биоКПД при внесении подстилочного помета в оптимальных дозах составил 1,54 и 2,97; 1,53; 5,41 и 4,51 ед. при возделывании яровой пшеницы (действие и с учетом последействия), ячменя, капусты белокочанной и картофеля, соответственно.

7.2 Экономическая эффективность применения удобрений

Использование подстилочного помета под изучаемые культуры экономически эффективно. Условный чистый доход и рентабельность составили на лучших вариантах по урожайности, соответственно, при возделывании яровой пшеницы 1845 руб./га и 38,6 % (действие) и 12575 руб./га и 188,9 % (с учетом 2-х лет последействия), ячменя 1052 руб./га и 23,4 %, капусты белокочанной 129040 руб./га и 611,3 % и картофеля 65094 руб./га и 546,8 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследования 2015-2018 годов в условиях лугово-черноземных почв лесостепи Западной Сибири показали высокую отзывчивость сельскохозяйственных культур на применение органических удобрений на основе куриного подстилочного помета. Наибольшая отдача в год действия при возделывании яровой пшеницы и ячменя наблюдалась при внесении дозы 16 т/га: прибавки урожая составили 0,74 т/га или 29,9 % и 24,8 % к контролю соответственно. При выращивании капусты и картофеля оптимальной дозой было внесение 12 т/га – прибавка урожайности кочанов капусты составила 23,1 т/га или 40,5 % к контролю, клубней картофеля – 9,9 т/га (44,9 %). С учетом последействия за три года максимальная прибавка яровой пшеницы 2,15 т/га (28,7 %) сформировалась при дозе 20 т/га.

2. Установлены количественные характеристики интенсивности действия 1 т помета (коэффициент b_1) на урожайность яровой пшеницы и ячменя (0,04 т/га), капусты белокочанной (1,92) и картофеля (0,81) и на основе этого предложена формула для расчета доз на плановую прибавку урожая ($D = \Pi / b_1$).

3. Определено оптимальное содержание элементов питания в почве при возделывании изучаемых культур. Выявлен нормативный показатель (коэффициент b_2) интенсивности действия 1 т/га удобрений 1 кг элемента помета на содержание нитратного азота (1,05-1,69 и 0,028-0,044 мг/кг соответственно), подвижных фосфора (1,40-1,96 и 0,061-0,086) и калия (0,79-4,11 и 0,066-0,34), что позволяет сделать прогноз накопления их в почве (мг/кг) по формуле $C = C_1 + D \cdot b_2$ и определить дозу удобрений с учетом оптимального и фактического содержания элемента питания в почве: $D = (Э_0 - Э_ф) : b_2$.

4. Установлено положительное влияние изучаемых удобрений на качество культур: повышалось содержание белка в зерне яровой пшеницы с 17,5 до 18,5 %, клейковины с 34,1 до 35,6 %; в яровом ячмене содержание сырого протеина возрастало с 13,67 до 14,00 %, суммы сахаров с 5,02 до 5,29 %, витамина С с 21,6 до 23,7 мг%; в клубнях картофеля содержание крахмала на оптимальных дозах увеличивалось с 16,6 до 18,5 %. Выявленные зависимости между дозами пометных удобрений и содержанием белка в зерне позволяют прогнозировать качество урожая.

5. Определены агрохимические нормативные показатели: затраты элементов питания на создание единицы продукции, количество элементов питания вносимых с одной тонной органического удобрения, коэффициенты использования элементов из почвы и удобрений, оптимальное соотношение основной и побочной продукции, величина азота текущей нитрификации.

6. В производственном опыте установлено, что избыточные дозы негативно влияют на урожайность яровой пшеницы: наибольшая сформировалась при применении помета 20 и 40 т/га и составила 3,21 и 3,27 т/га, что соответственно на 35,44 и 37,98 % больше контроля. Прибавка от 60 т/га существенно меньше – 0,43 т/га (18,14 %). Расчет доз с использованием разработанных агрохимических нормативных показателей эффективен: урожайность культур в производственных испытаниях составила 92-98 % от плановой.

7. Применение удобрений энергетически эффективно, биоКПД при внесении подстилочного помета составил 1,54 и 2,97; 1,53; 5,41 и 4,51 ед. соответственно при оптимальных дозах при возделывании яровой пшеницы (действие и с учетом последствия), ячменя, капусты белокочанной и картофеля.

8. Использование подстилочного помета является экономически эффективным. Условный чистый доход и рентабельность составили на лучших вариантах по урожайности, соответственно, при возделывании яровой пшеницы 1845 руб./га и 38,6 % (действие) и 12575 руб./га и 188,9 % (с учетом 2-х лет последствия), ячменя 1052 руб./га и 23,4 %, капусты белокочанной 129040 руб./га и 611,3 % и картофеля 65094 руб./га и 546,8 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для получения максимального урожая высокого качества яровой пшеницы, ячменя, капусты белокочанной и картофеля органические удобрения на основе подстилочного куриного помета следует применять согласно агрохимическим нормативам:

– коэффициенты использования элементов питания из почвы (КИП, %):

яровой пшеницей N – 80; P₂O₅ – 6; K₂O – 6;

ячменем N – 88; P₂O₅ – 9; K₂O – 6;

капустой белокочанной N – 94; P₂O₅ – 18; K₂O – 41;

картофелем N – 89; P₂O₅ – 14; K₂O – 35;

– коэффициенты использования элементов питания из помета (КИУ, %):

яровой пшеницей N – 6; P₂O₅ – 3; K₂O – 13;

ячменем N – 4; P₂O₅ – 4; K₂O – 8;

капустой белокочанной N – 35; P₂O₅ – 16; K₂O – 88;

картофелем N – 9; P₂O₅ – 11; K₂O – 83;

– затраты элементов питания на создание единицы продукции, кг/т:

яровой пшеницей N – 38; P₂O₅ – 10,5; K₂O – 26;

ячменем N – 29; P₂O₅ – 12,5; K₂O – 20;

капустой белокочанной N – 5,0; P₂O₅ – 1,2; K₂O – 5,5;

картофелем N – 4,6; P₂O₅ – 2,1; K₂O – 10,3;

– дозы применения подстилочного помета (т/га) под: яровую пшеницу и ячмень – 16, капусту белокочанную и картофель – 12;

– формулы расчета доз подстилочного помета:

$$1. D = P / b_1; 2. D = (Э_0 - Э_ф) : b_2; 3. D = K_d \cdot N \cdot P / K_y; 4. D = \frac{ПУ \cdot Н - С \cdot Кп}{K_y}.$$

СПИСОК

работ, опубликованных по теме диссертации в рецензируемых научных журналах

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

2. Шмидт, А. Г. Влияние птичьего помета на продуктивность картофеля на лугово-черноземной почве южной лесостепи Омской области / И. А. Бобренко, Н. В. Гоман, В. П. Кормин, А. Г. Шмидт // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 3. – С. 23-25.

3. Шмидт, А. Г. Эффективность применения куриного помета под капусту белокочанную на лугово-черноземной почве / И. А. Бобренко, Н. В. Гоман, В. П. Кормин, А. Г. Шмидт // Плодородие. – 2019. – № 1 (106). – С. 37-40.

4. Шмидт, А. Г. Оптимизация применения птичьего помета под пшеницу яровую на лугово-черноземной почве южной лесостепи Западной Сибири / А. Г. Шмидт, И. А. Бобренко, Н. К. Трубина, Н. В. Гоман // Плодородие. – 2019. – № 6 (111). – С. 50-52.

Список научных работ, опубликованных в других изданиях

5. Шмидт, А. Г. Химический состав птичьего помета в Омской области и эффективность удобрений на его основе / А. Г. Шмидт, Н. К. Трубина, В. П. Кормин // Эффективное животноводство – залог успешного развития АПК региона: международная научно-практическая конференция. – 2017. – С. 435-438.

6. Шмидт, А. Г. Влияние подстилочного птичьего помета на продуктивность ярового ячменя и почвенное плодородие в условиях Омской области / Т. А. Белуха, В. П. Кормин, А. Г. Шмидт // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2017. – № 3 (10). – С. 1.

7. Шмидт, А. Г. Влияние птичьего помета на продуктивность капусты белокочанной в Омской области / Т.А. Белуха, А.Г. Шмидт, В.П. Кормин // Проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов: I региональная научно-практическая конференция молодых ученых и обучающихся, посвященная 100-летию Омского государственного аграрного университета. – 2018. – С. 253-257.

8. Шмидт, А. Г. Эффективность применения птичьего помета под картофель в Омской области / А.Г. Шмидт, В.П. Кормин, Т.А. Белуха, С.А. Никитин // Проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов: I региональная научно-практическая конференция молодых ученых и обучающихся, посвященная 100-летию Омского государственного аграрного университета. – 2018. – С. 344-348.

9. Шмидт, А. Г. Химический состав птичьего помета в Омской области и эффективность удобрений на его основе / А.Г. Шмидт, Н.К. Трубина, В.П. Кормин // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2018. – № 1 (12). – С. 8.

10. Шмидт, А. Г. Эффективность применения различных доз органических удобрений на основе куриного помета в производственном опыте / А.Г. Шмидт, Н.В. Гоман, Н.К. Трубина, В.П. Кормин // Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности: международная научно-практическая конференция (Воронеж, 14-15 ноября 2019 г.) – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 177-183.

Подписано в печать 07.07.2020
Формат 60x90 1/16 Бумага Херох
Оперативный способ печати
Усл. печ. л. 1.5. Тираж 100 экз.
Заказ № 224

ООО «Издательский центр КАН»
644122, г. Омск, ул. Красный Путь, 30
Тел.: (3812)24-70-79; 8-904-585-98-84
ps_kan@mail.ru, vk.com/ic_kan, <http://kan55.ru/>
Лицензия ПЛД № 58-47 от 21.04.97