

На правах рукописи

Манашов Денис Александрович

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНДЮШИНОГО ПОМЁТА ПРИ
ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЧЕРНОЗЁМЕ
ОБЫКНОВЕННОМ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

06.01.04 – Агрохимия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Донской государственной аграрный университет"

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой агрохимии и садоводства ФГБОУ ВО Донской государственной аграрный университет
Агафонов Евгений Васильевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой агрохимии ФГБОУ ВО КубГАУ, Член-корреспондент РАН
Шеуджен Асхад Хазретович

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агрохимии ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА
Чекаев Николай Петрович

Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа (ФГБНУ ВНИИОУ)

Защита диссертации состоится "19" ноября 2015 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова" по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл., д.1.

E-mail: dissovet01@sgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО "Саратовский ГАУ" и на сайте www.sgau.ru

Автореферат разослан " ____ " _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Ростовская область имеет наибольшую долю в производстве семян подсолнечника в России – около 20 %. В то же время урожайность подсолнечника в области остаётся на низком уровне – в среднем за 2010 - 2014 гг. она была в пределах 1,3 т/га.

В соответствии с зональными системами земледелия Ростовской области на период 2013 - 2020 гг. площади посевов подсолнечника к 2020 г. предполагается стабилизировать на уровне 550 т.га., а объём производства семян довести до 1 млн. т. Для этого необходимо поднять урожайность до 1,8 т/га. Учитывая недостаточный уровень применения минеральных удобрений, мизерный – навоза и, в то же время, большие запасы птичьего помёта, накапливающиеся на птицефабриках, которые создают серьёзные экологические проблемы, необходимо расширение исследований по изучению эффективности различных видов помёта на отдельных сельскохозяйственных культурах и в севооборотах. Это создаст необходимые предпосылки увеличения масштабов применения помёта. В Октябрьском районе находится крупнейшая в Европе индюшиная птицефабрика компании ООО "ЕВРОДОН". Ежегодный выход помёта здесь составляет более 100 тыс. т, а в ближайшие годы увеличится до 300 тыс. т. Изучение влияния этого органического удобрения на плодородие почвы, продуктивность подсолнечника и разработка рекомендаций по его использованию будет способствовать решению целого ряда важных проблем.

Степень разработанности темы исследований. В период за 1995 - 2015 гг. сотрудниками кафедры агрохимии ДонГАУ было изучено влияние индюшиного помета на целый ряд сельскохозяйственных растений возделываемых в Ростовской области (Агафонов Е.В., Каменев Р.А., 2010; Агафонов Е.В., Каменев Р.А., Турчин В.В., 2011; Агафонов Е.В., Каменев Р.А., Скуратов Н.С., 2012; Каменев Р.А., 2010), но исследований на подсолнечнике ранее не проводилось, кроме того, отсутствуют данные о значении способа заделки индюшиного помета в почву.

Цель и задачи исследований. Целью исследований являлось определение влияния подстилочного перепревшего индюшиного помёта на плодородие чернозёма обыкновенного, урожайность и качество семян подсолнечника при различных способах его осенней заделки в почву.

Были поставлены задачи изучить на двух фонах обработки почвы:

- динамику продуктивной влаги в почве;
- азотный, фосфорный и калийный режимы почвы;

- влияние применения помёта и способа его заделки в почву на биометрические показатели растений подсолнечника;
- влияние применения помёта на урожайность и масличность семян подсолнечника;
- зависимость урожайности от содержания NPK в почве;
- динамику потребления питательных веществ растениями подсолнечника, вынос и их баланс при внесении удобрений;
- экономическую эффективность применения индюшиного помёта под подсолнечник.

Научная новизна. Впервые на чернозёме обыкновенном Ростовской области проведены исследования по оценке влияния различных доз индюшиного помёта, вносимого осенью под основную обработку почвы путём дискования и вспашки на азотный, фосфорный и калийный режимы почвы; вынос NPK растениями; биометрические показатели, урожайность и качество семян подсолнечника. Выполнены расчёты коэффициентов использования подсолнечником NPK из индюшиного помёта, баланса основных питательных веществ. Дана экономическая оценка применения индюшиного помёта при выращивании подсолнечника.

Теоретическая и практическая значимость работы. Работа направлена на решение таких важных научных проблем, как повышение плодородия чернозёма обыкновенного, увеличение урожайности и масличности семян подсолнечника, утилизация индюшиного помёта в земледелии. Установлены закономерности изменения азотного, фосфорного и калийного режима чернозёма обыкновенного под влиянием индюшиного помёта при различных способах его заделки в почву. Найден зависимости урожайности семян подсолнечника от содержания в почве минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия, а их масличности от соотношения азота и фосфора.

На основании проведённых исследований производству рекомендованы оптимальная доза индюшиного помёта – 10 т/га для осеннего внесения под подсолнечник и способ его заделки в почву – отвальная вспашка на глубину 25-27 см, обеспечивающие в засушливых условиях получение урожайности 1,9-2,1 т/га, повышение сбора масла с 1 га на 305 кг, увеличение рентабельности с 51 до 96 %. Внедрение разработанной технологии в сельхозпредприятиях Октябрьского района Ростовской области в 2012-2013 гг. повысило урожайность подсолнечника на 0,60-0,76 т/га, увеличило условный чистый доход – на 7605-8230 руб./га и уровень рентабельности – на 27-35 %.

Объекты, методология и методы исследований. Объектами исследований были: подсолнечник и перепревший индюшиный помет (6-8 месяцев пассивного компостирования) на подстилке из подсолнечной лузги компании ООО «ЕВРОДОН» Октябрьского района Ростовской области.

В основу методологии исследований положена методика опытов с удобрениями (С.В. Щерба, Ф.А. Юдин, 1975; Ф.А. Юдин, 1980). Агрохимические анализы выполнены по соответствующим ГОСТам, дисперсионный и корреляционный анализы – по Б.А. Доспехову (1985).

Основные положения, выносимые на защиту:

– закономерности изменения азотного, фосфатного и калийного режима чернозема обыкновенного при внесении индюшиного помета осенью под вспашку и дискование;

– оптимум влияния помета на урожайность подсолнечника, масличность семян и сбор жира с единицы площади, достигаемый при внесении 10 т/га с заделкой плугом на глубину 25-27 см;

– зависимости урожайности и масличности семян от содержания элементов питания в почве и их соотношения, уровня N мин. в почве от количества азота в помете;

– наивысший экономический эффект, получаемый при внесении 10 т/га помета осенью под вспашку при перевозке на расстояние до 20 км, а при использовании в дозе 7,5 т/га – до 30 км.

Достоверность результатов исследований подтверждается необходимым объемом данных полевых экспериментов и лабораторных анализов, полученных с использованием общепринятых методик, материалами их статистической обработки, а также положительными итогами апробации предложенных рекомендаций в производстве.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на научно-практических конференциях Донского государственного аграрного университета (2012-2015 гг.), на НТС МСХ и продовольствия Ростовской области (2015 г.).

Публикации результатов исследований. Основные результаты исследований диссертационной работы опубликованы в 11 печатных работах, в том числе 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК.

Объём и структура диссертации. Диссертация изложена на 247 страницах компьютерного текста, содержит 35 таблиц и 29 рисунков; включает введение, методику, обзор литературы, результаты исследований, заключение, предложения

производству, список литературы (содержащий 223 источников, в т. ч. 13 зарубежных авторов) и приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении и первой главе «Обзор литературы» раскрывается актуальность темы, площади посевов и урожайность подсолнечника в мире, России и Ростовской области, питательные свойства подсолнечного масла. Рассмотрены особенности питания, потребность и вынос основных элементов растениями из почвы, опыт применения удобрений под подсолнечник.

Приводятся данные о видах птичьего помета, его составе и свойствах, действии на почву, опыте применения помета в качестве удобрения на различных сельскохозяйственных культурах. Исследованиями В.Е. Кизякова (1985), М.А. Цуркана (1985), С.К. Мингалева (2000), М.В. Базилинской (1998) подтверждена высокая эффективность применения различных видов птичьего помета под многие сельскохозяйственные культуры. Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, В.В. Турчин (2011) приводят данные о положительном эффекте от применения индюшиного помета.

Рассмотрены особенности обработки почвы и заделки удобрений под подсолнечник. В зональных системах земледелия Ростовской области на период 2013-2020 гг. указывается на возможность применения под подсолнечник различных видов основной обработки почвы, в том числе вспашки на 23-25 см и дискования на 10-12 см. В связи с этим необходимо сравнение эффекта индюшиного помёта, заделанного в почву осенью плугом или дискатором. Такие данные в литературе отсутствуют.

Во второй главе описываются методика и условия проведения исследований. Исследования выполнялись на опытном поле ДонГАУ в учхозе «Донское» Октябрьского района Ростовской области в 2010-2013 гг. Предшественник подсолнечника – озимая пшеница. Повторность опыта четырехкратная. Площадь делянки 36 м² (6 м * 6 м). Среднее содержание N в помете составляло 1,79 %; P₂O₅ – 2,09 %; K₂O – 2,06 %; CaO – 1,67 %; органического вещества – 17,61 %; соотношение C:N– 11,27.

Схема двухфакторного опыта была следующей:

Фактор А (фон) – способ основной обработки почвы: 1) вспашка плугом на глубину 25-27 см; 2) обработка дискатором на глубину 10-12 см.

Фактор В – применение удобрений: 1 вариант – контроль (без удобрений); 2-7 варианты – применение перепревшего индюшиного помета в дозах 5,0*; 7,5*;

10,0; 15,0; 20,0; 25,0 т/га (* - в 2012 и 2013 гг.); 8 вариант – применение минеральных удобрений в дозе $N_{50}P_{50}K_{50}$.

Помет вносили под основную обработку почвы. Минеральные удобрения (азофоску 16-16-16 %) вносили весной под предпосевную культивацию.

Почва опытного поля Донского ГАУ – чернозём обыкновенный, мицелярно-карбонатный (североприазовский). Он сформирован на лессовидных и желто-бурых глинах, в связи с чем имеет глинистый гранулометрический состав. Мощность гумусного горизонта А+В колеблется от 70 до 90 см, содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,5-3,6 %.

Содержание минерального азота в почве в разные годы различалось: к посеву подсолнечника в слое 0 - 40 см от 52-78 кг/га в 2011 г. до 187-193 кг/га в 2012 г. Обеспеченность подвижным фосфором в 2011 г. была в пограничной зоне между низкой и средней – 13,8-15,3, в 2013 г. – между низкой и очень низкой – 9,8-10,0 мг/кг почвы. Содержание обменного калия соответствовало повышенной и высокой обеспеченности во все годы исследований и находилось в пределах 371-460 мг/кг. Основным показателем для расчетов запаса почвенной продуктивной влаги – влажность устойчивого завядания растений (ВУЗР) подсолнечника – изменяется от 12,5 % на абсолютно сухое вещество почвы в слое почвы 0-20 см до 10,6 % в слое 80-100 см (Е.В. Агафонов, 1992).

Землепользование Октябрьского района, где проводились исследования, находится в засушливой зоне. ГТК в пределах 0,7-0,8. Погодные условия вегетационного периода подсолнечника во все годы исследований были недостаточно благоприятными из-за очень высоких температур, превышающих среднемноголетнюю норму на 2,1-3,0⁰С. В 2013 г. погодные условия были экстремальными из-за большого дефицита влаги.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе рассматриваются водный и пищевой режимы почвы под посевами подсолнечника. Под влиянием различных способов основной обработки содержание продуктивной влаги в почве к посеву подсолнечника изменялось незначительно. В 2011 и 2012 г. небольшое преимущество отмечено по дискованию – 5-5,7 мм в метровом слое, а в 2013 г. – по вспашке – 10,3 мм. Запасы влаги по вариантам опыта нивелировались в течение вегетации и в среднем за три года исследований были практически одинаковыми.

Содержание аммонийного азота в слое почвы 0 - 40 см на контроле перед посевом подсолнечника в разные годы колебалось в пределах от 28,9 до 61,3 кг/га.

При основной обработке путём дискования и вспашки в среднем за 2011-2013 гг. оно было практически одинаковым – 48,3 и 48,4 кг/га.

Применение индюшиного помёта способствовало увеличению количества $N-NH_4$ в почве, которое повышалось с увеличением дозы помёта до 20 т/га. Максимальная разница по сравнению с контролем по фону дискование – 38,4, а по вспашке – 29,7 кг/га. При повышении дозы помёта до 25 т/га преимущество уменьшалось.

В период бутонизация - уборка содержание аммонийного азота в почве под подсолнечником существенно снизилось. Различия между фонами и вариантами с разными дозами помёта значительно уменьшились, а затем совсем утратились. В целом за вегетацию подсолнечника количество $N-NH_4$ в почве по разным фонам было очень близким – на контроле оно составило 35 - 36, а при внесении 15-20 т помёта – 45-47 кг/га (рисунок 1).

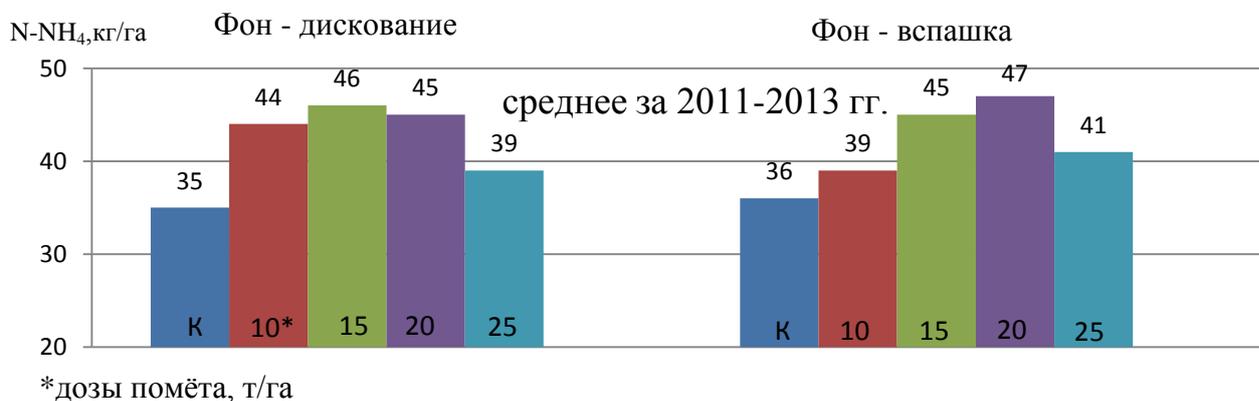


Рисунок 1 – Влияние применения индюшиного помёта на содержание аммонийного азота в почве в целом за вегетацию подсолнечника, кг/га в слое 0-40 см.

Колебания в содержании нитратного азота в почве под подсолнечником по годам значительно сильнее, чем аммонийного – к посеву на контроле в слое 0 - 40 см оно составило от 23 до 147 кг/га, при этом, устойчиво прослеживается преимущество дискования перед вспашкой. Во влиянии обработки почвы на интенсивность образования нитратной формы азота при минерализации помёта тенденция прямо противоположная. В среднем по вариантам с дозами 10-25 т/га по дискованию увеличение по сравнению с контролем составило 36 кг/га, а по вспашке 55 кг/га. Рост содержания $N-NO_3$ в почве отмечен при доведении дозы помёта до 20 т/га.

К фазе бутонизации произошло значительное уменьшение содержания $N-NO_3$ в почве и преимущества вариантов с помётом по сравнению с контролем. В целом за вегетацию подсолнечника отмечено повышение количества нитратного азота с увеличением дозы до 15-25 т/га. В среднем за 2011-2013 гг. максимальное

увеличение содержания нитратного азота в почве произошло при внесении помёта в дозах 20-25 т/га и по двум фонам оно было практически одинаковым - 30,0 и 31,7 кг/га (рисунок 2). Следовательно, существенного угнетения нитрификационного процесса, в отличие от аммонификации при повышении дозы с 20 до 25 т/га не отмечено.

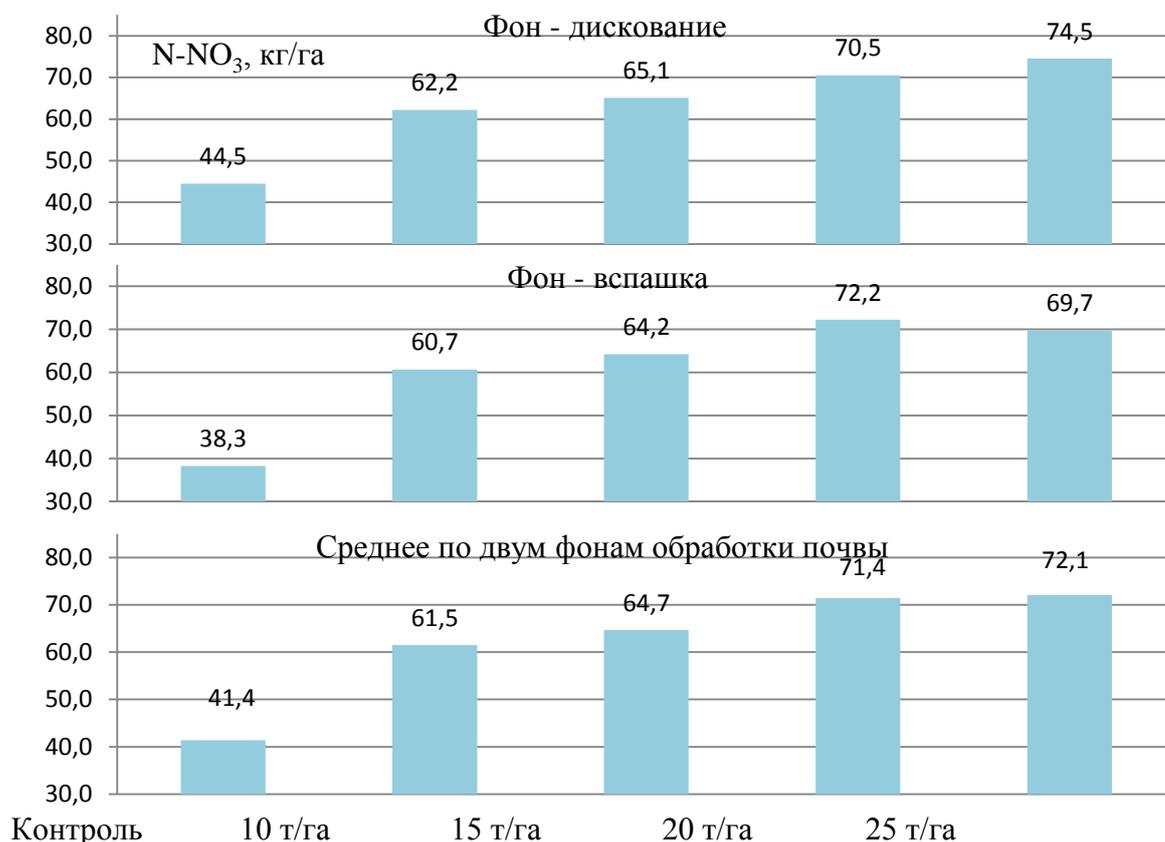


Рисунок 2 – Влияние применения индюшиного помёта на содержание нитратного азота в почве в целом за вегетацию подсолнечника (среднее за 2011-2013 гг.), кг/га в слое 0-40 см.

Основные тенденции изменения содержания всего минерального азота в почве под действием индюшиного помёта в большей степени зависели от её нитратного режима. На контроле к посеву больший уровень $N_{\text{мин}}$ отмечен по фону дискование, но его изменения под действием помёта были больше по вспашке. Максимумы они достигали при внесении 20 т/га. В целом за вегетацию подсолнечника на обоих фонах обработки почвы пик также отмечен на вариантах с дозой помёта 20 т/га – 115,4 и 119,1 кг/га. В 2012, 2013 гг. прирост был достаточно равномерным при увеличении дозы свыше 5 т/га.

В течение вегетации подсолнечника доля нитратного азота в $N_{\text{мин}}$ на контроле уменьшалась с 60,7-68,6 до 30,1-32,2 %. На вариантах с помётом снижение значительно меньше – с 64,7-69,8 до 53,9-61,0 %, так как потребление

растениями компенсируется нитратным азотом, образующимся при минерализации помёта. В целом за вегетацию подсолнечника доля нитратного азота на контроле составляла 56,3 % (рисунок 3), на вариантах с дозами помёта 5,0-20,0 т/га она повышалась до 60,8-62,5 %. Более существенное увеличение имело место при внесении 25 т/га – 5,7 %.

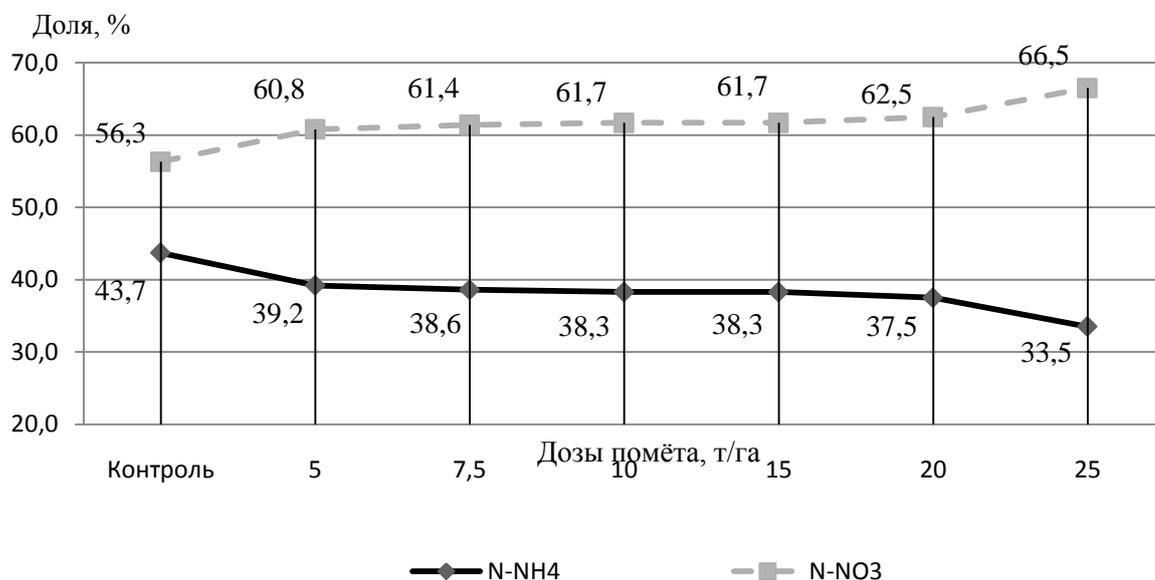


Рисунок 3 – Изменение доли N-NO₃ и N-NH₄ в составе N_{мин} в почве при внесении помёта в целом за вегетацию подсолнечника (среднее по двум фонам обработки почвы за 2012-2013 гг.), слой 0 - 40 см, %

При внесении минеральных удобрений содержание минерального азота в почве в период бутонизация - уборка в среднем за все годы исследований в 1,3 раза меньше, чем при внесении помёта по обоим фонам обработки почвы. Различия нарастали к концу вегетации в среднем до 50 % в связи с продолжающейся минерализацией помёта.

Исходное содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см находилось в пределах от 14,1-15,7 в 2011 г. до 9,1-9,3 мг/кг почвы в 2013 г., по вспашке оно в среднем было на 1,6 мг/кг почвы больше, чем по дискованию. Применение помёта способствовало существенному увеличению подвижного фосфора в почве. Фосфатный уровень поднимался с повышением дозы помёта до 10 т/га при обоих способах его заделки, но по вспашке это проявилось в большей степени. С увеличением дозы свыше 10 т/га прослеживается уменьшение положительного эффекта. По фону вспашка оно более крутое, вследствие большего контакта с почвой и проявления ретроградации фосфатов, а при увеличении дозы помёта она усиливалась, по-видимому, благодаря повышению количества кальция, вносимого с помётом.

В целом за вегетацию подсолнечника содержание подвижного фосфора в почве на вариантах с помётом, внесённым под дискование и под вспашку, было в одних пределах (рисунок 4). По дискованию в среднем за три года максимум – 12,7 мг/кг почвы достигнут при внесении 10 т/га, а по вспашке – 12,8 мг/кг почвы от дозы 20 т/га. При внесении минеральных удобрений фосфатный уровень почвы существенно уступает наибольшим значениям при внесении помёта.

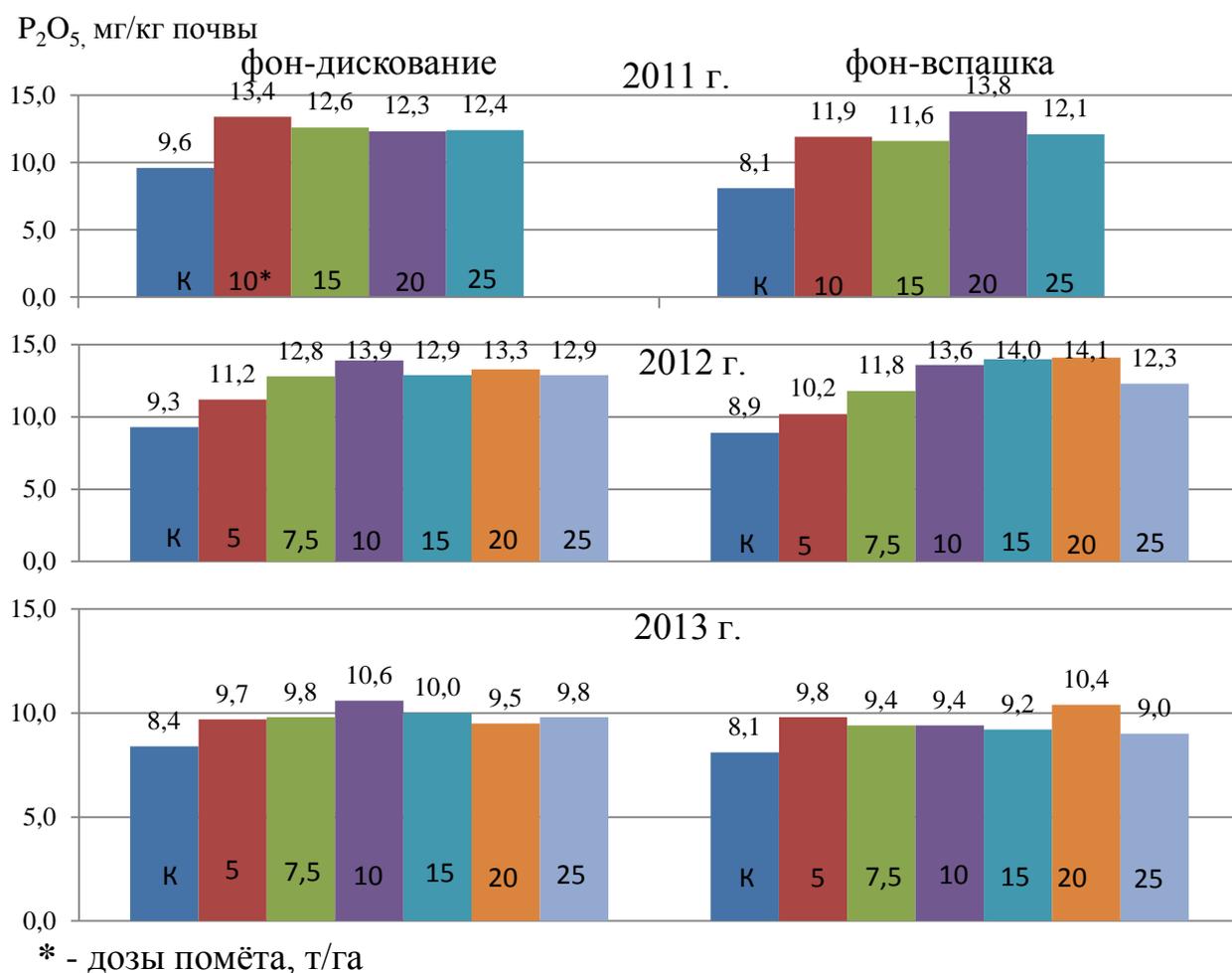


Рисунок 4 – Среднее содержание подвижного фосфора в целом за вегетацию в слое почвы 0-40 см, мг/кг почвы

Содержание обменного калия в слое почвы 0-40 см к посеву подсолнечника по фону дискование было значительно выше, чем по вспашке: в первом случае в среднем за три года оно составило 417 мг/га, а во втором – 360 мг/кг почвы. По фону дискование применение помёта способствовало повышению его уровня максимум на 29 мг/кг почвы. Это произошло при внесении 10 т/га. Внесение помёта под вспашку вызвало значительно большие изменения. Они заметно проявлялись с повышением дозы помёта до 20 т/га, где разница с контролем составила 62 мг/кг почвы.

В течение всей вегетации подсолнечника при небольшом снижении общего уровня содержания обменного калия в почве тенденция его увеличения с повышением дозы помёта продолжает проявляться. Пик практически везде наблюдался при внесении 25 т/га.

В целом за вегетацию подсолнечника в среднем за 2011-2013 гг. на контроле преимущество фона дискование по сравнению со вспашкой по содержанию обменного калия составило 27 мг/кг почвы или 8,3 %. Под действием помёта в дозах 10-25 т/га уровень содержания обменного калия повышался по фону дискование на 16-37 мг/кг, по вспашке – на 28-59 мг/кг почвы. На варианте с максимальной дозой он практически выравнивался. Под действием минеральных удобрений изменения содержания обменного калия в период бутонизация - уборка в целом не превышали 6 %.

В четвертой главе дана оценка влияния удобрений на биометрические показатели растений и содержание в них элементов питания.

Четких закономерностей во влиянии способа обработки почвы на биометрические показатели растений подсолнечника в фазу бутонизации не отмечено. В фазу цветения в 2011 и 2012 гг. отмечено преимущество в массе растений подсолнечника по фону дискование, в 2013 г. – по вспашке и более существенное. В среднем за 2011-2013 гг. различия биометрических показателей растений подсолнечника в период бутонизация - цветение на контроле по двум фонам математически недостоверны.

Применение индюшиного помёта вызывало существенное увеличение высоты и особенно массы растений. В фазу бутонизации наибольшим оно было на варианте с дозой помёта 20, а в фазу цветения – 10-20 т/га. При повышении дозы до 25 т/га происходило уменьшение этих показателей, особенно в фазу цветения. В 2013 г. преимущество в массе растений в эту фазу было более значительным по фону вспашка, чем по дискованию и достигало 81 %. В 2012 г. растения достигали массы 1371-1582 г, что в 1,5-1,7 раза больше чем в 2011 и 2013 гг. Эффект от минеральных удобрений во все годы был меньше, чем от помёта.

Содержание азота в сухом веществе растений подсолнечника на контрольном варианте по разным фонам обработки почвы было практически одинаковым. В среднем за 2011-2013 гг. в фазу бутонизации оно составляло 2,71-2,73 %, а в цветение 1,85-1,92 % (рисунок 5). Также близки значения и на вариантах с одинаковой дозой помёта. Концентрация азота увеличивалась по мере повышения дозы до 25 т/га. Она повышалась так же в семенах с 3,18-3,30 до 3,98

% и в побочной продукции с 1,02-1,09 до 1,49-1,54 %. Действие минеральных удобрений значительно слабее.

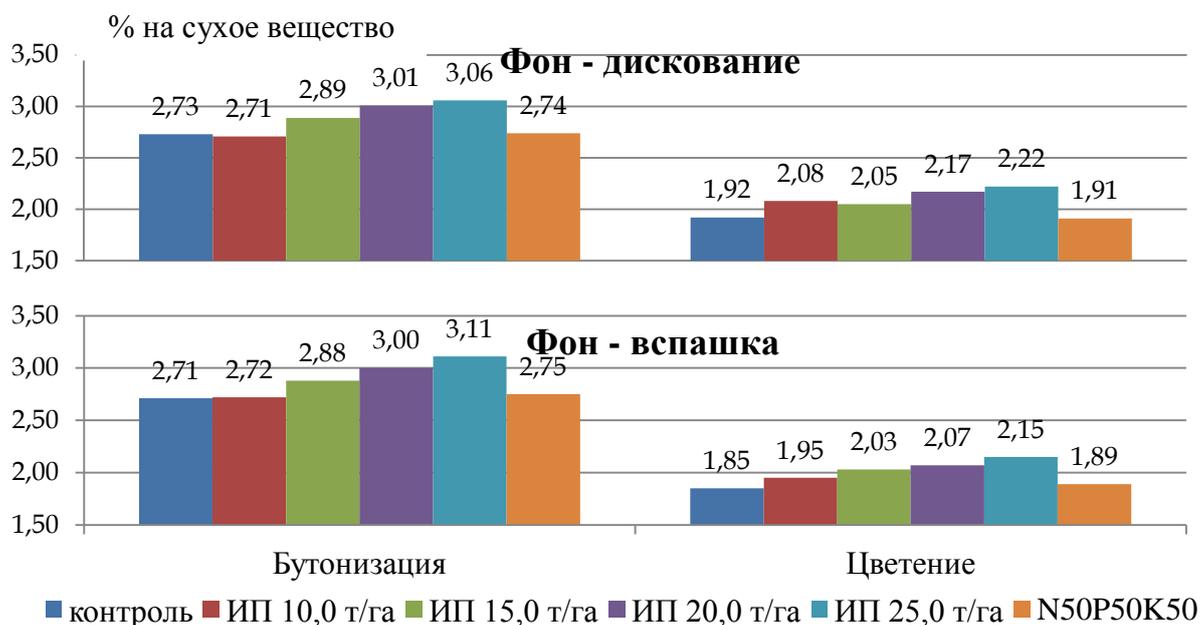


Рисунок 5 – Содержание азота в растениях подсолнечника в период бутонизация - цветение в среднем за 2011-2013 гг., % на сухое вещество

Изменения содержания фосфора в растениях подсолнечника при разных видах обработки почвы, а также под влиянием помёта и минеральных удобрений незначительны. В семенах оно повышалось по фону дискование – на 0,08 %, по вспашке – на 0,04 %.

Содержание калия в растениях подсолнечника на всех этапах развития по двум фонам обработки почвы было очень близким. Тенденции изменения его содержания в зависимости от условий года, удобрений и фазы развития растений были не всегда хорошо выражены. Наиболее значительной была разница по сравнению с контролем по содержанию калия в побочной продукции. Она достигала 0,30-0,32 % при внесении 10-20 т/га помёта.

В пятой главе рассматривается влияние индюшиного помёта и минеральных удобрений на урожайность и качество семян подсолнечника.

Уровень урожайности подсолнечника на контрольном варианте зависел в первую очередь от погодных условий, складывавшихся в течение вегетации - в мае - августе. В лучшем по увлажнению 2011 году урожайность была в пределах 1,54-1,58 т/га, в острозасушливом 2013 г. – 0,6-1,1 т/га (таблица 1). Вторым важным фактором были неодинаковые условия фосфорного питания растений. В 2011 г. к моменту посева в слое почвы 0-40 см содержалось 14,1-15,7 мг/кг почвы подвижного фосфора, а в 2013 г. – 9,1-9,3.

Таблица 1 – Урожайность подсолнечника в 2011-2013 гг., т/га

Варианты опыта	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2011-2013 гг.		
				Урожайность	Прибавка к контролю фона	
					т/га	%
Фон - дискование						
Контроль	1,54	1,32	0,60	1,15	-	-
ИП 5,0 т/га	-	1,53	0,87	-	-	-
ИП 7,5 т/га	-	1,72	0,95	-	-	-
ИП 10,0 т/га	1,92	1,82	1,02	1,59	0,44	38
ИП 15,0 т/га	2,28	1,95	1,04	1,76	0,61	53
ИП 20,0 т/га	2,06	1,81	1,06	1,64	0,49	43
ИП 25,0 т/га	1,60	1,76	1,10	1,49	0,34	30
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	2,00	1,66	1,01	1,56	0,41	36
Фон - вспашка						
Контроль	1,58	1,34	1,10	1,34	-	-
ИП 5,0 т/га	-	1,55	1,58	-	-	-
ИП 7,5 т/га	-	1,85	1,76	-	-	-
ИП 10,0 т/га	2,05	1,85	2,09	2,00	0,66	49
ИП 15,0 т/га	2,29	1,81	2,03	2,04	0,70	52
ИП 20,0 т/га	2,21	1,78	1,99	1,99	0,65	49
ИП 25,0 т/га	2,16	1,53	1,98	1,89	0,55	41
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	1,99	1,51	1,35	1,62	0,28	21
НСР ₀₉₅						
обработка (фактор А)	0,05	0,03	0,01	0,15		
удобрения (фактор В)	0,10	0,06	0,03	0,30		
общая (АВ)	0,15	0,09	0,04	0,43		

Урожайность подсолнечника на контроле в 2011 и 2012 гг. не зависела от способа обработки почвы. В 2013 г. при обработке почвы дискованием была получена значительно более низкая урожайность, чем по вспашке. Объяснить это можно совокупностью ряда причин. К началу вегетации запас продуктивной влаги в почве был несколько больше по вспашке, чем при проведении дискования. Содержание нитратного азота на фоне дискование было равно 130 кг/га, а по вспашке 75 кг/га. При очень низком фоне доступного фосфора дисбаланс в питании растений подсолнечника этими элементами по фону дискование был значительно более острым, чем по вспашке. В среднем за три года исследований разница составила 0,19 т/га и математически достоверна.

Применение помёта в 2011-2013 гг. во всех дозах, обеспечило существенное увеличение урожайности по сравнению с контрольными вариантами обоих фонов обработки почвы. Урожайность нарастает с повышением дозы помёта до 15 т/га по фону дискование и до 10 т/га по вспашке. Но различие между вариантами с 10 и 15 т/га и в первом случае недостоверно. При дальнейшем увеличении дозы

проявилась тенденция снижения эффекта, особенно на варианте с максимальной дозой. В большей степени она выражена при дисковании. На фоне дискование минеральные удобрения вызвали несколько более существенное изменение урожайности, чем по вспашке, но в целом их влияние значительно слабее действия помёта. Главные показатели структуры урожайности подсолнечника, обусловившие её различия – диаметр корзинки и масса семян в ней. На лучших вариантах диаметр корзинки составил 16-20 см, а масса семян 59-73 г.

Наиболее отчётливо зависимость изменений урожайности от дозы помёта видна на рисунке 6, где представлены данные за 2012, 2013 гг. по полной схеме опыта. В среднем по двум фонам обработки почвы существенный рост урожайности наблюдался при повышении дозы до 10 т/га. В диапазоне 10-15 т/га она примерно одинакова. С 20 т/га начинается снижение, более выраженное при внесении максимальной дозы.

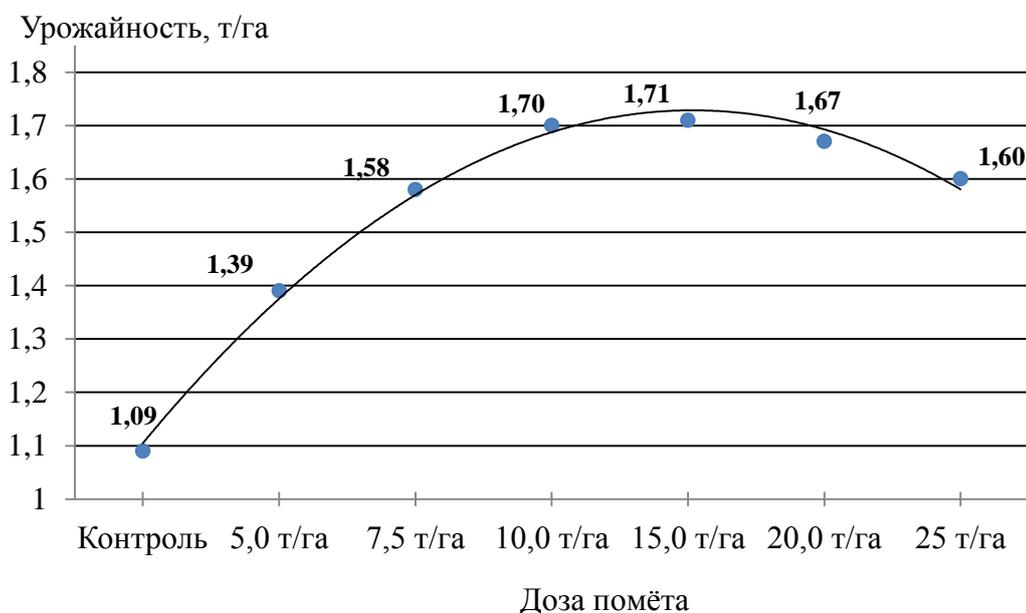


Рисунок 6 – Изменение урожайности подсолнечника при повышении дозы помёта в среднем по двум фонам обработки почвы за 2012-2013 гг.

Изменения урожайности семян при внесении индюшиного помёта в наибольшей степени зависели от его влияния на азотный режим почвы. Наиболее высокая связь имела место с содержанием всего минерального азота в почве по вспашке, $\eta = 0,876 \pm 0,129$.

Во все годы исследований масличность семян подсолнечника на контроле обоих фонов обработки почвы была практически одинаковой. В среднем за 2011-2013 гг. по фону дискования она была равна 36,9 %, по вспашке - 37,0 % (таблица 2). При внесении помёта она увеличивалась, достигая максимума на варианте с

применением 10 т/га по обоим фонам, а затем снижалась. Более высокие показатели отмечены по вспашке – прибавка к фону 4,7 %.

Таблица 2 – Масличность семян подсолнечника, среднее за 2011 - 2013 гг.

Варианты опыта	Содержание жира в семенах, %	Содержание жира в урожае с 1 га, кг	Прибавка к контролю	
			кг/га	%
Фон - дискование				
Контроль	36,9	387	-	-
ИП 10 т/га	39,0	569	182	47,0
ИП 15 т/га	37,6	612	225	58,1
ИП 20 т/га	36,0	544	157	40,6
ИП 25 т/га	34,7	469	82	21,2
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	36,8	525	138	35,7
Фон - вспашка				
Контроль	37,0	450	-	-
ИП 10 т/га	41,7	755	305	67,8
ИП 15 т/га	40,8	760	310	68,9
ИП 20 т/га	40,8	743	293	65,1
ИП 25 т/га	39,6	688	238	52,9
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	38,1	561	111	24,7
НСР ₀₉₅				
обработка (фактор А)	1,57	72,15		
удобрения (фактор В)	3,14	144,31		
общая (АВ)	4,45	204,08		

Заметными были колебания масличности по годам – на лучших вариантах от 35 до 46 % и под влиянием помёта – от отрицательных значений по фону дискование до + 9 по вспашке в 2013 г. В засушливых условиях всех лет исследований определяющим фактором масличности семян было соотношение обеспеченности почвы минеральным азотом и подвижным фосфором в период бутонизации - цветения. Этот показатель изменялся от 0,53 до 3,56 единиц. Зависимость между ним и масличностью семян очень тесная $= - 0,797 \pm 0,147$.

Содержание жира в урожае с 1 га по фону вспашка выше, чем по дискованию, но на контроле различие несколько ниже НСР опыта. Применение помёта в дозе 10 т/га обеспечило увеличение сбора жира по фону дискование на 182 кг/га, а по вспашке – на 305 кг/га по отношению к контролю. При мелкой заделке помёта повышение дозы до 15 т/га способствовало недостоверному увеличению, а по фону вспашка он остался практически на том же уровне. Влияние минеральных удобрений на масличность семян было слабым.

Сопоставление содержания различных форм азота в почве и количества азота в соответствующей дозе помёта в каждый год исследований показало, что в наибольшей степени эта составляющая помёта влияла на содержание N_{мин.} по

фону вспашка, $\hat{\eta}_{yx} = 0,845 \pm 0,143$; $\hat{\eta}_{yx}^2 = 0,71$) (рисунок 7). Зависимость имеет чёткий криволинейный характер. Часть линии тренда представляет собой характерную параболу. Она свидетельствует о том, что пик положительного влияния помёта на азотный режим почвы наблюдался, когда содержание азота в гектарной дозе помёта было равно 300 кг. Повышение его дозы приводило к уменьшению эффекта, а при увеличении азота свыше 400 кг, что в среднем соответствовало дозе помёта 22 т/га, снижение становилось очень резким. По-видимому, это приводило к угнетению микробиологической деятельности в почве. Фактически, доза азота 400 кг/га – порог экологической безопасности применения помёта.

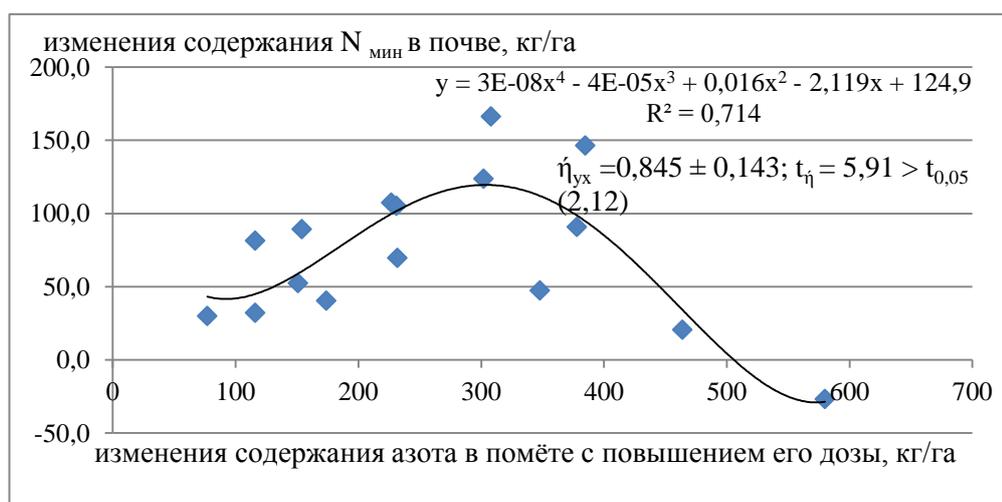


Рисунок 7 – Зависимость изменений содержания $N_{\text{мин}}$ в почве по фону вспашка от количества азота в гектарной дозе помёта

В шестой главе анализируется использование элементов питания подсолнечником из индюшиного помёта.

Поскольку побочная продукция подсолнечника – стебли и корзинки всегда остаётся на поле, баланс элементов питания рассчитан с учётом их содержания только в семенах. По всем элементам на вариантах с помётом он был положительным, особенно по фосфору. При внесении минеральных удобрений имел место небольшой дефицит только по азоту.

Подсчёт коэффициентов потребления элементов питания подсолнечником из помёта с учётом их полного выноса показал, что степень использования азота и калия из помёта значительно выше, чем фосфора, по вспашке она больше, чем по дискованию и существенно уменьшается при увеличении дозы помёта. Так при глубокой заделке помёта в дозах 7,5; 10; 15; 20 и 25 т/га коэффициент использования азота составляет 39,1; 32,1; 26,7; 22,0 и 17,9 %, а при дисковании – 32,4; 27,5; 23,9; 18,8 и 13,7 % соответственно.

Расход всех элементов питания на 1 т семян с учётом побочной продукции увеличивался при внесении помёта по сравнению с контролем и нарастал с повышением дозы. По вспашке использование элементов питания было более рациональным. Так на варианте с 10 т/га помёта оно составило: N – 64,3; P₂O₅ – 7,5; K₂O – 87,2, а по дискованию: N – 72,2; P₂O₅ – 7,7; K₂O – 104,3 кг/т.

В седьмой главе дана экономическая оценка применения индюшиного помёта и минеральных удобрений под подсолнечник.

Применение вспашки в качестве основной обработки почвы под подсолнечник позволяет получить более высокие экономические показатели, чем дискования. Экономически наиболее обоснованная доза индюшиного помёта для внесения под вспашку – 10 т/га (таблица 3).

Таблица 3 –Рентабельность применения помёта под вспашку в зависимости от расстояния перевозок, среднее за 2011-2013 гг.

Варианты опыта	Расстояние перевозки помёта, км					
	5	10	15	20	25	30
	Рентабельность, %					
Контроль	51					
ИП 10,0 т/га	96	81	68	57	48	-
ИП 15,0 т/га	89	69	53	40	29	-
ИП 20,0 т/га	74	52	35	21	10	-
ИП 25,0 т/га	58	34	17	4	-7	-
Контроль*	37*					
ИП 5,0 т/га*	64*	57*	51*	45*	40*	35*
ИП 7,5 т/га*	83*	72*	62*	54*	46*	39*

Примечание: *среднее за 2012, 2013 гг., жирным шрифтом выделены варианты с минимальным превышением контроля, заштрихованы – оптимальные.

При перевозках на расстояние до 5 км рентабельность в среднем за 2011-2013 гг. увеличилась с 51 до 96 %. Целесообразное расстояние перевозок при использовании такой дозы – до 20 км. При перевозках помёта на расстояние 25-30 км в среднем за 2012 - 2013 гг. экономический эффект выше от применения 7,5 т/га. Применение минеральных удобрений не дало положительного экономического результата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспеченность почвы продуктивной влагой при разных видах основной обработки почвы под подсолнечник – дискование и вспашка в целом за 2011-2013 гг. различалась незначительно. Содержание аммонийного азота перед посевом подсолнечника в слое почвы 0-40 см на контроле двух фонов было практически

одинаково – в среднем 48,3 и 48,4 кг/га. Под действием перепревшего индюшиного помёта на подстилке из подстилочной лузги оно повышалось незначительно – при внесении 15-20 т/га осенью под дискование на 11 кг/га, под вспашку – на 9 кг/га.

Без применения удобрений содержание нитратной формы азота в почве перед посевом было в 1,55-2,2 раза больше, чем аммонийной. По фону дискование в среднем за 2011-2013 гг. оно на 31 кг/га выше, чем по вспашке. При внесении помёта проявилась противоположная тенденция. Его перемешивание с почвой в слое 0-27 см приводило к увеличению содержания N-NO₃ в среднем на 60,5 кг/га, а при дисковании на 10-12 см – на 42,8 кг/га.

На обоих фонах обработки почвы доля нитратного азота в составе минерального от посева к уборке уменьшалась: на контроле с 60,7-68,6 до 30,1-32,2 %, а на вариантах с помётом – с 64,7-69,8 лишь до 53,9-61,0 %. В целом за вегетацию подсолнечника она увеличивалась с 56,3 на контроле до 60,8-62,5 % при внесении 5-20 т/га помёта и до 66,5 % на варианте с дозой помета 25 т/га, но при внесении максимальной дозы количество минерального азота в почве уменьшалось.

Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см к посеву подсолнечника по фону дискование составило в среднем 11,6 мг/кг, а по вспашке – на 1,6 мг/кг почвы больше. Применение помёта способствовало существенному повышению фосфатного уровня почвы. Оно было максимальным при внесении 10 т/га по обоим фонам обработки почвы: по дискованию – 4,1 мг/кг, а по вспашке – 5,6 мг/кг почвы. В течение вегетации по фону вспашка происходило более резкое уменьшение содержания подвижного фосфора в почве, вследствие чего оно выравнивалось на разных фонах.

При мелкой обработке почвы содержание обменного калия в слое 0-40 см к посеву подсолнечника на контроле было выше, чем при вспашке в среднем на 57 мг/кг. Вспашка помёта оказала значительно большее влияние на калийный режим почвы, чем дискование. Максимальное увеличение содержание обменного калия по фону дискование составило 29 мг/кг при дозе помета 10 т/га, а по вспашке – 62 мг/кг почвы при дозе помета 20 т/га. Преимущество прослеживается и в целом за вегетацию подсолнечника.

В 2011 и 2012 гг. в период бутонизации - цветения отмечено преимущество в развитии растений по фону дискование, а в 2013 г. – по вспашке, но в среднем за 2011-2013 гг. различия в высоте и массе растений недостоверны. Наибольшее их увеличение в фазу бутонизации вызвало применение помёта в дозе 20 т/га, а в цветение – 15 т/га по обоим фонам обработки почвы.

На всех этапах вегетации подсолнечника под влиянием помёта в растениях существенно повышалось содержание азота – в семенах превышение контроля достигало 0,68-0,80 %. Изменения в содержании фосфора в растениях незначительны и, как правило, недостоверны. Наибольшее влияние оказывало применение помёта на содержание калия в побочной продукции. Устойчивым оно было при внесении помета в дозе 20 т/га.

При удовлетворительных погодных условиях в течение вегетации подсолнечника и средней обеспеченности почвы фосфором в 2011 и 2012 гг. его урожайность без применения удобрений на фоне основной обработки почвы плугом и дискатором практически одинакова, при экстремальных (2013 г.) – была существенно выше по вспашке. Применение помёта в дозах 5-20 т/га во все годы исследований способствовало достоверному росту урожайности. В среднем за 2011-2013 гг. наибольшее увеличение получено от внесения под дискование 15 т/га, под вспашку – 10 т/га: соответственно 53 и 49 %, но и в первом случае изменения урожайности при повышении дозы помета с 10 до 15 т/га недостоверно. Дальнейшее повышение дозы слабо влияло на урожайность, а при внесении 25 т/га положительный эффект снижался. Применение минеральных удобрений в дозе $N_{50}P_{50}K_{50}$ вызвало увеличение урожайности по фону дискование на 0,41 т/га, по вспашке – на 0,36 т/га в сравнении с контролем.

Изменения урожайности подсолнечника в наибольшей степени зависели от влияния помёта на азотный режим почвы. Зависимость была теснее по фону вспашка. Индекс корреляции с содержанием $N-NO_3$ в слое почвы 0-40 см перед посевом здесь $0,819 \pm 0,153$, с $N_{\text{мин}}$ – $0,876 \pm 0,129$. С содержанием фосфора и калия связь значительно слабее. Содержание минерального азота в почве на 71 % обусловлено общим количеством азота в помёте – $r = 0,845 \pm 0,143$. Пик достигался при внесении 300 кг/га, а резкое уменьшение начиналось при дозе помета 400 кг/га и более, что можно считать порогом экологической безопасности применения помёта под полевые культуры. В среднем это эквивалентно дозе внесения помёта 22 т/га.

Вид основной обработки почвы не оказал влияния на масличность семян – на контроле в среднем за 2011-2013 гг. она была равна – 36,9 и 37,0 %. Сбор жира с 1 га на 63 кг или на 11,6 % был выше по вспашке. Применение помёта способствовало существенному улучшению качества семян. Максимальная масличность имела место при внесении его в дозе 10 т/га – 39,0 % по дискованию и 41,7 % по вспашке. Наибольший и практически одинаковый сбор жира с 1 га получен при внесении 10 и 15 т/га помета под вспашку – 755-760 кг, что на 305-

310 кг выше, чем на контроле и на 143-148 кг, чем при дисковании. Минеральные удобрения на содержание жира в семенах влияния не оказали.

Первостепенное значение в накоплении жира в семенах подсолнечника имело соотношение минерального азота и подвижного фосфора в почве в период бутонизация - цветение, $\eta = 0,797 \pm 0,147$.

При учёте выноса элементов питания только с урожаем семян, их баланс на вариантах с помётом был положительным. Особенно большой профицит имел место по фосфору. С учётом общего содержания NPK в надземной массе растений коэффициенты использования азота и калия из помёта значительно выше, чем фосфора. Степень их усвоения по фону вспашка больше, чем по дискованию и уменьшалась с повышением дозы с 7,5 до 25 т/га, в частности азота по дискованию от 32,4 до 13,7%, по вспашке – от 39,1 до 17,9 %.

Применение вспашки в качестве основной обработки почвы под подсолнечник позволяет получить более высокие экономические показатели, чем от дискования. Рентабельность на контроле составляла 51 и 33 %. Экономически наиболее обоснованная доза индюшиного помёта для внесения под вспашку – 10 т/га, здесь получена рентабельность 96 %. При этом целесообразное расстояние перевозок – до 20 км. При перевозках помёта на расстояния 25-30 км оптимальная доза, обеспечивающая наибольший экономический эффект – 7,5 т/га.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

При выращивании подсолнечника на чернозёме обыкновенном Ростовской области в условиях неустойчивого увлажнения необходимо применять перепревший индюшиный помёт на подстилке из подсолнечной лузги в дозе 10 т/га осенью под вспашку на глубину 25-27 см. Это позволяет повысить рентабельность возделывания подсолнечника при перевозке помёта на расстояние до 5 км – на 45 %, до 10 км – на 30 %; до 15 км – на 17 %; до 20 км – на 6 %.

При перевозке на расстояние 25-30 км экономически целесообразно применение индюшиного помёта в дозе 7,5 т/га.

При использовании индюшиного помёта необходимо учитывать, что экологический порог безопасности его применения равен содержанию азота в гектарной дозе 400 кг, что соответствует 22 т/га.

Перспективы дальнейшей разработки темы. Учитывая высокую эффективность и экономическую целесообразность применения перепревшего индюшиного помёта в ходе последующих работ необходимо изучить его влияние на азотный, фосфатный и калийный режимы других типов почв Ростовской

области. Остались не раскрытыми также такие темы, как: последствие помета на продуктивность и качество сельскохозяйственных культур в звене севооборота; количество, период распада и влияние антибиотиков содержащихся в помёте на почвенную микрофлору и растения.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Агафонов, Е.В. Влияние индюшиного помёта на азотный режим чернозёма обыкновенного и урожайность подсолнечника / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, **Д.А. Манашов** // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 4. www.science-education.ru/118-14377 (0,26 п.л., авт. – 0,1).

2. Агафонов, Е.В. Эффективность применения индюшиного помёта под подсолнечник / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, **Д.А. Манашов** // Земледелие. - 2014. - № 2. - С.25-26 (0,35 п.л., авт. – 0,1).

3. Агафонов, Е.В. Влияние индюшиного помета на агрохимические свойства почвы и урожайность подсолнечника на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, **Д.А. Манашов** // Агрохимия. – 2015. - №7. – С.17-24 (0,45 п.л., авт. – 0,15).

4. Агафонов, Е.В. Влияние индюшиного помёта на урожайность и масличность семян подсолнечника на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, **Д.А. Манашов** // Агрохимический вестник. - 2015. - № 3.- С.31-33 (0,28 п.л., авт. – 0,1).

5. Агафонов, Е.В. Влияние способов заделки индюшиного помёта в почву на азотный режим чернозёма обыкновенного и урожайность подсолнечника / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, **Д.А. Манашов** // Проблемы агрохимии и экологии. - 2015. - № 1. - С.9-16 (0,32 п.л., авт. – 0,1).

6. Агафонов, Е.В. Экономическая оценка применения индюшиного помета под подсолнечник на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, **Д.А. Манашов** // Птица и птицепродукты. - 2015. - № 4.- С.66-68 (0,48 п.л., авт. – 0,15).

В прочих изданиях:

7. Агафонов, Е.В. Влияние способов заделки индюшиного помёта на урожайность подсолнечника на чернозёме обыкновенном / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, **Д.А. Манашов** // Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России: материалы

Международной научно-практической конференции - п. Персиановский, 2012. - Том 2. - С.10-13 (0,22 п.л., авт. – 0,1).

8. **Манашов, Д.А.** Применение индюшиного помёта при выращивании подсолнечника в условиях Октябрьского района Ростовской области / Д.А. Манашов, Р.А. Каменев // Проблемы и состояние современного почвозащитного земледелия: материалы Международной научно-практической конференции - п. Персиановский, 2012. - С.85-88 (0,20 п.л., авт. – 0,1).

9. **Манашов, Д.А.** Использование индюшиного помёта под подсолнечник / Д.А. Манашов // Инновационные пути развития АПК: проблемы и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции - п. Персиановский, 2013. - Том 2. - С.142-143 (0,15 п.л., авт. – 0,15).

10. **Манашов, Д.А.** Индюшиный помёт в качестве удобрения подсолнечника / Д.А. Манашов // Современные технологии сельскохозяйственного производства и приоритетные направления развития аграрной науки: материалы Международной научно-практической конференции – п. Персиановский, 2014. - Том 2. -С.70-73 (0,25 п.л., авт. – 0,25).

11. Агафонов, Е.В. Использование индюшиного помёта в земледелии Ростовской области / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, **Д.А. Манашов** // Научно-практические рекомендации – пос. Персиановский: Изд-во Донского ГАУ, 2015. - 47 с. (2,35 п.л., авт. – 0,8).