

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**На правах рукописи**

**Манашов Денис Александрович**

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

**06.01.04 – Агрохимия**

**Диссертация на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук**

**Научный руководитель:  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор Агафонов Е.В.**

**п. Персиановский – 2015**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1 Значение, площади посевов и урожайность подсолнечника.....	10
1.2 Особенности питания подсолнечника.....	12
1.3 Применение удобрений под подсолнечник.....	20
1.4 Виды птичьего помета, его состав и свойства, действие на почву.....	25
1.5 Птичий помёт как удобрение, опыт применения под различные сельскохозяйственные культуры.....	32
1.6 Особенности обработки почвы и заделки удобрений под подсолнечник.....	38
2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	45
2.1 Почва опытных участков.....	45
2.2 Климатические условия в зоне проведения исследований.....	46
2.3 Погодные условия в годы исследований.....	48
2.4 Методика проведения исследований.....	51
3. ВОДНЫЙ И ПИЩЕВОЙ РЕЖИМЫ ПОЧВЫ ПОД ПОДСОЛНЕЧНИКОМ.....	54
3.1 Динамика продуктивной влаги в почве под подсолнечником.....	54
3.2 Азотный режим почвы под подсолнечником.....	57
3.2.1 Аммонийный азот в почве.....	57
3.2.2 Нитратный азот в почве.....	63
3.2.3 Минеральный азот в почве.....	70
3.3 Влияние применения помёта на содержание подвижного фосфора в почве под подсолнечником.....	80
3.4 Влияние применения помёта на содержание обменного калия в почве под подсолнечником.....	89
4. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОМЁТА НА ФОРМИРОВАНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЫ И ПОГЛОЩЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЯМИ ПОДСОЛНЕЧНИКА.....	102
4.1 Влияние применения помёта на биометрические показатели растений подсолнечника.....	102

4.2. Влияние применения помёта на содержание азота в растениях подсолнечника.....	107
4.3 Влияние применения помёта на содержание $P_2O_5$ в растениях подсолнечника.....	113
4.4 Влияние применения помёта на содержание $K_2O$ в растениях подсолнечника.....	117
5. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОМЁТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА.....	121
5.1 Влияние применения помёта на урожайность подсолнечника.....	121
5.2 Влияние применения помёта на масличность семян и выход растительного жира.....	126
5.3 Зависимость урожайности подсолнечника от содержания элементов питания в почве.....	133
6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКОМ ИЗ ИНДЮШИНОГО ПОМЁТА .....	138
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ИНДЮШИНОГО ПОМЁТА ПОД ПОДСОЛНЕЧНИК.....	147
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	150
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	154
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	155
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА.....	177
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	182
Приложение 1 "Содержание продуктивной влаги в почве под подсолнечником в 2011 - 2013 гг., мм".....	182
Приложение 2 "Динамика аммонийного, нитратного и минерального азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении минеральных удобрений, кг/га".....	183
Приложение 3 "Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении минеральных удобрений, мг/кг почвы".....	184

Приложение 4 "Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении минеральных удобрений, мг/кг почвы" .....	184
Приложение 5 "Содержание N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O в растениях подсолнечника при внесении минеральных удобрений в 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество" .....	185
Приложение 6 "Содержание фосфора в растениях подсолнечника в период бутонизация - цветение в среднем за 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество" .....	185
Приложение 7 "Содержание калия в растениях подсолнечника в период бутонизация - цветение в среднем за 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество" .....	186
Приложение 8 "Элементы структуры урожайности подсолнечника в 2011 - 2013 гг." .....	186
Приложение 9 "Урожайность побочной продукции подсолнечника в 2011 - 2013 гг., т/га" .....	187
Приложение 10 "Вынос азота растениями подсолнечника с урожаем основной и побочной продукции, кг/га" .....	187
Приложение 11 "Вынос фосфора растениями с урожаем основной и побочной продукции, кг/га" .....	188
Приложение 12 "Вынос калия растениями с урожаем основной и побочной продукции, кг/га" .....	188
Приложение 13 "Баланс N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O при возделывании подсолнечника" .....	189
Приложение 14 "Коэффициент использования P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и K <sub>2</sub> O из помёта" .....	190
Приложение 15 "Экономическая эффективность применения помёта в зависимости от расстояния перевозок, среднее за 2011 - 2013 гг." .....	191
Приложение 16 "Результаты корреляционного анализа данных" .....	192
Приложение 17 "Дисперсионный анализ данных" .....	193

## ВВЕДЕНИЕ

Масличные культуры имеют большое значение в обеспечении продовольственной безопасности страны, их возделывание является важной частью сельскохозяйственного производства России (Лукомец В.М., 2012).

Подсолнечник - основная масличная культура, из него производится три четверти растительных масел - около 6 млн. т, в том числе более половины в ЮФО (Малюга Н.Г. и др., 2011).

Важнейшим фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почв являются удобрения. В период с 1991 по 1999 г. в Ростовской области произошло очень резкое уменьшение уровня применения удобрений - минеральных до 5 кг д. в. на 1 га пашни, а органических до 0,4 т/га. С 2000 г. наметилась тенденция роста применения минеральных удобрений. В 2007 г. было внесено около 27 кг/га. Использование органических удобрений продолжало снижаться до 0,13 т/га (Агафонов Е.В., Громаков А.А., 2008).

В 2011 г. минеральных удобрений применяли уже 54 кг/га посевов, что на 1 га пашни составило 40 кг. Однако использование органики осталось на том же крайне низком уровне. Поэтому дефицит баланса элементов питания по-прежнему очень высок - более 60 % (Чекмарёв П.А., 2012). Значительный отрицательный баланс питательных веществ имеет место и в России в целом (Гармаш Г.А. и др., 2013).

Отсутствие необходимого возврата в почву элементов питания, отчуждаемых с урожаем, ведёт к её истощению. Это главная проблема земледелия на сегодняшний день. Большую роль в улучшении свойств почвы, её плодородия играют органические удобрения. Сведение к недопустимому минимуму их применения связано с продолжающимся сокращением поголовья животных и уменьшением количества навоза, прежде всего КРС во всех категориях сельскохозяйственных предприятий.

В то же время динамически развивающейся отраслью животноводства в нашей стране является птицеводство. По данным В.П. Лысенко с соавторами

(2012) в настоящее время в Российской Федерации функционируют 450 птицеводческих хозяйств. В целом в год от птицеводческой отрасли поступает свыше 30 млн. тонн пометной массы. Скопление больших количеств и несвоевременная утилизация пометных масс может вызывать серьезное ухудшение экологической обстановки на территориях прилегающих к птицефабрикам.

В Ростовской области применяется около 100 тыс. тонн помета в год. В этом количестве помета содержится примерно 6000 тонн N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O. При этом необходимо учесть, что применяется лишь около 10% от производимого ежегодно помета всеми птицефабриками области (Агафонов Е.В., Каменев Р.А., 2013).

Птичий помёт - наиболее концентрированное органическое удобрение, с хорошим соотношением C : N, по скорости действия не уступает минеральным удобрениям (Минеев В.Т., 2004). Его широкое применение под полевые культуры будет способствовать решению сразу нескольких проблем аграрного производства. Важнейшим резервом помёта в Ростовской области является индюшиный. Представляет интерес изучение его эффективности при внесении под различные культуры, в том числе подсолнечник.

**Актуальность темы.** Ростовская область имеет наибольшую долю в производстве семян подсолнечника в России (около 20%), (Устенко А.А., Усатов А.В., 2010). В то же время урожайность подсолнечника в области остаётся на низком уровне - в среднем за 2010 - 2014 гг. в пределах 1,3 т/га (Агропромышленный комплекс Ростовской области, 2015; [agroinform.com](http://agroinform.com); [agro-burs.ru](http://agro-burs.ru); [ab-centre.ru](http://ab-centre.ru); [donland.ru](http://donland.ru)).

Площади его посевов к 2020 г. предполагается стабилизировать на уровне 550 т. га., объём производства семян довести до 1 млн. т. Для этого необходимо поднять урожайность до 1,8 т/га (Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013 - 2020 гг., 2013). 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, урожайность и качество семян подсолнечника, 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 помёта 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 помёта 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 двух способах заделки его в почву осенью (дискатором и под плуг).

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;
- рассчитать экономическую эффективность применения индюшиного помёта под подсолнечник.

**Научная новизна.** Впервые на чернозёме обыкновенном в Ростовской области проведены исследования, в ходе которых было выявлено влияние 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. Произведены расчёты коэффициентов использования NPK из помёта подсолнечником, 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. Найдены 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 - 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 получения семян с 51 до 96 %. Внедрение этого элемента технологии выращивания подсолнечника в сельхозпредприятиях Октябрьского района Ростовской области в 2012 - 2013 гг. способствовало повышению урожайности на 0,60 - 0,76 т/га, увеличению условного чистого дохода - на 7605 - 8230 руб./га и рентабельности - на 27 - 35 %.

**Методология и методы исследований.** В основу методологии исследований положена методика опытов с удобрениями (С.В. Щерба, Ф.А. Юдин, 1975; Ф.А. Юдин, 1980). В качестве теоретико-методологической основы исследований выступают современные научные способы закладки и проведения полевых опы-



тов, анализ и обработка полученных данных, законы агрохимии, земледелия и растениеводства.

**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 семян подсолнечника, их масличность 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 и целесообразность его перевозок 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.).

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Значение, площади посевов и урожайность подсолнечника

Подсолнечник - важнейшая масличная культура в нашей стране. В СССР подсолнечник занимал 70% посевных площадей масличных культур и обеспечивал 85% валового сбора семян (Васильев Д.С., 1990). Ежегодно производилось свыше 5,3 млн. т семян подсолнечника и вырабатывалось около 2 млн. т подсолнечного масла, что составляло три четверти общего производства пищевых растительных масел. В настоящее время в РФ выращивается около 6 млн. т семян, в том числе в ЮФО - более 3 млн. т (Малюга Н.Г., Квашин А.А., Загоруйко А.В., 2011).

В семенах современных сортов и гибридов подсолнечника содержится до 56% светло-желтого пищевого масла с хорошими вкусовыми качествами и до 16% белка. (Маклецова О., Караваева Г., Субботин А., 2013).

Состав семян подсолнечника определяет их биологическую ценность: 25 - 30% белка, часть которого составляют незаменимые аминокислоты, ненасыщенные жирные кислоты, около 7% углеводов и витамины В, D, E, PP, макроэлементы - калий, кальций, магний, фосфор (Gultekin А.Н, 1994).

По питательности и усвояемости подсолнечное масло немного уступает сливочному. Одна единица подсолнечного масла по калорийности равноценна 2-3 единицам сахара, 4 единицам хлеба и 8 единицам картофеля. Ценность подсолнечного масла определяется его жирно-кислотным составом и содержанием в нём биологически активных веществ: витаминов (А, D, E.). В составе масла около 90% приходится на долю ценных для питания глиcerидов жирных (ненасыщенных) кислот - линолевой, олеиновой (Васильев Д.С., 1990).

Из растительных масел по содержанию линолевой кислоты (68%) подсолнечное масло уступает только маслу грецких орехов (75%) (Морозов В.К., 1967).

Подсолнечное масло имеет высокие пищевые и вкусовые достоинства. Оно используется непосредственно в пищу и широко применяется в различных отрас-

лях пищевой промышленности. В масле содержатся биологически активные вещества - фосфатиды, жирорастворимые витамины и провитамины А, D, E. Содержание токоферолов (витамин E) в масле достигает 60-80 мг %, фосфатидов (фосфолипидов) - 0,7-1,0%, из которых 55-65% приходится на долю лецитинов - веществ, наиболее ценных для пищевых и технических целей. При переработке семян на масло вырабатывается 33-35% шрота (жмыха), в котором содержится до 40% протеина. Этот протеин характеризуется довольно высоким содержанием незаменимых аминокислот (Дублянская Н.Ф., 1975).

По расчётам специалистов США для производства 1 т растительного масла требуется 1 га земли. Для получения 1 т сливочного масла надо 3,5 га, чтобы содержать 5,2 коровы с удоем молока 5200 кг и жирностью 3,7 % (Караджова Л.В. др., 1984).

Трудно найти полевою культуру, которая была бы так щедрa, как подсолнечник. Один гектар его посева при урожае семян 2,5 т/га даёт 1200 кг масла, 800 кг шрота (300 кг белка), 500 кг лузги (70 кг дрожжей), 1500 кг корзинок, 25-30 кг мёда и много другой необходимой продукции (Васильев Д.С., 1990).

Российская Федерация входит в число лидеров по производству семян подсолнечника в мире (таблица 1).

Таблица 1 - Основные производители подсолнечника в 2005/2006 г.,  
млн.т (Лукомец В.М., 2006)

Страна продуцент	Производство	Страна продуцент	Производство
США	12,00	Европейский союз	3,72
Ю. Америка	1,82	Франция	1,44
Бразилия	4,29	Венгрия	1,15
Аргентина	3,80	Россия	6,44
Китай	1,93	Украина	4,70
Индия	1,42	Румыния	1,34

Посевные площади масличных культур в Российской Федерации с 1986 по 2010 гг. резко увеличились. В 1986 - 1990 гг. они составляли 3668, в 1996 - 2000 гг. - 5188 тыс. га, а в 2006 - 2010 гг. они выросли с 7705 до 9616 тыс. га. Соответ-

ственно повысилась и площадь посевов подсолнечника - в 2006 - 2010 гг. она была в пределах 5030 - 7171 тыс. га. Урожайность масличных культур в течение всего 25-летнего периода оставалась примерно на одном и том же низком уровне - 0,73 - 1,15 т/га (Адаптивные технологии возделывания масличных культур, 2011).

В 1991 г. в ЮФО подсолнечник высевался на площади 1212, в Ростовской области - на 445,8 тыс. га. Урожайность семян составила соответственно 14,7 и 14,4 ц/га. К 2005 г. площади посевов в ЮФО увеличились до 2810, а в Ростовской области - до 1163,6 тыс. га. В ЮФО урожайность подсолнечника в 2001 - 2005 гг. находилась в пределах 8,1 - 14,1, в Ростовской области - 7,5 - 13,6 ц/га (Лукомец В.М., 2006). По данным Статистических сборников 2005 и 2011 гг., Картамышевой А.А. (2009) в Ростовской области с 1999 - 2008 гг. подсолнечник выращивали на площади от 793,5 до 1121,7 тыс. га. Чрезмерное увеличение доли подсолнечника в структуре посевных площадей, нарушение агрономических правил чередования культур привели к резкому увеличению распространения заразики, поражения болезнями и, в конечном счёте, к снижению продуктивности посевов подсолнечника.

В настоящее время в Ростовской области такими же темпами происходит снижение площади посева подсолнечника. В 2011 г. она составила 879,6, а к 2014 г. сократилась до 526,5 тыс. га. Урожайность в эти годы была в пределах 11,7 - 14,5 ц/га (Кузьменко О.В., 2012; agroday.ru). Для достижения намеченного к 2020 г. объёма производства семян подсолнечника при сохранении агрономически обоснованных площадей посевов необходимо не только наращивание применения минеральных удобрений, но и широкое использование других резервов пополнения баланса питательных веществ и повышения плодородия почвы, в первую очередь птичьего помёта.

## **1.2 Особенности питания подсолнечника**

Подсолнечник относится к обширному полиморфному роду *Helianthus* семейства астровые – *Asteraceae*. Подсолнечник полевой – однолетнее растение с

прямостоячим, грубым, покрытым жесткими волосками стеблем высотой от 0,6 до 2,5 м и мощной стержневой корневой системой, проникающей в почву на глубину до 2-3 м. При этом она имеет большую разветвленность в вертикальном и горизонтальном направлениях и способна использовать влагу и частично питательные вещества из большого объема почвы, что недоступно многим другим культурным растениям (okade.ru).

После всходов корень растёт очень быстро и опережает рост стебля. В фазе 5-6 листьев длина корня достигает 70 см. Наиболее интенсивный рост корней наблюдается в период формирования корзинки и цветения. На долю корней в фазе 6 листьев приходится 25 - 30 % от сухой массы подсолнечника, а в период уборки она снижается до 12 - 14 % (Кидин В.В., 2012)

Подсолнечник хорошо растет на многих почвах: черноземах, каштановых, лугово-черноземных, оподзоленных, серых лесных почвах. Наиболее благоприятными для него являются черноземы и лугово-черноземные почвы с нейтральной или слабощелочной реакцией почвенного раствора (рН 6,0-8,0), с суглинистым или супесчаным механическим составом. На тяжелых глинистых почвах, склонных к заболачиванию, а также на песчаных и сильноизвестковых почвах подсолнечник не удается. Также не выносит он кислых и сильно засоленных почв (Минеев В.Г., Шеуджен А.Х. и др., 2007).

В засушливых регионах для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур важными являются условия влагообеспеченности (Шапошникова И.М. и др., 1970; Никопольская И.В., 1972; Никитишина А.И., 1974; Гапиенко А.А. и др., 1988; Богомазов Н.П., Солдатов С.М., 1991; Дубинина Н.Е., Овсянникова Ф.Е., 1991; Агафонов Е.В., 1992).

Урожайность подсолнечника определяется климатическими условиями вегетационного периода, режимом минерального питания, густотой посевов и их засоренностью (Лифаненкова Т.П., Бижоев Р.В., 2013).

Подсолнечник - культура засухоустойчивая, но потребляющая при его возделывании много воды. Транспирационный коэффициент составляет 450-570 м<sup>3</sup>/ц. На образование 100 кг семян подсолнечник расходует 130-200 т воды, а в те-

чение вегетации суммарное водопотребление составляет 3200-5000 т/га (Федотов В.А., Коломейченко В.В. и др., 1998).

В разные периоды роста и развития растения подсолнечника поглощают неодинаковое количество влаги. До образования корзинки он потребляет только 37% воды, от образования корзинки до цветения - примерно 41 %, а в период от цветения до созревания - 22 %. При благоприятной обеспеченности подсолнечника минеральными веществами растения более продуктивно используют почвенную влагу, и в меньшей мере бывают подвержены воздействию неблагоприятных условий внешней среды (Белевцев Д.Н., Горбаченко В.Д., 1983).

Урожайность подсолнечника и качество семян определяется условиями выращивания, среди которых минеральное питание занимает одно из ведущих мест (Пустовойт В.С., 1975).

Подсолнечник выносит из почвы большое количество питательных веществ: азота и фосфора в 2-3 раза, калия в 6-10 раз больше, чем зерновые культуры (Васильев Д.С., 1983).

Подсолнечник очень хорошо использует фосфор и калий почвы, а также последствие раннее внесенных органических, фосфорных и калийных удобрений. Он способен интенсивно усваивать калий из труднорастворимых соединений почвы и фосфор трехзамещенного фосфата кальция, а также свежесаживаемых фосфатов алюминия и даже железа (Ягодин Б.А., 1989).

На потребление элементов минерального питания подсолнечником большое влияние оказывает влажность почвы. При повышенной влажности все удобрения - азотные, фосфорные и калийные - используются подсолнечником более продуктивно, чем при пониженной. Оптимальная влажность почвы для подсолнечника - 60-70 % от полной влагоёмкости, при этом наибольшая чувствительность растений к почвенной засухе наблюдается в период цветения. Особенно важную роль влагообеспеченность играет в фосфорном питании растений. Снижение влажности почвы в начале цветения приводит к увеличению содержания белкового азота в семенах (Бунякин И.Я., 1985).

По данным Е.В. Агафонова (1996) в зависимости от влагообеспеченности и условий питания существенно изменяется потребление влаги растениями подсолнечника на создание единицы урожая семян. Так в годы с влагообеспеченностью выше средней коэффициент водопотребления подсолнечника на чернозёме обыкновенном без применения удобрений в среднем за 10 лет составил 17,9 при внесении  $P_{60}$  - 16,9,  $N_{45-60}P_{60}$  - 16,8; а в годы с влагообеспеченностью ниже средней соответственно 12,3; 11,0 и 11,6 мм/ц. Существенному уменьшению удельного водопотребления способствовало во все годы улучшение фосфорного питания.

Сведения о выносе основных элементов питания из почвы для создания единицы основной продукции с соответствующим количеством побочной по данным различных авторов существенно различаются.

Результаты многих опытов ВНИИМК в основных зонах возделывания подсолнечника на чернозёмах и каштановых почвах, которые приводит Д.С. Васильев (1990), показывают, что вынос азота на 1 ц семян находился в пределах 4,3 - 7,1; фосфора - 1,3 - 2,7, калия - 7,8 - 16,1 кг. Автор считает, что эти сведения можно обобщить: N - 5-6;  $P_2O_5$  - 2,0-2,5;  $K_2O$  - 10-12 кг/ц.

По данным В.В. Агеева, А.И. Подколзина (2001) для получения 1 т семян подсолнечника необходимо 66 - 76 кг азота, 26 - 31 кг фосфора и 160 - 180 кг калия.

В.Г. Минеев (2004) считает, что вынос питательных веществ растениями подсолнечника колеблется в зависимости от плодородия почв и урожая и в среднем на 1 т семян составляет: N - 60,  $P_2O_5$  - 25,  $K_2O$  - 175 кг.

Согласно В.Н. Ефимову с соавторами (2002) соотношение потребляемых питательных веществ (N :  $P_2O_5$  :  $K_2O$ ), при выращивании на семена составляет : 1,2 : 1 : 6, на зелёную массу - 1,7 : 1 : 5. Такие же цифры приводит Б.А. Ягодин с соавторами (2002).

По мнению В.В. Кидина (2012) для получения 1 т семян подсолнечника с соответствующим количеством побочной продукции (стебли, листья, вымолоченные корзинки) затраты элементов питания составляют : N - 50 - 60,  $P_2O_5$  - 25 - 30,

$K_2O$  - 150 - 180, Ca - 14, Mg - 12 кг. При этом биологический вынос (надземной массой и корнями) на 28 - 35 % выше по сравнению с хозяйственным.

А.Х. Шеуджен, В.Т. Куркаев, Л.М. Онищенко (2007) приводят следующие цифры выноса элементов питания на 1 т семян : азот - 56, фосфор - 24, калий - 138 кг.

При соотношении побочной продукции и семян 1,8 : 1 структура выноса выглядит следующим образом (таблица 2).

Таблица 2 - Вынос подсолнечником элементов питания на 1 т семян и соответствующее количество побочной продукции.

Элементы питания	Семена	Побочная продукция	Всего
N	40	15	55
$P_2O_5$	16	14	30
$K_2O$	24	146	170
Ca	2	14	16
Mg	7	5	12

В исследованиях, проведённых в 1999 - 2006 гг. в северной зоне Краснодарского края при различных системах удобрения подсолнечника в зернопропашном и зернотравянопропашном севооборотах вынос азота на 1 т семян с учётом побочной продукции находился в пределах 45,7 - 58,6; фосфора - 18,1 - 30,5; калия - 89,8 - 126,8 кг (Малюга Н.Г. и др., 2011).

При урожайности в среднем за 1994 - 1997 гг. 1,96 - 2,40 т/га на чернозёме обыкновенном в Ростовской области вынос элементов питания на 1 т семян составлял : N - 45,8 - 49,3;  $P_2O_5$  - 21,7 - 24,0;  $K_2O$  - 108,0 - 115,3 кг (Мажуга Г.Е., 1998).

В нескольких ротациях севооборотов за 1966 - 1983 гг. на карбонатном чернозёме в Молдавии вынос элементов питания на создание 1 т семян подсолнечника находился в пределах : N - 41 - 65;  $P_2O_5$  - 16,6 - 25,4;  $K_2O$  - 57 - 75 кг (Загорча К.Л., 1990).

По данным украинских учёных (Марчук И.У. и др., 2011) на образование 1 т семян подсолнечника расходуется, кг/га : N - 60;  $P_2O_5$  - 25;  $K_2O$  - 125.



По данным Донского НИИСХ (Листопадов И.Н., 1984) вынос на 1 т семян подсолнечника составляет : N - 60 - 70; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 10 - 16; K<sub>2</sub>O - 100 - 120 кг.

В исследованиях, выполненных в Центральном Предкавказье в 1972 - 1991 гг. (Дзанагов С.Х., 1999) в среднем за три ротации севооборота вынос N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O на 1 т. семян подсолнечника на каштановой почве был в пределах : 59 - 84; 18,6 - 26,6 и 120 - 152, а на чернозёме обыкновенном - 49 - 84; 13,2 - 20,8 и 102 - 118 кг.

Ориентируясь на приведённые, а также многие другие источники, вынос калия можно принять равным 100 - 120 кг/т семян. Это более предпочтительный диапазон, чем 170 - 180 кг/т. При использовании завышенных показателей, по-видимому, недооцениваются интенсивное снижение количества калия в растениях после завершения налива семян, которое происходит в результате оттока калия в почву через корни, и потери в результате вымывания из высыхающих листьев. Реальный вынос азота - 50 - 70, а фосфора - 20 - 25 кг/т.

В начале вегетации до образования корзинки подсолнечник медленно развивается и мало потребляет питательных веществ. От образования корзинки до конца цветения наблюдается интенсивное поглощение их растениями, а к созреванию этот процесс снова замедляется или совсем прекращается (Пустовойт В.С., 1975).

Наиболее интенсивное потребление азота происходит в период от начала образования корзинки до конца цветения - одним растением в среднем за сутки около 48 мг. В другие периоды оно составляет 20-30 мг N (Андрюхов В.Г., Иванов Н.Н., 1975). Ко времени цветения подсолнечник поглощает из почвы 60% азота (Васильев Д.С., 1990).

А.И. Лукашев (1989) утверждает, что потребность в азоте и его действие на подсолнечник определяются не наличием азота в почве за счет природных запасов и вносимых удобрений, а интенсивностью восстановления нитратов в растениях и дальнейшим включением их в процессы образования органических соединений, что зависит главным образом от активности соответствующих ферментов.

С урожаем выносятся 50% поглощенного растениями азота. Существует, по крайней мере, 3 вида кинетики поглощения азота растениями подсолнечника: медленное поглощение вплоть до созревания, обеспечивающее хорошее функционирование листьев, но несколько лимитирующее формирование семян, в этом случае формируется урожай не более 25 ц/га. Интенсивное поглощение до начала цветения обеспечивает урожай в пределах 45 ц/га. Промежуточный вид кинетики поглощения азота - когда урожаи составляли 35 ц/га (Merrien A., 1987).

Потребность подсолнечника в фосфоре значительно отличается от уровня и характера потребности в азоте. Начальный период развития подсолнечника до образования корзинки является критическим в потреблении фосфора. Даже кратковременное исключение фосфора из питательного раствора в этот период уже приводит к существенному снижению урожая семян, снижает способность корней поглощать азот. Фосфор, внесенный через 30 дней после всходов, используется так же полно, как и внесенный при появлении всходов, однако эффективность его значительно ниже (Белевцев Д.Н., Горбаченко В.Д. и др., 1983).

При недостатке фосфора в питании подсолнечника в первый период роста и развития у растений наблюдается уменьшение количества листьев, их поверхности и длины стебля. Задержка прохождения фаз развития приводит к тому, что в корзинке закладывается меньшее число цветков. В последующие периоды роста и развития растений подсолнечник менее требователен к уровню фосфорного питания (Пустовойт В.С., 1975).

Потребность подсолнечника в калии по периодам роста и развития также меняется и зависит от уровня питания растений в предшествующий период. При выращивании растений на повышенном калийном фоне они способны накапливать калий в различных органах, поэтому кратковременное исключение этого элемента из питательной среды не вызывает заметных нарушений в росте и развитии подсолнечника (Тихонов О.И., Бочкарев Н.И., 1991).

При пониженных и умеренных уровнях калийного питания наиболее значительное снижение урожая семян происходит при исключении калия в период образования корзинки, что, очевидно, связано с усилением в этот период накопле-

ния сухого вещества в растении, интенсивным передвижением ассимилятов в генеративные органы. В этих процессах роль калия велика. Наличие большого количества доступного растениям калия в начале вегетации отрицательно сказывается на продуктивности подсолнечника, так как в этих условиях снижается поступление в растения азота и фосфора (Васильев Д.С., 1990).

Особенно много питательных веществ требуется подсолнечнику в период от бутонизации до цветения. К цветению он поглощает из почвы 60 % азота, 80 % фосфора и 90 % калия от общего потребления за вегетацию (Адаптивные технологии возделывания масличных культур, 2011).

В процессе роста и развития растения подсолнечника усваивают элементы питания как из почвенных запасов, так и из внесенных удобрений. При больших почвенных запасах значение удобрений снижается, а иногда их внесение становится неэффективным. В частности, применение азотных удобрений улучшает использование азота почвы, а применение фосфорных, как правило, ведет к снижению использования почвенных фосфатов (Пустовойт В.С., 1975; Finck A., 1979).

На величину использования питательных веществ вносимых в почву удобрений не менее существенно влияют их дозы и соотношения. С увеличением дозы внесения до некоторых пределов идет увеличение абсолютного использования удобрений, повышение урожая и изменение его химического состава, однако относительное использование удобрений при этом падает (Белевцев Д.М., Горбаченко В.Д., 1983).

А.Ф. Стулин (2012) в своей работе отмечает, что подсолнечник имеет сравнительно слабую отзывчивость на минеральные удобрения, причины которой еще полностью не выяснены. Как считал еще Д.Н. Прянишников (1965), значение удобрений в культуре подсолнечника нельзя рассматривать вне связи со структурой его урожая. По многолетним данным массовое соотношение между семенами и вегетативной массой подсолнечника в среднем было равно 1:2,1 на неудобренном фоне, при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{120}P_{120}K_{60}$  - 1:2,4 и 1:2,6 соответственно. Вследствие указанной особенности подсолнечник сравнительно слабо отзывался

на удобрения с точки зрения увеличения урожайности семян, т.к. значительную долю прироста биомассы составляли малоценные стебли. Существует мнение, что не только подсолнечник, но и все масличные культуры слабо отзываются на применение минеральных удобрений. Это связано с очень слабой активностью нитратредуктазы подсолнечника, регулирующей азотный обмен, что ограничивает первичное усвоение азота, поглощенного растениями.

### 1.3 Применение удобрений под подсолнечник

По данным Донской опытной станции масличных культур внесение  $N_{45}$  под основную обработку почвы повысило урожайность семян подсолнечника на 0,8 ц/га при урожайности на контроле (без удобрений) 26,1 ц/га. Сбор масла возрос с 11,4 ц/га на контроле до 11,9 ц/га при внесении  $N_{45}$  (Белевцев Д.М., Горбаченко В.Д., Зорин Н. А., Медведев В.И., 1983).

Опыты, проведенные на опытном поле ДГАУ в учебном хозяйстве «Донское» показали, что применение азотных удобрений под подсолнечник на фоне фосфора в 1994, 1995 и 1997 гг. было достаточно эффективно. Урожайность увеличилась по сравнению с фоном на 0,12-0,18 т/га, но только при внесении дозы 25 кг/га (Агафонов Е.В., Агафонова Л.Н., Мажуга Г.Е., 1998).

В. П. Горячев (2012 г.) в своих опытах на чернозёме южном получил средние прибавки урожайности подсолнечника от применения бентонита в дозе 10 т/га в сочетании с минеральными удобрениями в дозах  $N_{30}P_{30}$  и  $N_{60}P_{60}$  равные 32,6 и 34,1 % соответственно.

Фосфорные удобрения способствуют более мощному развитию корневой системы подсолнечника и его надземных органов. Под их влиянием репродуктивные органы закладываются с большим числом зачаточных цветков в корзинке. При достаточном фосфорном питании растения более экономно расходуют влагу. Так, по данным ВНИИМК, транспирационный коэффициент снижался с 654 до 366 единиц, в итоге увеличивается урожай и повышается масличность семян (Толстоусов В.П., 1987).

В опытах Драбовской сельскохозяйственной станции полеводства Украинского НИИ земледелия в среднем за 3 года на мощных черноземах урожай семян от внесения  $P_{45}$  повысился на 3,2 ц/га (Панников В.Д., Минеев В. Г., 1987).

К.Л. Загорча (1990) отмечает, что в опытах на мицелярно-карбонатных черноземах Молдавии из отдельных видов минеральных удобрений ведущую роль в формировании урожая подсолнечника играли фосфорные удобрения. При основном внесении  $P_{45-60}$  прибавка урожая семян подсолнечника составила 3-5 ц/га.

Положительный эффект от фосфорных удобрений в дозах 45-60 кг/га получен также и в других опытах, проведенных на Северном Кавказе, на Украине и Молдавии (Кордуняну П.В., 1982; Васильев Д.С., 1983; Дзанагов С.Х. и др., 1983; Минеев В.Г., 1983; Краевский А.Н., 1993).

В тоже время, в отдельных опытах П.В. Кордуняну (1988) по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность подсолнечника на карбонатных черноземах Молдавии на вариантах с одним фосфором прибавка урожая оказалась низкой.

В НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева установлено, что средние дозы удобрений ( $N_{40-60} P_{60-70} K_{60-80}$ ) оправданы на почвах с низким и средним содержанием подвижного фосфора (менее 10 мг на 100 г почвы по Чирикову). На почвах, содержащих 11-14 мг фосфора, достаточны пониженные дозы удобрений порядка  $N_{30-40} P_{40-50} K_{60-70}$ . При содержании в почве более 15 мг подвижного фосфора подсолнечник возделываемых сортов и гибридов не отзывается на удобрения и вносить их экономически нецелесообразно (Турусов В.И., 2006).

В опытах С.В. Чешенко (1997) на выщелоченном черноземе в Краснодарском крае, выполненных в 1986-1990 гг., максимальная урожайность подсолнечника получена при содержании в почве 20,1-24,0 мг/100 г почвы. Хотя подвижный фосфор и здесь определялся по Чирикову.

На обыкновенном карбонатном черноземе в Ростовской области в опытах Г.Е. Мажуги (1998) установлено, что оптимальный уровень подвижного фосфора в почве 24-26 мг/кг почвы. Но фосфор должен определяться в вытяжке Мачигина (1 % углекислый аммоний).

При выращивании подсолнечника на чернозёме обыкновенном Северного Кавказа, хорошо обеспеченных калием наибольший эффект достигается при внесении азотных и фосфорных удобрений с преобладанием фосфора над азотом. При урожайности на контроле 26,1 ц/га изменения урожайности от применения каждого элемента в отдельности не превышали 0,8 ц/га, а от сочетания  $N_{45}P_{60}K_{45}$  прибавка урожайности осталась такой же - 2,5 ц/га. Практически не изменился и сбор масла с 1 га (Белевцев Д.Н., 1977).

Анализ результатов 42 опытов, проведённых научными учреждениями в Украинской ССР, на Северном Кавказе и ЦЧР на чернозёмах обыкновенном, южном и выщелоченном показали, что наибольшее влияние на урожайность подсолнечника оказало применение удобрений в дозе  $N_{45}P_{60}$  (Васильев Д.С., 1990).

На чернозёмах обыкновенном и выщелоченном в Краснодарском крае наиболее высокие прибавки урожая подсолнечника - 2,8 - 4,1 ц/га также получены при внесении удобрений в дозе  $N_{45}P_{60}$ , применение на этом фоне калийных удобрений было неэффективным, а в некоторых случаях понижало продуктивность подсолнечника (Енкина О.В. с соавт., 1975; Коробской Н.Ф., 1995; Жиленко С.В., 2011).

По данным В.В. Повстяного, С.Н. Баршадской (2007) в среднем за 1999 - 2006 гг. на чернозёме обыкновенном в северной зоне Краснодарского края максимальная урожайность подсолнечника получена при внесении удобрений в дозе  $N_{40}P_{60}$  - 0,41 т/га или 16,3 %.

На чернозёме южном Саратовского Правобережья, имеющем среднюю обеспеченность азотом и фосфором применение удобрений в дозе  $N_{40}P_{30}$  под подсолнечник в 2007 - 2010 гг. повысило урожайность в среднем за четыре года на 0,34 т/га или 42,5 % (Фомичёв Г.А., 2011).

И.У. Марчук с соавторами (2011) считают, что на всех чернозёмных почвах лучшие результаты получают при внесении под подсолнечник азотно-фосфорных удобрений, но, тем не менее, рекомендуют вносить под подсолнечник на чернозёме обыкновенном  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , на чернозёме южном  $N_{60}P_{60}K_{40}$ , а на каштановой почве  $N_{60}P_{60}$ .

Подсолнечник по количеству потребляемого калия среди сельскохозяйственных культур занимает одно из первых мест. Подсолнечник на семена выращивают на черноземах и каштановых почвах, которые хорошо обеспечены обменным калием. Кроме того, корни этого растения обладают высокой способностью усваивать калий из труднорастворимых соединений почвы. Поэтому калийные удобрения не дают эффекта (Белевцев Д.М., Горбаченко В.Д. и др., 1983; Симакин А.И., 1983; Толстоусов В.П., 1987; Ягодин Б.А., 1989).

Однако есть данные, показывающие, что калийные удобрения положительно влияют на урожай семян подсолнечника на почвах с низким содержанием этого элемента (Борисоник З.Б. и др., 1981, Васильев Д.С., 1983, 1990).

По мнению С.В. Чешенко (1997) калийные удобрения эффективны при содержании обменного калия в выщелоченном черноземе до 20 мг/100 г почвы.

Имеется достаточно большое количество работ, где показан высокий эффект от применения полного удобрения под подсолнечник. В.В. Агеев, А.Н. Подколзин (2001) считают, что в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края оптимальная норма удобрений  $N_{30}P_{40}K_{20}$ , но в благоприятные по влагообеспеченности годы она может быть увеличена до  $N_{60}P_{60-70}K_{30-40}$ . Такого же мнения придерживается А.К. Есаулко (2006).

Интересные данные получены Ю.А. Хвостиковым (2007) на чернозёме обыкновенном в Ростовской области в 2004 - 2006 гг. При использовании одного элемента питания наибольший эффект дало внесение  $N_{90}$  - прибавка к контролю составила 4,3 ц/га или 22,2 %, под действием  $P_{90}$  урожайность увеличилась на 3,7 ц/га или 19 %. Различия по сравнению с вариантами, где дозы обоих элементов равны 40 кг/га достоверны. Из парных комбинаций более эффективной была азотно-калийная : под влиянием  $N_{40}K_{40}$  урожайность увеличилась на 3,4 ц/га (17,5 %), а от  $N_{90}P_{90}$  - на 6,1 ц/га (31,4 %). Максимальная прибавка урожайности 6,5 ц/га или 33,5 % получена при внесении полного удобрения в дозе  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

В опытах, результаты которых приведены в работе Н.Г. Малюги с соавторами (2011), на чернозёме обыкновенном с достаточно высокой обеспеченностью калием наибольшие результаты дало применение под подсолнечник удобрений в

дозе  $N_{40}P_{60}$ . Но по их мнению систематическое исключение калия из состава удобрения способствует снижению урожайности подсолнечника на 0,16 - 0,18 ц/га.

Минеральные удобрения оказывают существенное влияние на качество семян подсолнечника. Азотные, снижая содержание масла, значительно (до 10%) увеличивают содержание линолевой кислоты. Фосфорные удобрения оказывают противоположное воздействие, а влияние калийных удобрений менее определено. Установлено, что азотные удобрения, внесенные отдельно, увеличивают содержание всех белковых фракций и особенно глобулинов, азотно-калийные — альбуминов, калийные — глютелинов. При внесении удобрений значительно изменяется также и аминокислотный состав белков за счет изменения соотношения различных белковых фракций (<http://fermerland.com>).

Существует связь между масличностью семян и содержанием в них фосфора. Общее содержание фосфора (в виде  $P_2O_5$ ) несколько выше у высокомасличных сортов, чем у низкомасличных. Об этом в частности говорят в своей работе М.В. Степуро с В.Г. Лобановым (2009).

А.Ю. Квасов (2000) в своих опытах получил следующие данные: из вариантов с использованием минеральных удобрений, наибольшей масличностью (52,08%) отличались семянки, полученные с фона  $P_{90} K_{90}$ . Ведущее место в маслообразовательном процессе занимали фосфорные и калийные удобрения, в меньшей мере, азотные. Содержание сырого протеина в семенах подсолнечника находится в обратной зависимости от величины накопления жира. Наибольшим содержанием протеина отличались семянки, собранные с варианта  $N_{90} P_{90} K_{90}$ . Внесение этого сочетания повысило белковость до 17,46%, что на 2,78% больше, чем на контроле.

Применение мочевины дает наибольшее содержание белка в семенах подсолнечника, аммиачная селитра и кальцинированная аммиачная селитра дают примерно одинаковый результат, а сульфат аммония образует наименьшую белковость семян (<http://www.rusnauka.com>).



#### **1.4 Виды птичьего помета, его состав и свойства, действие на почву**

Рациональное использование плодородия черноземных почв при интенсификации сельскохозяйственного производства – приоритетное направление в сохранении биологического разнообразия и поддержании агроэкологической безопасности (Кутовая О.В. и др., 2013).

Повышение плодородия почв невозможно без внесения органических удобрений. Еще Д.Н. Прянишников (1965) указывал, что навоз является основным наиболее мощным средством окультуривания почв.

Органические удобрения оказывают положительное влияние на микробиологическую деятельность и физико-химические показатели почвы: влагоемкость и воздухоемкость, емкость поглощения, буферность. Широкое их использование позволяет многократно вовлекать питательные вещества в круговорот сельскохозяйственного производства. При систематическом внесении органических удобрений в почву повышается содержание гумуса, улучшается фитосанитарное состояние почвы (Минеев В.Г., 2004).

Органические удобрения поставляют в почву макро- и микроэлементы, повышают, обогащают её приземной слой атмосферы углекислым газом, увеличивают емкость и степень насыщенности основаниями, улучшают структуру почвы (Ряховский А.В. и др., 2007).

С.С. Сдобников и др. (1988) приводят данные о том, что внесение 40 т/га торфопометного компоста усиливают активность микроорганизмов во всем пахотном слое. Интенсивность разложения льняной ткани в среднем в слое почвы 0-40 см составила 16%, а продуцирование почвенной микрофлорой углекислоты - 62,8 мг/кг.

В Николаевской области в засушливых условиях южной степи Украины применение 10 - 15 т/га навоза обеспечило увеличение урожайности на 0,17 т/га (Шкрудь Р.Н., 1987).

По данным В.А. Хвостикова (2007) хорошие результаты на обыкновенном чернозёме в Ростовской области дало применение сочетания навоза и минеральных удобрений в севообороте. Прибавки урожайности подсолнечника на вариантах с применением 8,6 т/га навоза + N<sub>62</sub> P<sub>32</sub> K<sub>42</sub> и 6,2 т/га навоза + N<sub>50</sub> P<sub>40</sub> K<sub>34</sub> в среднем за севооборот и N<sub>40</sub> P<sub>40</sub> или N<sub>60</sub> непосредственно под подсолнечник были примерно такими же, как и от полного минерального удобрения в дозе N<sub>90</sub> P<sub>90</sub> K<sub>90</sub>.

Несмотря на недостаточное количество опытов в последние десятилетия по применению органических удобрений непосредственно под подсолнечник в "Адаптивных технологиях возделывания масличных культур" (2011 г.) указывается, что из органических удобрений наибольшее значение имеет навоз. Оптимальная доза 20 т/га.

Устойчивость агропроизводства достигается решением таких задач земледелия, как сохранение и повышение плодородия почвы (Долгова Т.В., Надежина Н.В., Чухнин Ю.А., 2012).

Ценным видом органических удобрений является помёт птиц.

Птичий помёт - эффективное местное, наиболее концентрированное органическое удобрение (Лозановская И.Н. и др., 1987; Васильев В.А., Филиппов Н.В., 1988). Выход птичьего помёта и его удобрительная ценность сильно колеблются в зависимости от состава, количества и качества корма (Смирнов П.М., Муравин Э.А., 1991), вида и возраста птицы (Попов П.Д. и др., 1988), способа ее содержания (Научные основы и рекомендации по эффективному применению органических удобрений, 1991, Третьяков Н.Н., 2004). Например П.М. Виноградов и Р.А. Розумна (1976) принимают за среднесуточную норму выделения помёта от одной курицы-несушки 117г, М.Н. Новиков и др. (1989) - 170-190 г.

Исследователи расходятся в оценке содержания в курином помёте элементов питания. А.А. Мاستик (1982) считает, что содержание в воздушно-сухом курином помёте питательных веществ может колебаться в довольно широких пределах: азота - 1,20-5,82; фосфора - 0,60-3,65; калия - 0,50-2,94 %. По сведениям В.И. Чуканова (1984, 1988), свежий помёт кур при естественной влажности 56-76% содержит 1,20-2,74% азота; 1,18-2,00% фосфора; 0,61-1,10% калия.

Н.А. Пунда (1989) сопоставил удобрительную ценность различных видов куриного помета. Свежий помет, по его мнению, при влажности 67% содержит общего азота - 2,09%, общего фосфора - 3,89%, общего калия - 1,60% на абсолютно сухое вещество. Подстилочный помет при влажности 68% содержит 3,09; 4,21 и 1,06% азота, фосфора и калия соответственно.

В птичьем помете содержатся и микроэлементы. По данным В.Г. Минеева (2004) в 100 г сухого вещества птичьего помета содержится 15-38 мг марганца, 12-39 мг – цинка, 1–1,2 мг – меди и 300-400 мг железа. Большинство исследователей сходятся во мнении, что из всех видов органических удобрений птичий помет является наиболее концентрированным как по содержанию макро- и микроэлементов, так и по количеству биологически ценных веществ. Значительные колебания содержания в помете питательных веществ объясняются ими различиями в рационе кормления, способах содержания птицы и хранения помета.

Ценность помета как удобрения определяется не только высокой концентрацией в нем элементов питания, но и нахождением их в легкодоступной для растений форме (Бачило Н.Г., 1990). Свежий помет содержит следы аммиачного азота. Но более 60% общего азота находится в помете в форме мочевой кислоты и других продуктов азотистого обмена. Органический и минеральный фосфор, содержащиеся в помете, соотносятся приблизительно как 1:1 (Шконде Э.Н., 1962). Окись калия, содержащаяся в помете, очень подвижна. До 60-68% окиси калия переходит в водную вытяжку, т.е. калий помета характеризуется высокой подвижностью (Бачило Н.Г., 1990). Согласно обобщенным рекомендациям по использованию птичьего помета на удобрение (1986), содержание водорастворимых форм элементов питания в свежем помете кур при естественной влажности составляет: N - 0,7; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,05; K<sub>2</sub>O - 0,3% на сырое вещество.

В помёте содержится 15-40% золы, 2,8-4,5 – жира, 14-25 – клетчатки, 46-48% безазотистых экстрактивных веществ. В помете гусей и уток, питающихся более водянистым кормом, содержится меньше питательных веществ и больше воды, чем в помете кур (Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С., 2006).

Помет, как и любое другое органическое удобрение, наиболее ценно с агрохимической точки зрения в качестве источника органического вещества, способного пополнять запасы гумуса в почве. В.И. Малофеев и др. (1989) отмечают тенденцию увеличения запасов гумуса на 0,06 % при внесении 40 т/га торфопометного компоста. Это объясняется тем, что еще при компостировании торфа и помета происходит гумификация органического вещества исходных компонентов и при внесении в почву эти вещества быстро переходят в водорастворимую часть гумуса, увеличивая тем самым общие его запасы.

Птичий помет способствует развитию и азотфиксирующих микроорганизмов, в частности азотобактера, которого на 4-8% больше, чем на контрольном варианте (Эшанов И.Э. и др., 1986).

Е.П. Сержену, В.М. Барага (1988) в своих исследованиях установили, что 1 т бесподстилочного помета повышает содержание гумуса в почве на 140 кг/га. В опытах Н.В. Панкова (1984), проведенных в Приморском крае, при использовании жидкого помета отмечалось, что увеличение содержания гумуса происходит не только в пахотном, но и в подпахотном слоях почвы. Положительное влияние жидкого помета на агрохимические свойства почвы описывал в своих работах М.А. Цуркан (1977, 1985).

Многолетние исследования ВНИТИП и целого ряда институтов, которые прямо или косвенно работали над решением данной проблемы, показали, что птичий помёт может быть использован как самостоятельное удобрение после высокотемпературной термической обработки или в качестве основного компонента при производстве органических удобрений – компостов (Куфтов А.Ф., Девисилов В.А., Котельников Ю.В. и др., 2005). Причем, с учётом местных условий и возможностей птицефабрик, компосты могут быть получены либо путём смешивания с другими органическими компонентами с последующим длительным созреванием смеси, либо вторым способом – за 7 суток, при использовании аэробной твёрдофазной ферментации в специальных устройствах (ферментёрах).

Установлено, что оптимальное весовое соотношение органических компонентов при производстве удобрений на помётной основе – помёт + древесные

опилки + торф (5:3:1). Приготовление смеси в такой пропорции после аэробной ферментации позволяет получать органическое удобрение с наибольшим содержанием основных питательных веществ: органическое вещество – 484,8 г/кг, углерод – 242,2, общий азот – 11,4 г/кг (Лысенко В.П., Семенцов А.Ю., 2002).

Сотрудниками ВНИТИП подсчитано, что от одной птицефабрики средней мощности (400 тыс. кур-несушек и 9 млн. цыплят-бройлеров) из производственных зон содержания и выращивания птицы ежедневно поступает около 100 т пометной массы (таблица 3).

Таблица 3 - Количественное поступление пометной массы от птицефабрики мощностью 400 тыс. кур-несушек (по данным В.П. Лысенко, 2002)

Группы птицы	Цикл содержания, дней	Средние значения поступления помета от 1 головы		Среднее поголовье, тыс. голов	Годовое поступление помета, тыс. т
		за сутки, г	за цикл, кг		
Куры промышленного стада	365	150,0	26,3	406,5	22,3
Куры родительского стада	365	150,0	26,3	36,8	2,0
Ремонтный молодняк промышленного стада в возрасте 1-119 дней	119	75,0	3,5	640,3	5,7
Ремонтный молодняк промышленного стада в возрасте 120-150 дней	31	150,0	1,1	476,9	2,2
Ремонтный молодняк родительского стада в возрасте 1-119 дней	119	75,0	3,5	83,0	0,8
Ремонтный молодняк родительского стада в возрасте 120-150	31	150,0	1,1	44,9	0,2
Молодняк промышленного стада для реализации в возрасте 1-119 дней	119	75,0	3,5	99,7	0,9
ИТОГО	-	-	-	-	34,1

В год при этом накапливается около 40 тыс. т ценного органического сырья. Это количество пометной массы эквивалентно ежегодному поступлению 14 тыс. т органического вещества (Лысенко В.П., 2012).

От одной головы кур яичных родительского стада получают 189 г помета в сутки, мясных родительского стада – 276-300 г, индейки – 450 г., уток – 423 и гусей – 594 г (Голубев И.Г. и др., 2011).

Л.С. Фастюков (1986) отмечает, что при клеточном содержании птицы выход помёта от взрослых кур составляет от одной головы 176-300 г в сутки.

По данным специалистов птицефабрики СПК «Победа», расположенной в Азовском районе Ростовской области, при среднегодовом поголовье кур-несушек 109000 голов выход куриного помета в год составляет 4360000 кг. Таким образом, от одной головы получают около 40 кг бесподстилочного помета, что в среднем в сутки составляет 110 г.

В зависимости от влажности куриный помёт подразделяется на плотный – влажность не более 76%, полужидкий – 77–92%, жидкий – 93–97% и стоки – более 97% (Бацула А.А., 1988; Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С., 2006). Этот показатель в основном зависит от способа содержания птицы и температуры окружающей среды.

Однако, поступающий из птичников в хранилища помёт имеет повышенную (80-96%) влажность, и использовать его в качестве органического компонента при производстве компостов становится экономически невыгодно и технологически невозможно. Кроме того, помёт содержит много семян сорняков. Он может стать рассадником патогенной микрофлоры и гельминтов. Разбрасывание такого помёта по полю в свежем необработанном виде приводит к загрязнению культурного горизонта почвы. Он может стать источником загрязнения воздуха. Скопление помёта на крупных птицефабриках приводит к распространению стойкого неприятного запаха на несколько километров (Сдобников С.С., Фетисов Г.В., Гришанов Н.П., 1988).

В исследованиях, проведенных кафедрой агрохимии ДонГАУ в период с 1995 по 2013 годы, установлено, что содержание основных элементов питания для

растений в помете значительно варьирует в зависимости от вида птицы (куриный, индюшинный, утиный), вида помета (нативный и подстилочный), а также степени разложения птичьего помета (Агафонов Е.В., Каменев Р.А., 2013).

В перепревшем бесподстилочном помете, произведенном на птицефабрике «Ильичевская» в Октябрьском районе Ростовской области, содержалось в среднем за 1995-1997 гг. в пересчете на абсолютно сухое вещество 3,45% N, 3,51% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,6% K<sub>2</sub>O, в свежем бесподстилочном курином помете – 4,78% N, 4,11% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,80% K<sub>2</sub>O (Агафонов Е.В., Ефремов В.А., Агафонова Л.Н., 2002).

Перепревший куриный помет на подстилке из подсолнечной лузги птицефабрики СПК «Победа» в Азовском районе Ростовской области, который применяли в 2002-2005 гг. под сахарную свеклу, имел следующий состав на абсолютно сухое вещество: 2,61% общего азота, 4,38% общего фосфора, 2,11% общего калия, 46,96% золы, органического вещества - 26,52% (Агафонов Е.В., Понятовский Ф.А., 2006).

В курином перепревшем помете на подстилке из подсолнечной лузги птицефабрики «Приазовская» в Кагальницком районе Ростовской области в среднем за 2010-2012 гг. в сухом веществе содержалось 2,80% N, 2,62% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 3,83% K<sub>2</sub>O, 41,6 % органического вещества и 16,75% золы, в перепревшем утином помете на подстилке из соломы птицефабрики «Юбилейная» соответственно 0,81% N, 2,18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 3,01% K<sub>2</sub>O, 31,0 % органического вещества и 37,6% золы (Агафонов Е.В., Каменев Р.А., 2013).

В курином перепревшем помете на подстилке из соломы птицефабрики ООО «ОПТИФУД-ЦЕНТР», расположенной в Каменском районе Ростовской области в среднем за 2011-2013 гг. было на сухое вещество 4,13% N, 3,25% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 3,85% K<sub>2</sub>O, 42,3 % органического вещества и 15,5% золы (Агафонов Е.В., Каменев Р.А., 2013).

Состав куриного перепревшего помета на подстилке из подсолнечной лузги, полученным на птицефабрике СПК «Победа», Азовского района в 2011-2013 гг. входило в содержании на сухое вещество 1,88% N, 4,52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2,67% K<sub>2</sub>O, 32,18% органического вещества и 19,1% золы.

Куриный перепревший помет на подстилке из подсолнечной лузги птицефабрики «Красносулинская» Красносулинского района Ростовской области в среднем за 2010-2012 гг. содержал на сухое вещество 2,70% N, 3,45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2,70% K<sub>2</sub>O, 40,65% органического вещества и 18,7% золы (Агафонов Е.В., Каменев Р.А., 2013).

### **1.5 Птичий помёт как удобрение, опыт применения под различные сельскохозяйственные культуры**

Птичий помет рекомендуется использовать в качестве основного удобрения под различные сельскохозяйственные культуры и в первую очередь под пропашные.

В заключении ВНИИА указано, что в органических удобрениях, полученных на помётной основе, высокое содержание органического вещества и благоприятная реакция среды. Они обладают высокой удобрительной ценностью, отличаются близким к оптимальному отношением углерода к азоту и могут быть рекомендованы для внесения под сельскохозяйственные культуры, включая садово-огородные, с учётом их биологических особенностей, а также агрохимических свойств почвы (Лысенко В.П., Семенцов А.Ю., 2002).

Один из важнейших аспектов утилизации птичьего помета в агроэкосистеме – правильное определение дозы которая дает максимальную агрономическую и экономическую эффективность (Дабахова Е.В., Титова В.И., Гогмачадзе Г.Д., 2005).

В Ростовской области с 1995 года проводятся исследования по изучению влияния различных видов птичьего помета на урожайность сельскохозяйственных культур. Установлено, что внесение перепревшего помета, полученного при клеточном содержании кур, под кукурузу на черноземе обыкновенном обеспечило увеличение сбора зерна в звене севооборота кукуруза – яровой ячмень – просо на 0,79 т/га или 22,0% (Агафонов Е.В., Агафонова Л.Н., Ефремов В.А., 1999).



В.Е. Кизяков (1985) установил, что урожай зерна кукурузы возрастал с увеличением доз птичьего помета от 2,5 до 10 т/га. Автор отмечает, что при допосевном внесении помета прибавки урожая зерна кукурузы составляют 3,0-6,2 ц/га при урожайности на контроле 30,3 ц/га. В последствии на ячмене прибавки урожая зерна были в пределах 1,5-4,7 ц/га.

М.В. Базилинская (1998) предлагает вносить 10-15 т/га свежего куриного помета под кукурузу с осени или весной. Урожайность зерна кукурузы на этих вариантах составляет 47,0-48,5 ц/га при 42,2 ц/га на контроле. Последствие проявилось на горохе и озимой пшенице. Прирост урожайности зерна гороха составил 2,4-4,5 ц/га, а озимой пшеницы - 5,4-6,8 ц/га.

В.А. Васильев и Н.В. Филиппов (1988) рекомендуют сырой куриный помет применять из расчета 5-6 т/га под зерновые и по 8-10 т/га под пропашные культуры.

По данным А.С. Королевой и М.Д. Рогова (1995), максимальный суммарный урожай зеленой массы клевера, клеверотимофеевичной смеси и покровной культуры получен при внесении 40 т/га помета - 300-309 ц/га. На втором месте - вариант с применением 20 т/га помета совместно с  $N_{100}P_{200}K_{260}$ . Урожай на контроле составил всего 188 ц/га.

Применение куриного помёта на опытном поле учхоза «Уралец» УрГСХА обеспечило урожайность клубней картофеля равную 361 ц/га, что на 78,0 ц/га больше, урожайности контрольного варианта (Мингалев С.К., Лаптев В.Р., Абрамчук А.В. и др., 2000).

Внесение компостов на основе помёта в дозе 15-20 т/га под зерновые и 40-50 т/га под картофель и овощи обеспечивает получение урожаев, превышающих в 1,3-1,5 раза урожаи сельскохозяйственных культур при эквивалентном внесении минеральных удобрений. Расчёты показывают, что от каждой тонны торфопомётных компостов при дозе внесения 50 т/га под картофель может быть получен чистый денежный доход в размере 4-5 тыс. руб. в первый год применения и до 14-15 тыс. руб. с учётом последствия (Дурдыбаев С.Д., Данилкина В.С., Рязанцев В.П., 1989).

По результатам опыта проведенного Е.В. Агафоновым и Ф.А. Понятовским (2006) внесение куриного помета на подстилке из подсолнечной лузги под сахарную свеклу в дозе 7,5 т/га способствовало увеличению сбора сахара с 1 га на 0,76 тонны или 19,2%. Его действия было эквивалентно влиянию минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Э.А. Скориков, Н.П. Черняхова (1990) изучали эффективность куриного помета в дозах 6; 8 и 12 т/га под яровую пшеницу на южном черноземе Южного Урала. Применение куриного помета позволило получить прибавки зерна от 1,6 до 2,0 ц/га при повышении процента сырой клейковины и сырого протеина.

В США В.W. Hall, С.W. Wood и др. (1994) определили оптимальные дозы птичьего помета с точки зрения возможного вымывания питательных веществ и загрязнения грунтовых вод. Под кукурузу они предлагают использовать 8-12 т/га свежего помета. О положительном влиянии свежего куриного помета на урожай кукурузы и овса свидетельствуют румынские исследователи G. Blaga, M. Dimitru et al. (1993).

По степени воздействия органических удобрений на качество урожая М.А. Цуркан (1995) птичий помет поставил на первое место. Им установлено, что чем выше доступность азота удобрения, тем выше содержание сырого белка в урожае и ниже сахара или жира.

Птичий помет в меньшей степени, чем минеральные удобрения, способствует накоплению нитратного азота в растительной продукции. Тем не менее, увеличение доз помета до 180-270 кг/га по азоту повышает содержание нитратного азота в корнеплодах до 0,27-0,34% на воздушно-сухое вещество (Скороходова Н.В., Ефремов В.Ф., 1983).

И.И. Гридасов (1992) в опыте на оподзоленном черноземе в Харьковской области установил, что под озимую пшеницу лучшими нормами внесения сухого куриного помета являются 1-2 т/га под вспашку. Эти нормы обеспечивают прибавку урожая 4,4-7,7 ц/га при урожае на контроле 28,3 ц/га. Для кукурузы на силос и сахарной свеклы оптимальными нормами являются 5 и 10 т/га сухого кури-

ного помёта. Такие нормы обеспечивают получение прибавок урожая кукурузы на силос 72,0-113,7 ц/га, сахарной свеклы 67,5-123,3 ц/га.

Весьма интенсивно этот вид удобрения используется за рубежом: в странах Восточной и Западной Европы, США и Японии (Малофеев В.И., 1989). В США вносят сухой помёт поздней осенью или ранней весной под травы в дозе 2,5 т/га. При этом получают прибавки урожая до 23% (Базилинская М.В., 1998).

Сухой помёт увеличивает процент белка в зерне ячменя и пшеницы, сахара в корнеплодах (Скороходова Н.В., Ефремов В.Ф., 1983).

При выращивании кукурузы на зерно на светло-серой лесной легкосуглинистой почве применение перепревшего птичьего помёта в дозе 25 т/га увеличило массу початков на 23,8 ц/га, при урожайности на контрольном варианте 67,3 ц/га (Дабахова Е.В., Титова В.И., Гогмачадзе Г.Д., 2005).

В исследованиях, проведенных в Пензенской ГСХА на черноземе выщелоченном, установлено, что прибавка урожайности озимой пшеницы от прямого действия куриного помёта в дозе 20 т/га составила 0,83 т/га, при урожайности на контроле 2,77 т/га (Герасимов В.Н., Чекаев Н.П., 2008).

Работы Л.С. Фастюкова (1986) по изучению доз сухого помёта под отдельные культуры на суглинистых почвах Московской области показали их высокую эффективность. Наибольшая урожайность озимой пшеницы от 39,2 до 58,1 ц/га была получена при внесении на гектар по 10-20 тонн сухого птичьего помёта.

Наибольшая урожайность ячменя (36,3-36,9 ц/га) получена при внесении 10-15 т сухого помёта на гектар. Максимальная урожайность картофеля в среднем 241-255 ц/га, получена при внесении 10-20 т сухого помёта на гектар. Сухой помёт оказывал влияние не только на первую культуру, но и в последствие на вторую культуру. Причём урожайность в последствии была тем выше, чем больше была доза сухого помёта.

С увеличением дозы и числа лет внесения сухого птичьего помёта наблюдалась тенденция к увеличению содержания гумуса, фосфора и калия не только в слое 0-20 см, но и в слое 20-30 см, т.к. вспашка проводилась на глубину 22-24 см.

В Украине с 1993 года осуществляется украинско-американский проект переработки птичьего помёта в экологически чистое удобрение путём органо-минерального синтеза. Этот метод позволяет получать гранулированные удобрения с любым набором макро- и микроэлементов и использовать их под любые сельскохозяйственные культуры, на любых почвах. В производственных опытах по внесению таких удобрений под посевы кукурузы и свёклы в фирме «Енагро» урожайность кормовой свёклы повысилась с 290 до 370 ц/га, сахарной свёклы – со 165 до 210, кукурузы на силос – со 125 до 200 ц/га (Андреева Н., 1996).

Кафедрой агрохимии Донского государственного аграрного университета в 1995-2013 гг. выполнены обширные исследования по изучению эффективности применения птичьего помёта под полевые и овощные культуры. Установлено его влияние на показатели плодородия почвы, урожайность отдельных культур и в звеньях севооборота, коэффициенты использования питательных веществ из помёта, определены оптимальные дозы этого ценного органического удобрения. В условиях Октябрьского района Ростовской области применение куриного помёта способствовало существенному улучшению азотного режима почвы в звене севооборота кукуруза-ячмень-просо. Каждые 10 кг фосфора, содержащиеся в курином помёте, способствовали повышению содержания фосфора в почве на 0,24 мг/кг. Наиболее высокая урожайность зерна кукурузы получена при внесении 10 т/га перепревшего, 15 т/га свежего помёта. На второй год после внесения – прибавки урожайности ячменя были в пределах 0,76 - 0,52 т/га, а на третий год урожайность проса повысилась на 0,43 - 0,45 т/га (Агафонов Е.В., Ефремов В.А., Агафонова Л.Н., 1999, 2001, 2002).

В среднем за 4 года прибавка урожайности сахарной свёклы при проведении исследований в условиях Азовского района Ростовской области от 5,0 т/га подстилочного помёта составила 3,2 т/га или 10,1%, а при повышении дозы до 7,5 т/га увеличивалась до 15,5%. Применение помёта способствовало увеличению сахаристости корнеплодов. Она повышалась с ростом дозы помёта до 7,5 т/га. В среднем за четыре года применения помёта в дозе 5,0 т/га увеличило сбор сахара на 12,7; 7,5 т/га – на 19,2% (Агафонов Е.В. и др., 2006).

В полевых опытах, проведенных в 2010-2012 гг. в агрофирме «Новобатайская» Кагальницкого района Ростовской области, установлено, что внесение оптимальной дозы помета 15,0 т/га осенью под вспашку обеспечило повышение урожайности корнеплодов сахарной свеклы в среднем на 20%, а сбора сахара с 1 га – на 26%. Эффект от помета был выше, чем от минеральных удобрений. Применение куриного помета позволило сэкономить, как минимум, 270 кг/га NPK минеральных удобрений (Агафонов Е.В., Каменев Р.А., 2013).

В 2008-2009 гг. проведены опыты по применению перепревшего индюшиного помета на подстилке из подсолнечной лузги производства компании ООО «ЕВРОДОН» под зерновую кукурузу в условиях Октябрьского района Ростовской области. Установлено, что оптимальная доза помета при внесении под предпосевную культивацию - 10,0 т/га. Её применение позволило увеличить урожайность кукурузы на 0,63 т/га или 23,4% (Агафонов Е.В., Каменев Р.А., 2010).

При выращивании ярового ячменя на черноземе обыкновенном в условиях Октябрьского района Ростовской области в 2008 и 2009 гг. применение перепревшего подстилочного индюшиного помета весной под предпосевную культивацию в дозе 15,0 т/га обеспечило увеличение урожайности на 1,17 т/га или на 54,4% при продуктивности на контрольном варианте 2,15 т/га (Каменев Р.А., 2010).

При выращивании сладкого перца и баклажана на капельном орошении в Октябрьском районе Ростовской области оптимальным является внесение перепревшего подстилочного индюшиного помета в дозе 30,0 т/га весной под предпосадочную культивацию. Прибавка урожайности сладкого перца составляла 11,2 т/га или 17,2% при продуктивности на контрольном варианте 65,3 т/га, баклажана 13,4 т/га или 23,6% при урожайности на контроле 56,7 т/га (Агафонов Е.В., Каменев Р.А., Турчин В.В., 2011).

В 2009 г. в Октябрьском районе Ростовской области были проведены полевые опыты по применению индюшиного помёта при выращивании баклажана при капельном орошении. В результате была выявлена оптимальная доза перепревшего помёта в таких условиях - 30 т/га (Агафонов Е.В. и др., 2010).

Изучение действия индюшиного помета на черноземе обыкновенном в звене севооборота яровой ячмень – подсолнечник – яровой ячмень в опытах, выполненных на опытном поле ДонГАУ в 2008-2011 гг., показало, что внесение помета под первую культуру весной в дозах 5,0-20,0 т/га существенно повышало продуктивность этого звена. Оптимальная доза помета 15,0 т/га. Её применение увеличивало суммарный сбор зерновых единиц на 3,57 т/га или на 49%. Эффект от помета превысил влияние минеральных удобрений в дозе  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , который составил 0,79 т/га или 16% (Агафонов Е.В., Каменев Р.А., Скуратов Н.С., 2012; Каменев Р.А., 2012).

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что птичий, в том числе индюшиный помет является ценным органическим удобрением. Но данных о применении индюшиного помета под подсолнечник на черноземе обыкновенном нами в литературе не найдено.

## **1.6 Особенности обработки почвы и заделки удобрений под подсолнечник**

Весьма существенным фактором подъема сельского хозяйства и в прошлом, и в настоящее время является совершенствование системы основной обработки почвы с учетом природно-климатических условий, ибо на неё приходится около 40% энергетических и 25% трудовых затрат (Цветков М.Л. и др., 2012).

Обработка почвы, изменяя биологическую активность, физико-химические свойства, водно-воздушный режим - являются важным фактором, регулирующим не только эффективное, но и потенциальное плодородие почвы (Енкина О.В., Коробской Н.Ф., 1999).

Проблема обработки почвы – одна из самых актуальных в земледелии и самых дискуссионных на протяжении более полувека. В России в связи с отсутствием внятной аграрной научно-технической политики научные рекомендации часто подменяются рыночными рекламами машин, пестицидов и т.п. Под лозунгами энергосбережения и ресурсосбережения проходят компании удешевления обра-

ботки почвы. Шаблоны обрачиваются разочарованиями, приводящим к крайностям: маятник мнений, высказанных с той или иной категоричностью раскачивается от нулевой обработки до вспашки. Довольно широкое распространение получила основная обработка полей дисковыми орудиями. Такая примитивная минимизация приводит к усилению эрозионных процессов, повышению засоренности посевов (Кирюшин В.И., 2013).

Подсолнечник обладает высоким потенциалом продуктивности, реализация которого возможна только при соблюдении научно обоснованной технологии возделывания. Основополагающим звеном технологии возделывания подсолнечника является основная обработка почвы, направленная на создание оптимальных для роста и развития культуры условий - водного, воздушного и пищевого режимов почвы, а также уничтожения сорной растительности, вредителей и болезней (Донцов В.Г. и др., 2013).

Подсолнечник, благодаря быстрому росту корневой системы, проникающей на глубину 200-300 см, в большей мере независим от запасов влаги и состояния обработанного слоя почвы, чем другие культурные растения. Формируя мощную корневую систему, он рационально использует как легкодоступные питательные вещества из верхнего слоя почвы, так и запасы влаги из более глубоких ее слоев. Обработка почвы должна обеспечить чистоту посевов от сорняков и равномерную густоту стояния растений (Бушнев А.С., 2009).

Пропашные культуры в большей степени, чем зерновые, снижают содержание гумуса в почве. Под воздействием многократной обработки почвы усиливается аэрация, создаются условия для быстрого разрушения гумуса, ежегодная минерализация которого может достигать 3,0 % от его наличия (Дрогалин П.В. и др., 1983).

Е.В. Кузиной (2009) установлено, что на окультуренных почвах замена ежегодной вспашки поверхностными обработками не вызвала переуплотнения почвы. Наиболее оптимальное сложение пахотного слоя отмечено при поверхностной обработке на 8-10 см: в этом варианте объемная масса почвы составила  $1,27 \text{ г/см}^3$ , в варианте со вспашкой -  $1,30 \text{ г/см}^3$ . В вариантах с поверхностной обработкой

глыбистость в слое 0-30 см составила 15,9-20,5 %. Применение вспашки сопровождалось увеличением глыбистости до 21,4-21,6%. Поверхностная обработка способствует более благоприятной влагообеспеченности в первый период роста растений, что особенно важно в засушливых условиях. Проведение вспашки на 22-25 см требовало дополнительных затрат тяговых усилий. Себестоимость продукции при этом увеличилась, а уровень рентабельности снизился.

В опытах, проводившихся в 2006 - 2008 гг. в Ставропольском крае на каштановой карбонатной малогумусной среднесуглинистой почве, изучалось влияние различных видов обработки почвы под подсолнечник на содержание влаги в почве и урожайность подсолнечника. В 2006 и 2007 гг. запас продуктивной влаги в почве как перед посевом, так и в течение всей вегетации был выше при основной обработке в виде лущения стерни на 10-12 см, чем при вспашке на глубину 22-25 см. В 2008 г., наоборот, - по вспашке. Урожайность подсолнечника по вспашке и лущению в 2006 г. практически не различалась - 34,2 и 35,1 ц/га, в 2007 г. - значительно меньше по вспашке чем по лущению - 23,6 и 30,6 ц/га, а в 2008 г. - больше, 36,0 и 28,5 ц/га. В среднем за три года она была одинаковой - 31,2 и 31,4 ц/га (Шеховцов В.С., Калугин Д.В., 2012).

По мнению А.С. Бушнева, (2009) при отсутствии корнеотпрысковых сорняков и использовании новых высокоэффективных гербицидов обычную вспашку под подсолнечник вполне возможно заменить более мелкой отвальной обработкой корпусным лущильником на глубину 12-14 см. При этом снижение урожайности составит 0,4 ц/га, или 1,5 %, а расход горюче-смазочных материалов уменьшится на 35-40 %.

А.Я. Логвинов (2011) считает, что применяя в севообороте лишь поверхностные обработки можно получать урожай этой культуры не менее высокий, чем по отвальной вспашке в течение двух лет. Применение поверхностной основной обработки почвы позволит повысить рентабельность производства. Использование поверхностных обработок более двух лет подряд в севообороте приводит к резкому снижению урожайности подсолнечника.



Многолетние наблюдения Д.В. Горшенина, В.Б. Нарушева (2012) показали, что минимализация основной обработки в севообороте оказывает отрицательное действие на агрофизические свойства (плотность, структура и влажность) почвы. При замене вспашки дисковым лущением уже в первой ротации в первый год и в середине и в конце вегетации подсолнечника отмечалось переуплотнение почвы: на глубине 10-20 см - до 1,34-1,42, в слое 20-30 см - до 1,37-1,39 г/см<sup>3</sup>, хотя влажность почвы в этот период колебалась в пределах 19-21%. Во второй и третьей ротациях севооборота в вариантах без вспашки плотность почвы весной в пахотном слое достигала 1,26-1,28 г/см<sup>3</sup> и перед уборкой - 1,29-1,39 г/см<sup>3</sup>, в то время как в вариантах со вспашкой весной - 1,22 и перед уборкой - 1,24-1,25 г/см<sup>3</sup>.

Глубина и вид основной обработки оказывают воздействие на протекание различных процессов связанных с гумусом. Так А.Х. Куликова, Н.Г. Захаров (2010) отмечают, что по плоскорезной системе обработки наблюдается снижение содержания гумуса в верхнем слое почвы (0-10см) по сравнению со вспашкой, не смотря на то, что все растительные остатки практически заделываются в этот слой. По-видимому, повышение общей биогенности этого слоя сопровождается усиленной их минерализацией, что подтверждается повышенным содержанием в этом слое основных элементов питания (N-NO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), связанных с органическим веществом.

Различные приёмы обработки почвы по-разному влияют на гумусированность почвы. В многолетних исследованиях А.Я. Ачканова и др. (2008), выполненных на деградированном староорошаемом чернозёме, установлено, что в первой и второй ротациях севооборота при вспашке наблюдалось снижение содержания органического вещества, при безотвальной обработке - некоторое увеличение в пахотном слое, а при поверхностной баланс был близок к нулю.

Вспашка отвальным плугом приводит к более высокой температуре почвы, способствует окислению органического вещества и распределению его по всему пахотному слою. При бесплужной обработке через несколько лет обычно происходит накопление органического вещества в верхнем слое толщиной несколько сантиметров (Макаров И.Л., Картамышев Н.И., 1998).

З.М. Азизов и Л.Б. Сайфуллина (2012) в своем многолетнем опыте "Изменение содержания валового азота и фосфора в черноземе южном под воздействием различных приемов основной обработки почвы и удобрений" выяснили, что в условиях Поволжья на черноземе южном внесение 20-30 т/га навоза и  $P_{90}K_{40}$  в вариантах вспашки и плоскорезной обработки существенно повышало содержание фосфора в почве.

Интересные данные приводят А.П. Карабутов и Г.И. Уваров (2011), в условиях Центрального Черноземья при длительном применении минеральных и органических удобрений минимальная обработка способствовала увеличению содержания подвижного фосфора в почве на 13 % по сравнению со вспашкой, но содержание гумуса было выше по вспашке на 0,11 % по сравнению с минимальной обработкой.

В то же время в длительных опытах, выполненных на черноземе типичном в Белгородском НИИСХ, установлено, что после второй и третьей ротации севооборотов с применением минеральных и органических удобрений наблюдалось увеличение содержания гумуса при безотвальной и минимальной обработках почвы на 0,18 - 0,19, а при вспашке на 0,1 % (Соловиченко В.Д., Самыкин В.Н., 2006).

По результатам исследований И.Н. Ильинской и др. (2013) на удобренном фоне большему накоплению подвижного фосфора в почве способствовала отвальная обработка почвы, при которой отмечено максимальное его содержание как в пахотном, так и в подпахотном слоях, чем при применении чизельной (чизельным плугом на глубину 27-30 см) и минимальной обработки (дисковыми боронами на глубину 16-18 см.), но динамика содержания подвижного фосфора в почве больше зависит от уровня питания, чем от способов основной обработки, которые вызывают изменения в пределах наименьшей существенной разности.

По данным Е.Г. Пивоваровой (2005) на черноземе выщелоченном максимальное содержание нитратного и аммонийного азота в почве отмечалось на варианте с безотвальной обработкой почвы, а более низкий уровень - по вспашке, что обусловлено миграцией нитратов за пределы пахотного слоя. Запахивание стерни ранней осенью способствует активизации микробиологических процессов

и иммобилизации подвижных форм питательных веществ в почве. В дальнейшем данный резерв элементов питания становится доступным растениям, но в осенний период и ранней весной уровень подвижных фосфатов и калия может существенно снижаться. При плоскорезной обработке микробиологическая активность ниже, в почву запахивается не более 20 % стерни, а водно-воздушные условия менее благоприятны для развития микробной массы, поэтому содержание подвижных форм фосфора и калия сохраняется на высоком уровне.

А.С. Бушнев, Н.М. Тишков (2014) приводят следующие данные : к концу четвертой ротации азота севооборота в слое почвы 0-20 см чернозёма выщелоченного содержание нитратного азота было выше при поверхностной основной обработке почвы (лущение стерни на 8-10 см), чем по отвальной вспашке на 20-22 см - 10,0 и 6,4 мг/кг почвы. Преимущество поверхностной обработки отмечено и по подвижному фосфору - 37,5 и 34,0 мг/кг почвы. Обратная зависимость в содержании N-NH<sub>4</sub> - 10,2 и 13,4 мг/кг.

В период с 1979 по 1985 гг. в среднем за пять лет по отвальной вспашке на глубину 22 - 24 см и минимальной обработке почвы осенью дисковой бороной БДТ - 3 на 12 - 14 см урожайность подсолнечника была практически одинаковой (без применения удобрений) : - 1,97 и 1,98, а при использовании N<sub>40</sub>P<sub>60</sub> - 2,23 и 2,27 т/га. Практически не отличался и сбор масла - без удобрений 1,05 и 1,02, с удобрением - 1,22 и 1,26 т/га (Полоус В.С., Шурупов В.Г., 2011).

На Северном Кавказе, по мнению В.Н. Ефимова с соавторами (2003), где наиболее распространенными почвами являются черноземы, органические удобрения необходимо заделывать осенью под вспашку в первую очередь под подсолнечник, сахарную свеклу, кукурузу и озимую пшеницу.

По данным В.В. Агеева и А.И. Подколзина (2006) на выщелоченном черноземе Ставропольской возвышенности в восьмипольном севообороте более эффективным оказывается размещение навоза в слое почвы 0-22 см, независимо от выбора орудия и способа обработки почвы. Размещение навоза в 0-12 см резко снижает эффективность его последствия. С глубиной заделки связаны разложение навоза и степень использования его питательных веществ первой удобряемой

культурой. При поверхностном размещении удобрения во влажной почве его разложение протекает интенсивно. Глубокая заделка, особенно на почвах тяжелого гранулометрического состава, затрудняет этот процесс вследствие слабой аэрации.

По заключению В.Ф. Ефремова (1980), лучший срок внесения птичьего помёта - весна. По мнению автора при использовании помёта в осенне-зимний период его эффективность за счёт потерь азота снижается до 48-59 % от эффективности весеннего внесения. Этому же мнению придерживается и эстонский автор А.А. Маастик (1982). Об эффективности весеннего внесения птичьего помёта свидетельствуют и Л.Н. Орлов, Н.А. Пунда (1983); В.Е. Кизяков (1985); Э.А. Скориков, Н.П. Черняхова (1990).

Е.П. Ореховская, М.И. Зырина (1976); С.С. Сдобников и др. (1988) указывают на целесообразность осеннего внесения птичьего помёта под основную обработку почвы.

Опыт применения различных видов помёта в Ростовской области свидетельствует о высокой эффективности как весеннего (Агафонов Е.В., Понятовский Ф.А., 2006; Агафонов Е.В., Каменев Р.А., 2010; Агафонов Е.В., Бельгин А.А., Каменев Р.А., 2011; Агафонов Е.В., Ефремов В.А., Агафонова Л.Н., 2002), так и осеннего (Агафонов Е.В., Каменев Р.А., 2013; Каменев Р.А., Собочкина О.О., Токарев А.С., 2013) внесения.

В "Зональных системах земледелия Ростовской области на 2013 - 2020 годы" (2013) 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. Таких сведений в литературе нет.

## 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1 Почва опытных участков

Почва опытного поля Донского ГАУ - чернозём обыкновенный - мицелярно-карбонатный (североприазовский). Данный тип почв подробно описан в работах Е.В. Агафонова, Е.В. Полуэктова, (1999); О.С. Безуглова, (2008). Он сформирован на лессовидных и желто-бурых глинах, в связи с чем имеет глинистый механический состав. Мощность гумусного горизонта А+В колеблется от 70 до 90 см. Для этого типа почв характерно равномерное и постепенное падение содержания гумуса вниз по профилю при его количестве в пахотном слое 3,5-3,6 % (таблица 4).

Таблица 4 - Агрохимические показатели чернозема обыкновенного (североприазовского)

Слой почвы, см	рН	Сумма поглощ. оснований, мг-эк/ 100 г	СО <sub>2</sub> карбонатов, %	Гумус, %	Валовые формы, %			Легко гидролизуемый азот, мг/100г	Нитрификационная способность, мг/100 г
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
0-20	7,1-7,3	39-42	0,4-0,7	3,5-3,6	0,18-0,19	0,15-0,16	2,3-2,4	9-11	42-46
20-40	7,3-7,4	36-38	0,8-1,3	2,8-3,0	0,14-0,16	0,15-0,16	2,2-2,3	7-8	16-17

Сложение в верхней части профиля рыхлое или рыхловатое, в нижней части – слабоуплотнённое в разновидностях, сформировавшихся на лессовидных глинах, и плотное – на желто-бурых глинах.

Обменный кальций в верхнем полуметровом слое составляет свыше 80% от суммы Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>.

Благоприятные водно-физические свойства чернозёма обыкновенного способствуют хорошему сохранению осадков, увеличению активности микроорганизмов и улучшению питательного режима почвы (Малюга Н. Г., 2011).

Почва опытных участков имела в пахотном слое повышенную и высокую обеспеченность обменным калием, низкую - подвижным фосфором. При хорошем увлажнении и холодной весне, когда нитрификационные процессы подавлены, в первом минимуме для растений находится азот.

Физические свойства в верхней части профиля почвы опытного участка характеризуются высокой порозностью (до 53-58%), и водопроницаемостью (1,6-2,5 мм/мин), низкой плотностью сложения в слое 0-40 см - 1,16-1,23 г/см<sup>3</sup>, в слое 60-100 см она увеличивается до 1,30-1,41 г/см<sup>3</sup>.

Основной показатель 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 (Агафонов Е.В., 1992). В целом почва опытного участка по гранулометрическому составу, физико-химическим свойствам благоприятна для выращивания подсолнечника.

## **2.2 Климатические условия в зоне проведения исследований**

Для научно-хозяйственных целей и с учетом почвенно-климатических и экономических условий, как правило, используется деление территории Ростовской области на шесть основных природно-сельскохозяйственных зон и восемь подзон. Октябрьский район, где проводились исследования, расположен в Приазовской зоне Ростовской области (Зональные системы земледелия Ростовской области. Часть 1, 2012). По данным, приведенным на федеральном портале [protown.ru](http://protown.ru) и [invest-don.ru](http://invest-don.ru), климат территории умеренно-континентальный. Зима обычно пасмурная, ветреная и сырая. Неблагоприятные климатические явления, отмечаемые здесь: град, гололед, заморозки (поздние

весенние и ранние осенние), засухи, пыльные бури, суховеи - летом, сильные ветры - зимой.

Тенденцией изменения климата в последние годы являлось его потепление (Василенко В.Н. и др., 2013). В результате этого зимы стали теплее и короче. Устойчивый снежный покров стал образовываться не раньше конца января - начала февраля и держится не более 1-1,5 месяца. Нарастание тепла весной идет очень быстро. Лето удлинилось до октября и стало более жарким. Осень стала теплее и продолжительнее. (Хрусталёв Ю.П., 2002; Агафонов Е.В., Хованский М.В., Цыганков А.В., 2013).

Важная характеристика климата - увлажнение, оно в Приазовской зоне области недостаточно. Коэффициент увлажнения в Октябрьском районе меньше единицы. Атмосферные осадки являются основным источником увлажнения почвы, летом они выпадают в виде редких грозовых ливней. По данным Персиановской метеостанции среднемноголетнее количество осадков составляет 468,5 мм (таблица 5).

Таблица 5 - Среднемноголетняя сумма осадков, температура и относительная влажность воздуха (Персиановская метеостанция)

Месяцы	Температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %
Сентябрь	16,3	34,2	64
Октябрь	8,9	36,2	74
Ноябрь	2,5	36,7	83
Декабрь	-2,9	42,5	88
Январь	-5,1	34,2	87
Февраль	-5,2	30,9	86
Март	0,3	29,7	82
Апрель	9,7	32,4	67
Май	16,9	39,3	62
Июнь	20,9	60,6	63
Июль	23,5	52,3	60
Август	22,3	39,5	59
Среднее	9,0	-	74
Сумма	-	468,5	-

Среднегодовая температура  $+9,0^{\circ}\text{C}$ , сумма активных температур 3200-3400  $^{\circ}\text{C}$ , ГТК - 0,7-0,8. Безморозный период - 175-200 дней. Лето устанавливается во второй половине мая, оно жаркое и сухое. Среднемесячная температура самого теплого месяца – июля достигает  $+23,5^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный максимум температуры воздуха равен  $+42^{\circ}\text{C}$ . Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход. Наименьшие ее значения отмечаются в июле – порядка 50-60%, в отдельные дни могут быть 25-30% и ниже.

В период максимального потребления элементов питания и влаги из почвы растениями подсолнечника (май-август месяцы) среднегодовая температура воздуха составляет  $20,9^{\circ}\text{C}$ , количество осадков – 191,7 мм при относительной влажности воздуха 61%.

### **2.3 Погодные условия в годы исследований**

В 2011 с.-х. году среднегодовая температура воздуха превысила многолетние значения на  $1,3^{\circ}\text{C}$ . Отмечены небольшой дефицит осадков в целом за год в 27,5 мм и более низкая относительная влажность воздуха (таблица 6).

Погода во второй половине сельскохозяйственного года носила переменчивый характер с очевидным превышением норм увлажнения в весенний период до явной нехватки влаги в летний.

Наибольшее влияние на развитие растений и формирование урожая имеют погодные условия периода вегетации. В мае-августе 2011 г. отмечено превышение среднемноголетних температур на  $1,5^{\circ}\text{C}$ , недобор осадков составил лишь 19,6 мм. (таблица 9) Но их выпадение было крайне неравномерным. Дефицит влаги и повышенная температура воздуха обусловили снижение относительной влажности воздуха в июле – августе до 51,0 - 51,4 %. Недостаток осадков в июле и августе на фоне резкого повышения температур в фазу цветения (опыление) негативно отразилось на урожайности подсолнечника. В целом условия погоды были удовлетворительными.



Таблица 6 - Погодные условия в 2010-2011 сельскохозяйственном году  
(Персиановская метеостанция)

Месяцы	Среднемесячная температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %
Сентябрь	18,7	34,5	61,0
Октябрь	7,9	27,0	73,0
Ноябрь	8,7	25,8	79,0
Декабрь	2,4	44,3	87,7
Январь	-4,8	22,5	86,6
Февраль	-7,2	29,8	81,0
Март	0,3	32,5	76,5
Апрель	9,3	52,5	63,0
Май	17,7	35,1	62,5
Июнь	22,3	96,8	62,8
Июль	26,5	21,0	51,0
Август	22,9	19,2	51,4
Среднее	10,3	-	69,6
Сумма	-	441,0	-

В 2011-2012 сельскохозяйственном году годовое количество осадков превысило среднемноголетнюю норму на 36 мм (таблица 7). Во второй половине сельскохозяйственного года увлажнение носило переменчивый характер: дефицит осадков в ранневесенний период (март, апрель) и превышение среднемноголетних значений в летний период.

В период май-август отмечено существенное превышение среднемноголетних показателей по температуре - на 2,1<sup>0</sup>С. Относительная влажность была ниже среднемноголетних значений на 5,2%. В целом погодные условия 2012 с.- х. года были несколько менее благоприятными для выращивания подсолнечника, чем в предыдущем.

Наибольшие отклонения погодных условий от климатической нормы в сторону ухудшения имели место в 2013 с.-х. году (таблица 8). Осадков выпало 453,1 мм, среднегодовая температура была выше нормы на 2,6<sup>0</sup> С, а относительная влажность воздуха - ниже на 5,6 %.

Таблица 7 - Погодные условия в 2011-2012 сельскохозяйственном году  
(Персиановская метеостанция)

Месяцы	Среднемесячная температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %
Сентябрь	17,6	25,2	62
Октябрь	9,2	23,6	76
Ноябрь	-0,9	31,9	78
Декабрь	1,6	41,0	88
Январь	-5,6	45,5	89
Февраль	-10,5	46,0	83
Март	-0,9	22,9	78
Апрель	14,6	18,8	65
Май	19,9	57,4	57
Июнь	23,0	93,2	61
Июль	24,8	53,5	53
Август	24,4	45,5	52
Среднее	9,8	-	70,2
Сумма	-	504,5	-

Таблица 8 - Погодные условия в 2012-2013 сельскохозяйственном году  
(Персиановская метеостанция)

Месяцы	Среднемесячная температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %
Сентябрь	18,5	7,9	55
Октябрь	13,0	27,3	70
Ноябрь	5,0	12,4	81
Декабрь	-3,4	58,5	85
Январь	-1,0	105,5	92
Февраль	-0,1	44,9	84
Март	3,2	58,1	77
Апрель	11,5	8,6	63
Май	21,0	18,1	55
Июнь	23,4	36,1	56
Июль	24,2	32,8	51
Август	24,0	42,9	52
Среднее	11,6	-	68,4
Сумма	-	453,1	-

Наиболее жёсткие условия отмечены в течение вегетации подсолнечника. В этот год наблюдалась самая высокая температура, наиболее низкое количество осадков и минимальная относительная влажность воздуха за все годы исследований. Однако следует отметить, что в июне - июле осадки, всё - таки, выпадали и достаточно равномерно - по 32,8 - 42,9 мм в каждом месяце. И это, по-видимому, могло создать условия для использования растениями подсолнечника питательных веществ из удобрений.

Таблица 9 - Погодные условия в мае - августе в 2011 - 2013 гг.  
и среднемноголетняя норма

Сельскохозяйственные годы	Средняя температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Средняя относительная влажность воздуха, %
2010 - 2011	22,4	172,1	56,9
2011 - 2012	23,0	249,6	55,8
2012 - 2013	23,2	129,8	53,5
Среднемноголетние значения	20,9	191,7	61,0

#### 2.4 Методика проведения исследований

**Объекты исследований.** Объектами исследований были: гибрид подсолнечника Юпитер F1 (оригинатор - ВНИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта (vniimk.ru)) и перепревший индюшиный помет (6-8 месяцев пассивного компостирования) на подстилке из подсолнечной лузги компании ООО «ЕВРО-ДОН» Октябрьского района Ростовской области. Химический состав помёта представлен в таблице 10.

Исследования выполняли на опытном поле Дон ГАУ в учхозе «Донское» Октябрьского района Ростовской области в 2010 - 2013 гг. Предшественник подсолнечника - озимая пшеница. Повторность опыта четырехкратная. Площадь деланки 36 м<sup>2</sup> (6 м \* 6 м).

Таблица 10 - Химический состав перепревшего индюшиного помета на подсолнечной лузге, % на абсолютно сухое вещество по годам

Наименование показателей	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 3 года
% сухого вещества	43,0	47,4	46,7	45,7
pH солевое	8,50	5,20	7,50	7,07
Азот общий, %	3,50	4,90	3,30	3,90
Фосфор общий, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	5,00	3,30	5,50	4,60
Калий общий, K <sub>2</sub> O, %	4,80	4,90	3,80	4,50
Кальций %, CaO, %	3,89	3,43	3,67	3,66
Органическое вещество, %	33,85	42,49	39,25	38,53
Соотношение C:N	13,54	8,67	11,89	11,27

### Схема опыта:

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

Фактор В - удобрения: контроль (без удобрений), перепревший индюшиный помет в дозах 5,0\* - 7,5\* - 10,0 - 15,0 - 20,0 - 25,0 т/га. (\* - в 2012 и 2013 гг.).

Помет вносили под основную обработку почвы. Для сравнения в схему опыта включён вариант с минеральными удобрениями - N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>. Азофоску 16-16-16 % вносили весной под предпосевную культивацию. Доза азота и фосфора соответствует "Зональным системам земледелия". Калий добавили в связи с появившимися в последние годы сведениями о повышении эффекта от калийных удобрений (Агеев В.В., Подколзин А.Н., 2001; Хвостиков Ю.А., 2007; Турусов В.И., 2006; Марчук И.У. и др., 2011).

Индюшиный помет в дозах 5 - 25 т/га вносили вручную под основную обработку почвы и заделывали двумя способами: 1) вспашка плугом на глубину 25 - 27 см; 2) дискование дискатором на глубину 10 - 12 см. Для сравнения в схему опыта включён вариант с минеральными удобрениями - N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>. Азофоску 16-16-16 % вносили по обоим фонам основной обработки почвы весной под предпосевную культивацию.

Закладку опытов, проведение наблюдений и учётов осуществляли согласно методикам опытов с удобрениями (С. В. Щерба, Ф. А. Юдин, 1975; Ф. А. Юдин,

1980). Агротехника подсолнечника - рекомендованная Зональными системами земледелия Ростовской области на 2011 - 2015 гг.

Исследования проводили полевым и лабораторным методами с использованием следующих методик: отбор проб почвы - ГОСТ - 28168 - 89; общие требования к проведению анализов - ГОСТ - 29269 - 91; аммонийный азот - с использованием реактива Неслера ГОСТ - 26951 - 88; нитратный азот - потенциометрическим методом ГОСТ - 26951 - 86; подвижные формы фосфора и обменного калия по методу Мачигина - ГОСТ 26205 - 91; влажность почвы - ГОСТ - 28268 - 89; расчет продуктивной влаги с учетом влажности устойчивого завядания подсолнечника; азот в растительных образцах - ГОСТ - 13496.4 - 93; фосфор и калий – «Руководство по анализам кормов» ЦИНАО. - М.: Колос, 1982; содержание жира в семенах - ГОСТ - 10857 - 64; экономическую эффективность применения удобрений определяли по Баранову Н. Н., 1966; математическая обработка полученных результатов - путем дисперсионного и корреляционного анализов по Б. А. Доспехову (1979) с использованием ПК. Химические анализы почвенных и растительных образцов, состава индюшиного помёта выполнены в ФГУ ЦАС «Ростовский» и на кафедре агрохимии ДонГАУ.

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

Октябрьский район, 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 - 3,0 °С. В 2013 г. они были экстремальными из-за большого дефицита влаги.

### 3. ВОДНЫЙ И ПИЩЕВОЙ РЕЖИМЫ ПОЧВЫ ПОД ПОДСОЛНЕЧНИКОМ

#### 3.1 Динамика продуктивной влаги в почве под подсолнечником

Наибольшее количество продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом подсолнечника было отмечено в 2012 году (приложение 1). По фону с минимальной обработкой почвы оно составило 153,6, а по вспашке 149,8 мм (таблица 11).

Таблица 11 - Содержание продуктивной влаги в почве  
под подсолнечником, мм

Слой почвы, см	Срок отбора				Среднее за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
<b>2011 г.</b>					
Фон - дискование					
0-60	69,7	30,9	13,8	34,7	37,3
0-100	132,9	69,8	35,7	47,6	71,5
Фон - вспашка					
0-60	66,9	25,8	11,7	31,1	33,9
0-100	127,9	61,6	33,2	42,1	66,3
<b>2012 г.</b>					
Фон - дискование					
0-60	89,6	21,5	18,2	16,1	36,4
0-100	153,6	48,9	43,1	34,9	70,1
Фон - вспашка					
0-60	88,9	22,0	17,7	18,7	36,8
0-100	149,8	53,9	40,6	38,7	70,8
<b>2013 г.</b>					
Фон - дискование					
0-60	61,5	1,0	4,5	29,3	24,1
0-100	114,7	10,4	7,8	39,1	43,0
Фон - вспашка					
0-60	65,6	4,2	3,6	29,9	25,8
0-100	125,1	20,7	7,5	39,2	48,1

Разница между фонами составила лишь 4,8 мм или 3%. В слое почвы 0 - 60 см влажность почвы была практически одинакова. В 2011 году преимущество в накоплении влаги в почве на фоне с минимальной обработкой в слое почвы 0 - 100 см составило 5, а в слое 0 - 60 см - 3 мм. В 2013 году запас влаги в почве перед посевом был минимальным за все годы исследований. Большему накоплению влаги в осенне-зимний период способствовала отвальная обработка. Преимущество по сравнению с дискованием было более существенным, чем влияние безотвальной обработки в предыдущие годы - в метровом слое почвы разница в количестве продуктивной влаги составила 10,4 мм или 9,1 %. Она обусловлена главным образом содержанием влаги в слое 60 - 100 см.

В течение вегетации подсолнечника в 2011 и 2013 годах отмечено снижение запаса продуктивной влаги в почве до фазы цветения, к уборке её количество возрастало. В 2012 году происходило снижение запаса продуктивной влаги в почве от посева до момента проведения уборки. Наиболее резкое падение влажности почвы во все годы наблюдалось от посева до фазы бутонизация: в 2011 на 63,1 - 66,3, в 2012 г. в среднем на 100, а в 2013 г. - на 110 мм. Это обусловлено развитием мощной вегетативной массы растений подсолнечника, интенсивным потреблением влаги ими на фоне резкого нарастания температур и испарения с поверхности почвы. В этот период отличия в запасах влаги в почве при различных обработках сохранялись (2011 г.) или менялись на противоположные (2012 г.), но оставались незначительными. В 2013 г. преимущество вспашки и в эту фазу составляло 10,3 мм в слое 0 - 100 см. В слое 0 - 40 см почва была в этом году уже иссушена на обоих фонах обработки почвы.

К цветению влажность почвы ещё более снижалась и содержание доступной влаги в почве на фонах с разной обработкой почвы выравнивались во все годы исследований. К уборке количество продуктивной влаги в почве в 2011 и 2013 гг. повысилось, а в 2012 г. в слое 0 - 60 см осталось практически на том же уровне. Существенных различий между разными фонами обработки почвы не наблюдалось.

Таким образом, для подсолнечника удовлетворительные условия влагообеспеченности почвы сложились в 2011 и 2012 гг., а в 2013 году - неблагоприятные.

Обобщение данных по содержанию продуктивной влаги в слое почвы 0 - 60 и 0 - 100 см за 2011 - 2013 гг. по каждому сроку отбора образцов и в целом за вегетацию подсолнечника (рисунки 1, 2) свидетельствуют о том, что общей тенденции, отражающей преимущество одного из видов обработки почвы на её влажность не установлено. Различия в содержании продуктивной влаги не превышали 2,5 мм. И в целом за вегетацию подсолнечника различий во влажности почвы нет по всему профилю почвы.

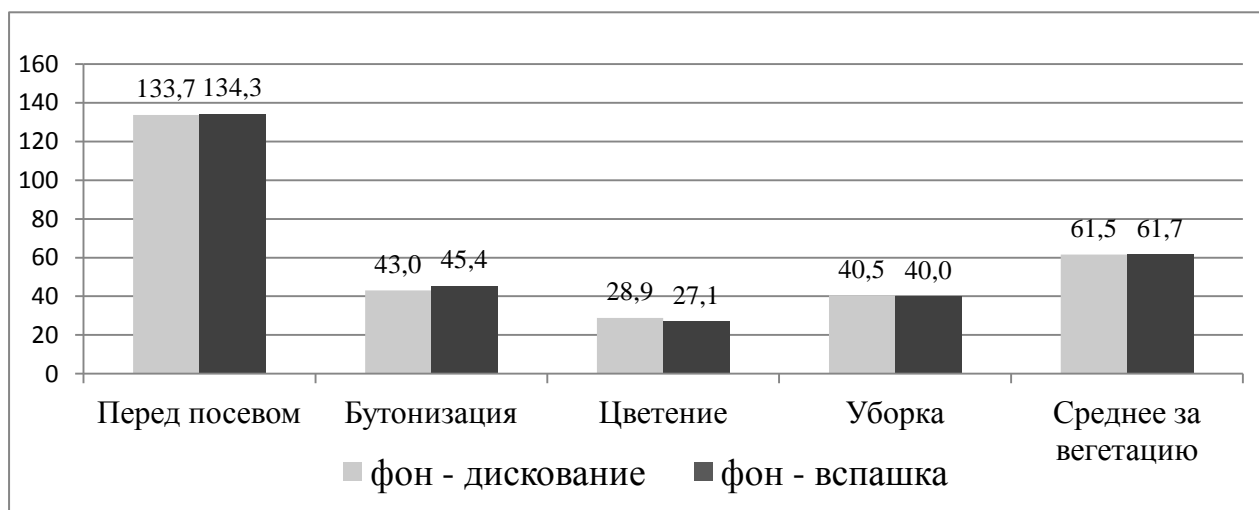


Рисунок 1 - Содержание продуктивной влаги в среднем за 2011 - 2013 гг., мм. (слой почвы 0 - 100 см)

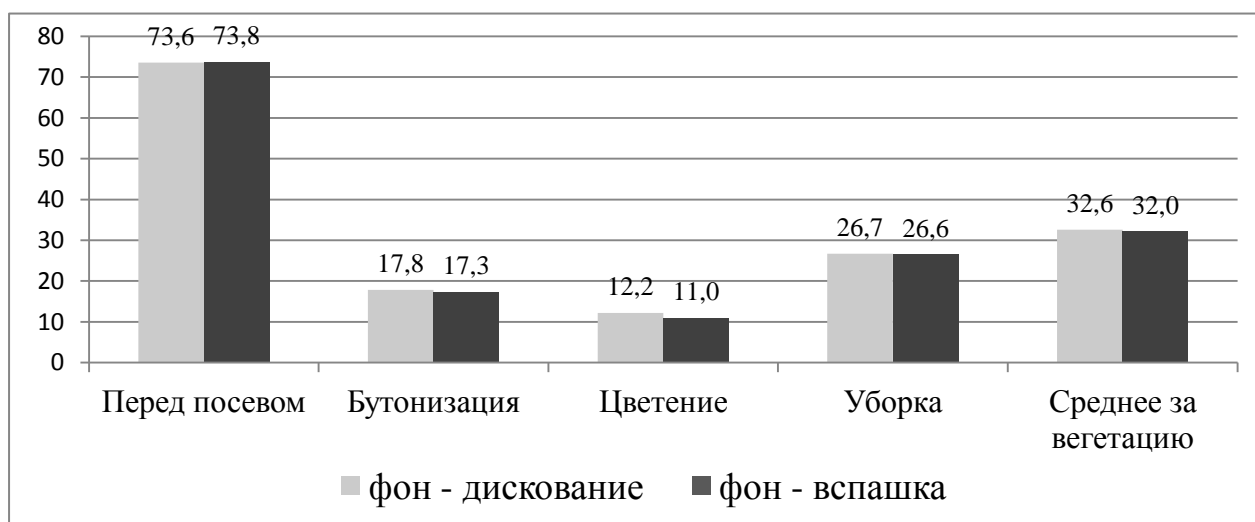


Рисунок 2 - Содержание продуктивной влаги в среднем за 2011 - 2013 гг., мм. (слой почвы 0 - 60 см)



## 3.2 Азотный режим почвы под подсолнечником

### 3.2.1 Аммонийный азот в почве

Содержание аммонийного азота в слое почвы 0 - 40 см перед посевом подсолнечника на контроле в различные годы колебалось в пределах от 37,6 до 61,3 кг/га при основной обработке в виде дискования и от 28,9 до 61,2 кг/га - при вспашке (таблица 12), а в среднем за 2011-2013 гг. оно было одинаковым – около 48 кг/га. Применение индюшиного помёта во все годы способствовало повышению его количества в почве при обоих способах заделки. К посеву увеличение происходило при доведении дозы помёта до 20, в некоторых случаях - до 15 т/га. В 2012 и 2013 гг. заметен рост эффекта при повышении дозы с 5 до 7,5, а затем до 10 т/га.

По фону вспашка эта тенденция была нарушена в 2012 г. При внесении помёта произошло небольшое уменьшение содержания N-NH<sub>4</sub> в почве на всех вариантах за исключением варианта с дозой 20 т/га. Это можно объяснить значительно более интенсивной нитрификацией в 2012 г., чем в другие годы вследствие лучшей влагообеспеченности. Содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см в 2012 г. составило 26,0, в 2011 - 16,2, в 2013 г. - 12,2 мм. В слое 20-40 см преимущество было в пределах 8-13 мм. К этому следует добавить, что и температура апреля в 2012 г. была на 3,0-5,5 °С выше, чем в другие годы. Поэтому условия для нитрифицирующей микрофлоры сложились в 2012 г. значительно благоприятнее.

При увеличении дозы помёта с 20 до 25 т/га во все годы на обоих фонах происходило достоверное уменьшение содержания аммонийного азота в почве. Можно предположить, что причины этого явления заключаются в следующем. Во-первых, это могло вызвать чрезмерное повышение концентрации химических веществ в почве, которое негативно сказывалось на деятельности аммонифицирующей микрофлоры. Во-вторых, отрицательную роль могло сыграть также увеличение содержания в почве антибиотиков. Применение антибиотиков в кормле-

нии птицы - важный резерв рационального использования кормов в промышленном птицеводстве (agro-melioration.ru.).

Таблица 12 - Динамика аммонийного азота в слое почвы 0-40 см  
под подсолнечником при внесении помёта, кг/га

Вариант	Фон - дискование				Фон - вспашка			
	перед посе- вом	бутони- зация	цвете- ние	убор- ка	перед посе- вом	бутони- зация	цвете- ние	уборка
<b>2011 год</b>								
контроль	37,6	28,2	35,8	29,1	28,9	22,7	34,2	24,6
ИП 10,0 т/га	57,7	34,9	30,7	26,3	54,6	28,2	30,6	21,0
ИП 15,0 т/га	67,5	20,8	43,7	22,5	76,2	29,4	28,9	24,4
ИП 20,0 т/га	82,7	24,0	39,9	27,2	81,5	27,0	33,1	23,7
ИП 25,0 т/га	73,6	31,0	42,4	21,8	77,1	27,2	50,9	28,0
НСР <sub>095</sub> фактора А	1,49	1,34	2,18	1,93				
НСР <sub>095</sub> фактора В	2,35	2,12	3,44	3,07				
НСР <sub>095</sub> АВ	3,34	2,98	4,87	4,33				
<b>2012 год</b>								
контроль	45,9	46,3	38,8	48,9	61,2	45,4	53,2	60,8
ИП 5,0 т/га	60,5	48,1	51,0	45,4	56,7	51,1	35,8	38,6
ИП 7,5 т/га	68,3	49,6	57,0	44,5	55,7	59,5	36,2	40,7
ИП 10,0 т/га	75,0	49,7	59,8	46,9	55,5	66,6	38,8	49,2
ИП 15,0 т/га	77,3	48,1	58,6	49,1	56,5	67,1	59,7	55,7
ИП 20,0 т/га	84,3	37,8	45,9	48,8	70,3	66,5	67,4	57,6
ИП 25,0 т/га	61,0	28,2	38,3	51,5	47,1	42,3	54,7	47,8
НСР <sub>095</sub> фактора А	2,47	1,92	1,75	1,81				
НСР <sub>095</sub> фактора В	4,61	3,56	3,28	3,38				
НСР <sub>095</sub> АВ	6,53	5,05	4,64	4,78				
<b>2013 год</b>								
контроль	61,3	8,8	8,1	30,7	55,2	6,0	13,8	24,0
ИП 5,0 т/га	72,5	11,2	7,0	18,6	61,5	7,4	13,1	17,6
ИП 7,5 т/га	80,8	14,0	7,7	20,5	64,8	9,5	12,8	22,0
ИП 10,0 т/га	93,9	16,2	8,2	24,0	75,1	11,1	13,5	23,5
ИП 15,0 т/га	98,7	19,9	13,1	30,5	80,6	14,7	15,0	24,4
ИП 20,0 т/га	93,6	14,3	11,8	23,8	82,6	17,7	12,9	23,6
ИП 25,0 т/га	84,0	10,8	10,2	20,2	69,4	12,3	12,8	18,0
НСР <sub>095</sub> фактора А	2,27	1,34	1,19	1,52				
НСР <sub>095</sub> фактора В	4,22	2,49	2,22	2,86				
НСР <sub>095</sub> АВ	5,97	3,52	3,15	4,04				

Основная масса (до 80% в зависимости от вида подопытных птиц и животных, методов введения и способа применения) введённого животному активного вещества выводится из организма в неизменном виде. Примерно 90% получаемых животными антибиотиков выводятся из организма и оказываются в навозе, большая часть которого вывозится для удобрения сельскохозяйственных угодий и тепличных хозяйств ([liveinternet.ru](http://liveinternet.ru)). О том, что в помёте могут содержаться антибиотики, свидетельствует и материал на интернет ресурсе [ptichki.net](http://ptichki.net). В-третьих, деятельность бактерий, осуществляющих в почве нитрификацию, и субстратом для которых является аммонийный азот, тоже приводила к уменьшению его количества.

Оценивая в целом изменения режима  $N-NH_4$  в почве под действием помёта можно констатировать, что в разные годы проявилось преимущество разных фонов. В 2011 г. оно было за фоном вспашка, в 2012 и 2013 гг. - по фону дискование.

К фазе бутонизация содержание аммонийного азота в почве во все годы на контроле и вариантах с помётом уменьшилось. Особенно сильное снижение произошло в 2013 г: на контроле по фону дискование - на 52,5, по фону вспашка - на 49,2 кг/га. На вариантах с помётом оно достигало 75 - 79 кг/га. При очень низкой влажности почвы в 2013 г. в слое 0 - 40 см на данном этапе вегетации подсолнечника, вероятнее всего, равновесие между различными формами азота резко сдвинулось в сторону необменной фиксации аммония.

К фазе цветение на контроле обеспеченность почвы аммонийным азотом оставалась на том же крайне низком уровне 8 - 14 кг/га (в 2013 г.) или несколько увеличилась (в 2011 г. и по фону вспашка в 2012 г.). Изменения содержания аммонийного азота в почве в период бутонизация - цветение под действием помёта по сравнению с контролем и между вариантами с разными дозами в разные годы имеют разную направленность и величину. В целом можно говорить об увеличении количества  $N-NH_4$  при внесении помёта, но максимальные значения в разные годы отмечены на вариантах с дозами 10, 15 и 20 т/га и чаще всего не превышали нескольких килограммов по отношению к контролю.

В период цветения - уборка на контроле содержание аммонийного азота в почве в 2011 г. несколько уменьшилось, в 2012 г. в целом изменилось мало, в 2013 г. существенно повысилось. Положительное действие помёта не наблюдалось во все годы. Наоборот, при его применении произошло уменьшение количества аммония в почве. Чёткой закономерности этих изменений в зависимости от дозы не было. Тем не менее, можно отметить, что отрицательный эффект снижался при повышении дозы помёта до 10 - 20 т/га.

Более чёткая картина вырисовывается при усреднении данных за 2011 - 2013 гг. (рисунок 3). К посеву на обоих фонах обработки почвы происходило достаточно равномерное увеличение количества аммония при повышении дозы с 10 до 15 и далее до 20 т/га. Более высокий уровень содержания  $N-NH_4$  в почве на всех вариантах с помётом имел место по фону дискование. Его прирост в блоке вариантов с дозами 10-25 т/га в среднем составил 31 кг/га. При внесении помёта под вспашку увеличение по сравнению с контролем было меньше - 21 кг/га. По-видимому, активность основных групп микроорганизмов, осуществляющих аммонификацию органического вещества, - грибов, актиномицетов и бактерий в верхнем 10-12 сантиметровом слое почвы в осенний период после внесения помёта и в весенний до посева подсолнечника значительно больше, чем в слое 10-25 см где была размещена значительная часть помёта при заделке плугом. При увеличении дозы ещё на 5 т/га произошло снижение на 13,6 - 13,8 кг/га.

Наиболее существенные изменения обеспеченности почвы аммонийным азотом отмечены на этапе посев - бутонизация. Уменьшение содержания  $N-NH_4$  на контроле было в пределах 20 - 23 кг/га. Ещё более резко понизилось количество аммонийного азота в почве на вариантах с помётом, особенно по фону дискование. Максимальные различия по сравнению с контролем уменьшились до 6 - 12 кг/га. Не прослеживается чёткой зависимости содержания  $N-NH_4$  от дозы помёта. Лишь на варианте с дозой 25 т/га оно меньше, чем на остальных по обоим фонам обработки почвы. При прогревании почвы на большую глубину результат аммонификации помёта при его глубокой заделке был значительно выше, чем при

дисковании. В первом случае среднее снижение уровня  $\text{N-NH}_4$  по сравнению с периодом-

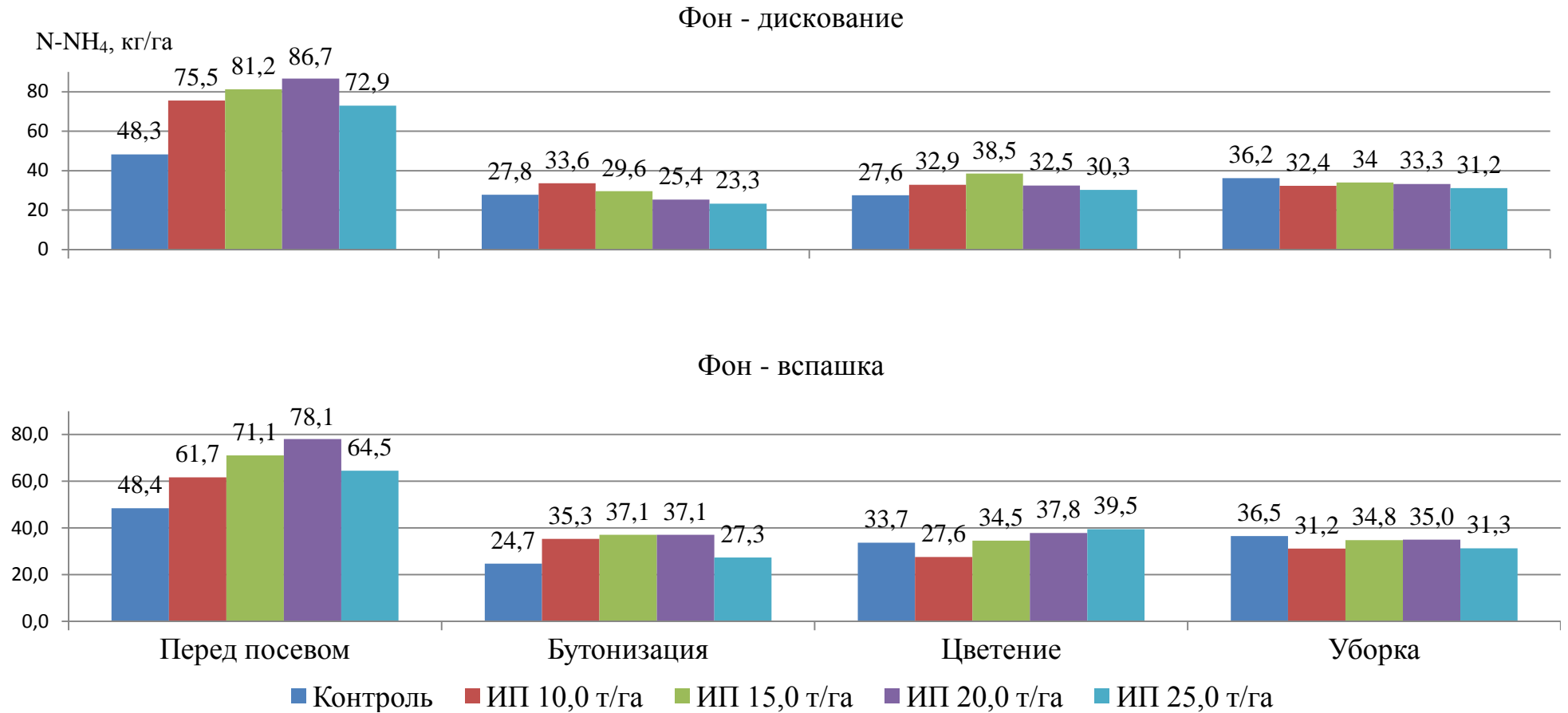


Рисунок 3. Динамика аммонийного азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении помёта.  
Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га.

дом посева 35, а во втором – 51 кг/га. В цветение преимущество вариантов с по­мётом по сравнению с контролем и его зависимость от дозы выражены также сла­бо, а в уборку самые высокие показатели отмечены на контроле, хотя снижение содержания N-NH<sub>4</sub> в почве при внесении помёта незначительно.

Несмотря на сглаживание различий в содержании N-NH<sub>4</sub> на вариантах с по­мётом и на контроле, которое происходит после фазы бутонизация, в целом за ве­гетацию подсолнечника прослеживается положительное действие помёта (рису­нок 4). На вариантах с дозами 5 и 7,5 т/га в 2012 и 2013 гг. изменения по сравне­нию с контролем не всегда существенны и положительны. В среднем за два года

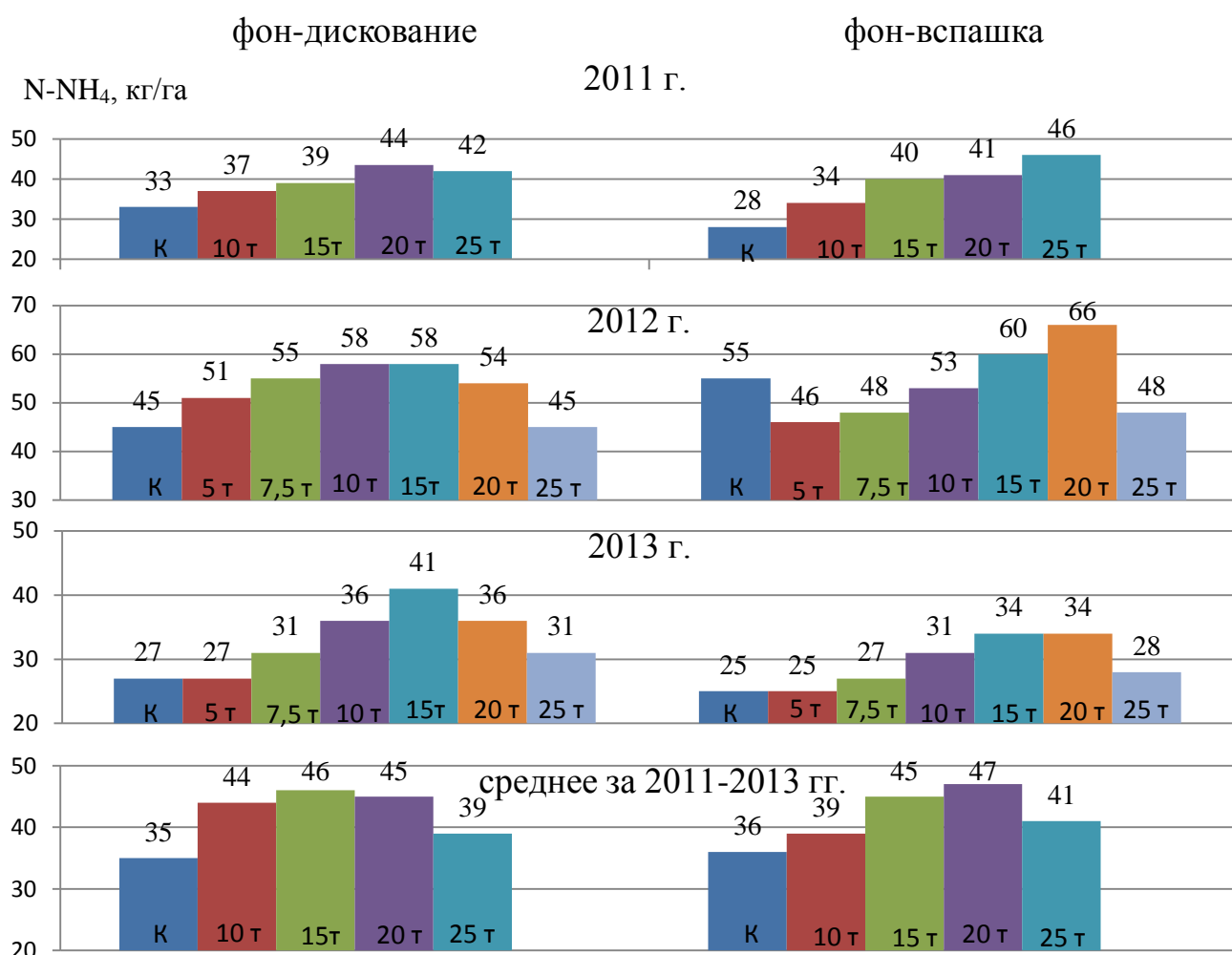


Рисунок 4. Влияние применения помёта на содержание аммонийного азота в почве в среднем за вегетацию подсолнечника, кг/га в слое 0 - 40 см.

по фону дискование они были в пределах 3 - 7, а по фону вспашка - 4,5 - 2,5 кг/га. От применения помёта в дозах 10, и особенно 15 т/га, изменения больше. В сред­нем за три года общий уровень содержания N-NH<sub>4</sub> в почве по двум фонам, не-

смотря на некоторые различия по вариантам был практически одинаков - в пределах 39 - 47 кг/га. Положительный эффект от 10 т/га в среднем по двум фонам обработки почвы составил 6, 15 т/га - 10, 20 т/га - 10,5, 25 т/га - 9,5 кг/га.

Оценивая в целом изменение уровня обеспеченности почвы аммонийным азотом под влиянием помёта за весь период вегетации подсолнечника можно сделать заключение о том, что они невелики и, по - видимому, не являются первостепенным фактором изменения урожайности подсолнечника.

Внесение полного минерального удобрения в дозе 50 кг/га не способствовало существенным изменениям режима N-NH<sub>4</sub> в слое почвы 0 - 40 см (приложение 2). Возможно это связано с увеличением потребления азота растениями и конкурирующей с ними микрофлорой, которое затрагивает и исходные его запасы в почве.

### 3.2.2 Нитратный азот в почве

Общий уровень содержания нитратного азота в почве перед посевом подсолнечника, колебания этих значений по годам и вариантам в течение одного года значительно больше, нежели уровень и изменения в содержании аммонийного азота (таблица 13).

В среднем за 2011-2013 гг. к посеву по фону дискование на контроле оно в 1,41 раза больше, чем по вспашке (рисунок 5). Это преимущество устойчиво проявилось во все годы исследований при всех уровнях содержания N-NO<sub>3</sub> в почве: в 2011 г. – 40 и 23; в 2012 г. – 147 и 126; в 2013 г. – 130 и 75 кг/га. Следовательно, активность нитрифицирующей почвенной микрофлоры после уборки предшественника озимой пшеницы без внесения удобрений значительно выше в верхнем слое почвы. Однако при внесении помёта картина резко меняется. При заделке его плугом произошло значительно большее увеличение содержания нитратного азота в почве по сравнению с контролем, чем при дисковании. В среднем по вариантам с дозами помета 10-25 т/га на фоне вспашка оно составило 61, а на фоне дискование – 43 кг/га. По-видимому, внесение помета стимулировало активность



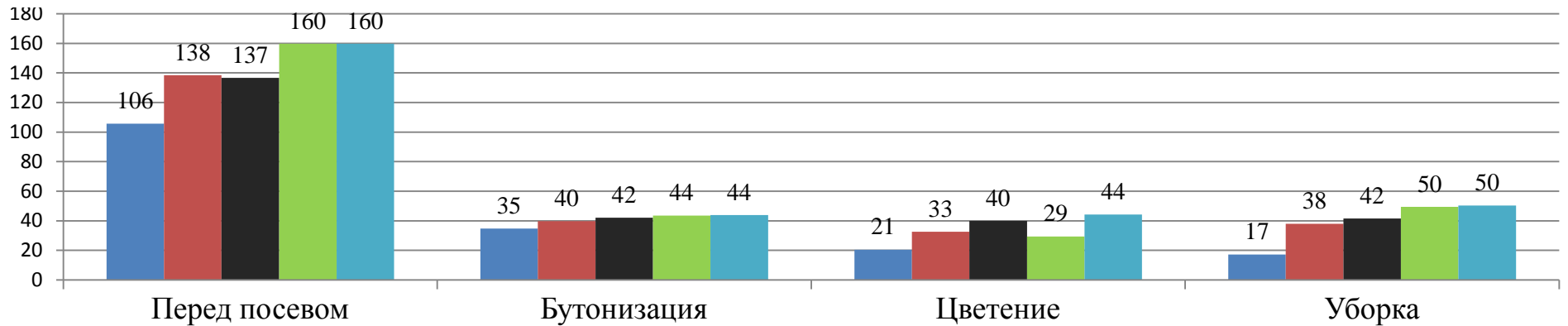
нитрифицирующих бактерий во всех слоях почвы, а равномерное распределение помёта во всём 25-сантиметровом слое почвы максимально способствовало этому процессу. Об этой тенденции говорят О.В. Енкина и Н.Ф. Коробской (1999).

Таблица 13 - Динамика нитратного азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении помёта, кг/га

Вариант	Фон - дискование				Фон - вспашка			
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка
<b>2011 год</b>								
контроль	40,3	36,4	19,2	34,2	23,2	10,8	36,8	19,2
ИП 10,0 т/га	49,6	11,4	36,7	63,4	49,9	17,0	39,9	64,5
ИП 15,0 т/га	60,9	4,8	46,5	54,6	83,3	17,6	17,1	26,2
ИП 20,0 т/га	93,0	13,5	23,3	77,2	94,4	15,9	33,1	94,0
ИП 25,0 т/га	67,4	16,1	50,3	100,8	65,6	35,4	86,3	100,0
НСР <sub>095</sub> фактора А	1,14	0,57	0,62	1,01				
НСР <sub>095</sub> фактора В	1,81	0,90	0,98	1,59				
НСР <sub>095</sub> АВ	2,56	1,27	1,39	2,26				
<b>2012 год</b>								
контроль	147,2	40,6	35,4	11,0	126,2	77,4	46,5	19,1
ИП 5,0 т/га	157,3	96,6	37,0	10,2	162,8	85,9	39,7	28,2
Продолжение таблицы 13								
ИП 7,5 т/га	172,7	76,2	51,4	14,1	172,2	85,9	44,6	14,6
ИП 10,0 т/га	201,1	89,6	55,4	32,9	201,6	88,3	19,3	45,2
ИП 15,0 т/га	180,7	109,8	58,7	61,2	178,3	153,5	18,5	65,5
ИП 20,0 т/га	171,8	101,2	57,7	59,4	137,7	146,1	19,5	53,7
ИП 25,0 т/га	184,3	82,8	66,0	30,3	113,7	109,4	21,6	27,3
НСР <sub>095</sub> фактора А	1,55	0,65	0,73	0,68				
НСР <sub>095</sub> фактора В	2,90	1,22	1,37	1,28				
НСР <sub>095</sub> АВ	4,10	1,73	1,94	1,81				
<b>2013 год</b>								
контроль	129,7	27,0	7,0	6,4	74,9	7,7	9,0	8,7
ИП 5,0 т/га	130,7	13,8	9,0	12,5	98,7	13,5	5,2	21,8
ИП 7,5 т/га	164,9	22,1	13,6	6,6	146,8	16,0	8,1	12,5
ИП 10,0 т/га	164,4	18,3	5,8	17,3	144,3	23,5	19,6	15,1
ИП 15,0 т/га	168,3	11,7	14,7	8,9	154,7	36,2	13,8	5,2
ИП 20,0 т/га	214,3	16,1	7,1	11,8	193,8	39,1	16,1	22,9
ИП 25,0 т/га	227,4	32,7	16,3	19,7	207,1	41,1	18,8	10,0
НСР <sub>095</sub> фактора А	1,23	0,65	0,34	0,38				
НСР <sub>095</sub> фактора В	2,31	1,21	0,63	0,70				
НСР <sub>095</sub> АВ	3,27	1,72	0,90	0,99				

N-NO<sub>3</sub>, кг/га

Фон - дискование



Фон - вспашка

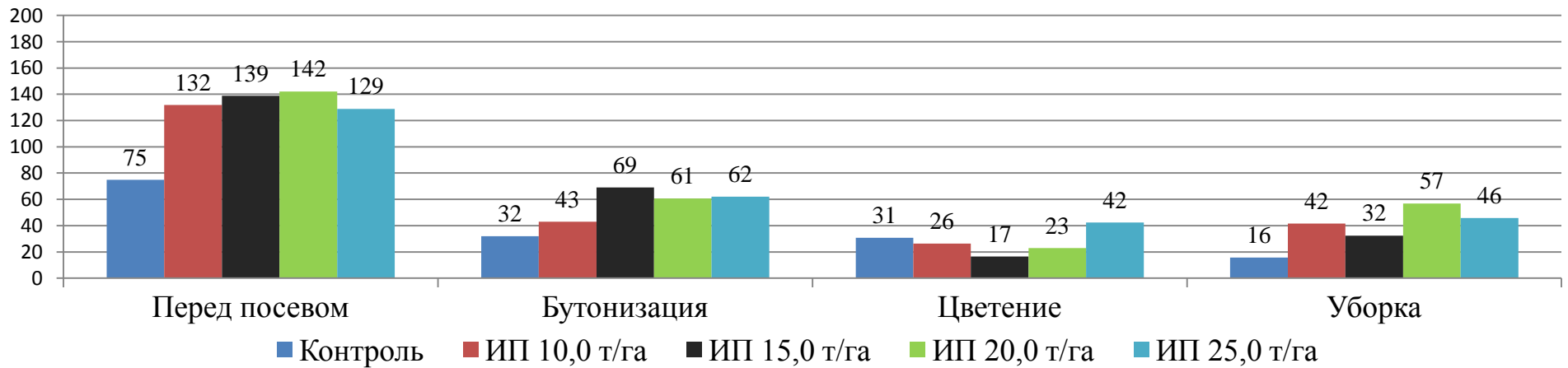


Рисунок 5. Динамика нитратного азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении помёта.  
Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га.

Вспашка создаёт благоприятные условия для деятельности почвенной микрофлоры во всём обрабатываемом слое. Поверхностные обработки - лемешные и дисковые повышают интенсивность микробиологических процессов в верхнем слое 0 - 10 см и угнетают в нижнем (20 - 30 см). Биологическая разнокачественность почвенных слоёв объясняется различным распределением в них пожнивных и корневых остатков, а также режимами аэрации и влажности.

В течение последующего периода - к фазе бутонизация во все годы исследований произошло резкое уменьшение количества нитратного азота в почве. В 2011 г. при значительно более низком исходном уровне содержания  $N-NO_3$  в почве на контроле оно менее заметно, а в другие годы составляло более 100 кг/га.

В 2012 г. при наибольшем естественном запасе нитратного азота в почве - 147,2 кг/га и лучшей влагообеспеченности к фазе бутонизация преимущество вариантов с помётом по сравнению с контролем сохранилось. При меньшей обеспеченности почвы  $N-NO_3$  и, что особенно важно, при недостатке влаги в почве (особенно в 2013 г.) содержание нитратного азота стало даже меньше, чем на контроле. Это произошло, по - видимому, в связи с тем, что роль азота, образованного при минерализации помёта почвенной микрофлорой, существенно возросла, поскольку доступность почвенных запасов резко уменьшилась при низкой влажности почвы. Внутри почвенных агрегатов возможно усилился процесс денитрификации.

По фону дискование к цветению в 2011 г. часть нитратного азота, использованного микрофлорой из помёта, восстановилась вследствие её минерализации. Этот процесс продолжался и на этапе цветение - уборка, в том числе и на контроле. В 2012 г. содержание  $N-NO_3$  уменьшилось как в период бутонизация - цветение, так и в цветение - уборка. Лишь на вариантах с дозами помёта данный 15 - 20 т/га данный процесс к концу вегетации замедлился. В 2013 г. на последнем этапе содержание  $N-NO_3$  в почве стабилизировалось на низком уровне. По фону вспашка проявились в основном те же закономерности. Отличие заключается в том, что в 2011 и 2012 гг. в фазу цветение содержание  $N-NO_3$  в почве на вариантах с помётом продолжало оставаться ниже контроля за исключением варианта с 25 т/га в

2011 г. К уборке восстановление содержания нитратного азота в почве было неустойчивым.

Анализ динамики нитратного азота в почве в среднем за 2011 - 2013 гг. позволяет сделать следующие заключения. Поверхностная обработка почвы по сравнению со вспашкой к посеву подсолнечника на контроле обеспечила преимущество в содержании нитратного азота около 31 кг/га. Но увеличение содержания N-NO<sub>3</sub> в почве при внесении помёта под вспашку значительно больше, чем при дисковании. В среднем по всем вариантам с помётом в первом случае оно составило 61, а во втором 43 кг/га. Сопоставляя степень влияния помёта на аммонийный и нитратный режим почвы можно сделать вывод, что аммонифицирующая микрофлора в основном сосредоточена в верхнем 12-сантиметровом слое почвы, а нитрифицирующая рассредоточена на большую глубину, по крайней мере до 27 см.

К фазе бутонизация содержание N-NO<sub>3</sub> в почве резко уменьшилось и различия между вариантами сократились, особенно по фону дискование. Слабый процесс снижения запаса нитратного азота в почве продолжался до фазы цветения. К уборке уровень N-NO<sub>3</sub> также был низким, но частично восстановились различия между вариантами с помётом и контролем - до 16,6 - 41,2 кг/га. На обоих фонах обработки почвы увеличение происходило при повышении дозы помёта до 20 т/га.

В целом за вегетацию подсолнечника прослеживается тенденция повышения количества нитратного азота в почве с увеличением дозы помёта (рисунок 6). В 2012 г. при наибольшем естественном уровне обеспеченности почвы этой формой азота увеличение дозы до 20 - 25 т/га приводило к снижению количества N-NO<sub>3</sub>. В другие годы наибольшее содержание нитратов наблюдалось именно на этих вариантах опыта.

В среднем за 2011 - 2013 гг. картина изменений нитратного режима почвы при внесении помёта выглядит следующим образом (рисунок 7). В целом за вегетацию подсолнечника на контроле по фону дискование содержание нитратного азота в слое 0 - 40 см составило 45, а по вспашке - 38 кг/га. Под влиянием помёта оно достаточно равномерно, в соответствии с дозой, повышалось: на фоне диско-

вание на 8 - 26 кг/га; на фоне вспашка - на 11 - 34 кг/га, а в среднем на 23,6 и 28,4 кг/га. Рост содержания N-NO<sub>3</sub> в почве был устойчивым при доведении дозы помёта до 20 т/га.

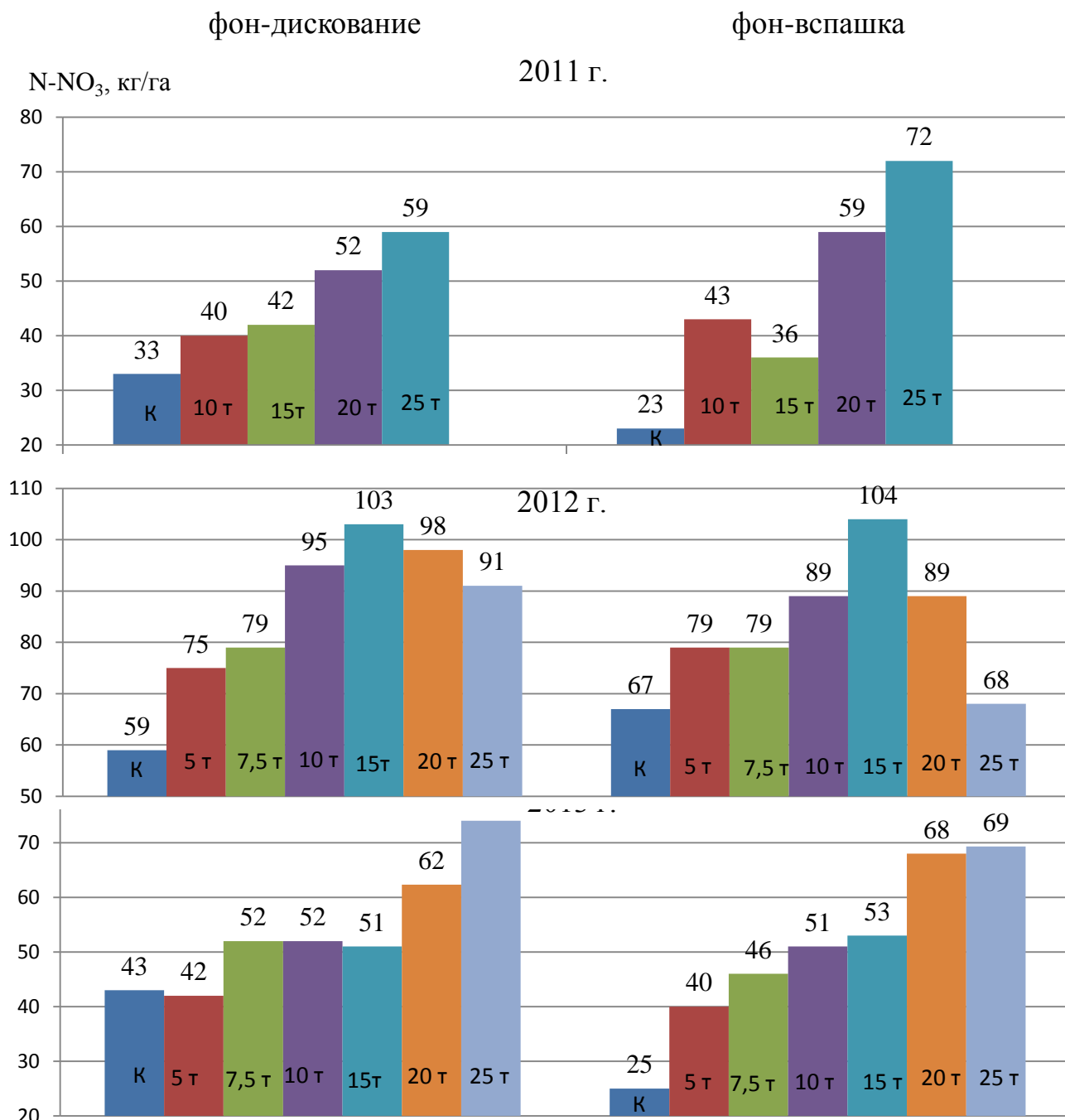


Рисунок 6. Влияние применения помёта на содержание нитратного азота в почве в среднем за вегетацию подсолнечника, кг/га в слое 0-40 см.

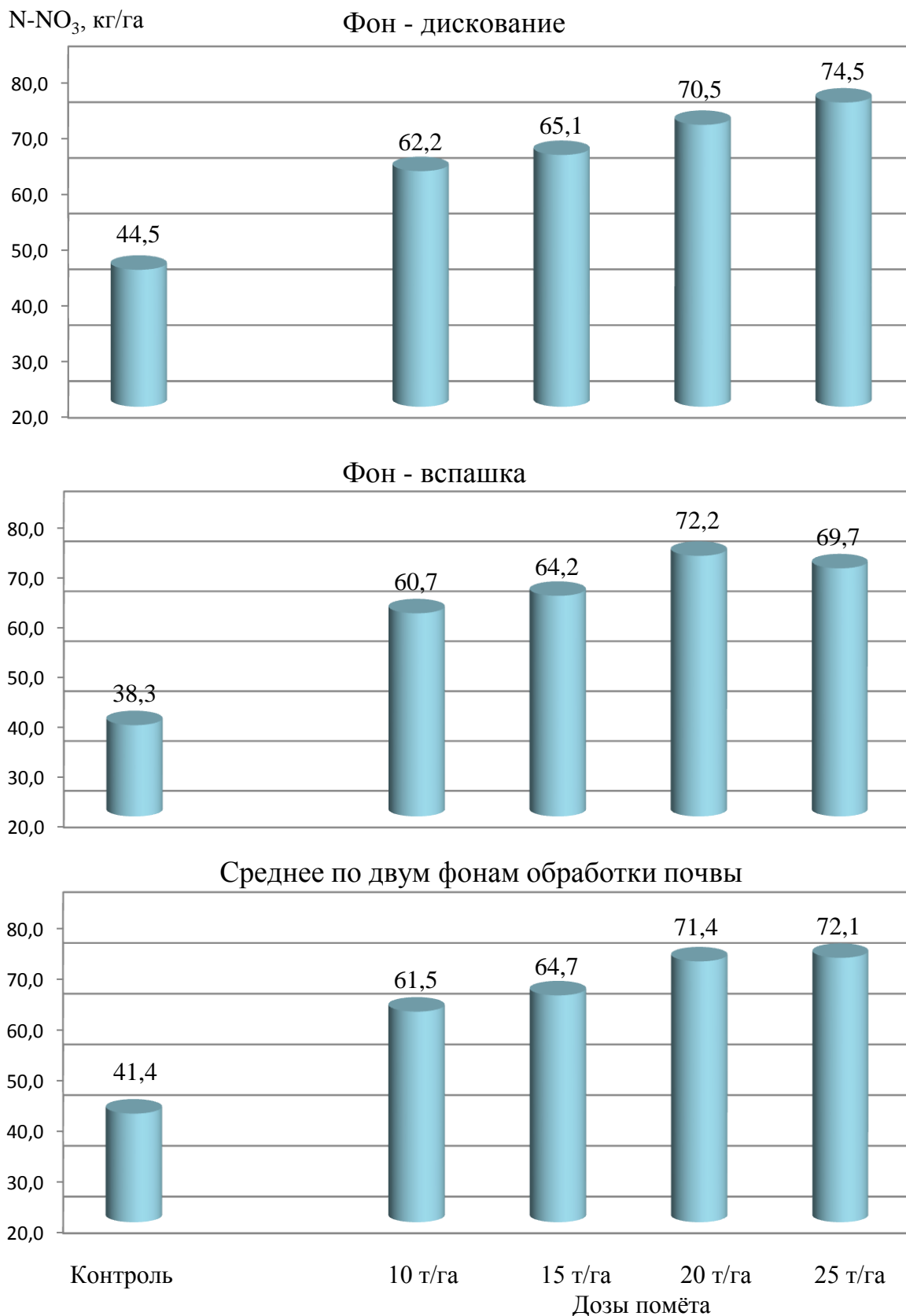


Рисунок 7. Влияние применения помёта на содержание нитратного азота в почве в целом за вегетацию подсолнечника. Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га в слое 0 - 40 см.

На вариантах с применением минеральных удобрений (приложение 2) по фону дискование к фазе бутонизация, содержание нитратного азота в 2011 и 2013 гг. было ниже, чем на контроле, в 2012 г. - выше, что можно объяснить большими естественными запасами  $N-NO_3$  в почве в этом году. Примерно такая же картина и по вспашке.

Уменьшение содержания нитратного азота в почве за период бутонизация - уборка в 2011 г. на обоих фонах обработки почвы при внесении минеральных удобрений, свидетельствует об использовании растениями из почвы большего количества нитратного азота, чем то, которое было обеспечено применением удобрений. В 2012 г. на общем более высоком фоне содержания  $N-NO_3$  в почве, внесение азота с минеральными удобрениями компенсировало вынос и обеспечило небольшой дополнительный запас нитратов в почве. Эта же тенденция проявилась и в 2013 г. Здесь она обусловлена, по - видимому, более низкой урожайностью подсолнечника. В среднем за три года отмечено некоторое положительное влияние удобрений, но оно составило всего 2,2 кг/га.

### **3.2.3 Минеральный азот в почве**

Суммарное количество нитратной и аммонийной форм азота - азота минерального перед посевом подсолнечника в слое почвы 0 - 40 см в разные годы сильно варьировало: на контроле по фону обработки почвы дискованием от 77,9 до 193,1, по вспашке от 52,0 до 187,4 кг/га (таблица 14). Различия обусловлены главным образом количеством нитратной составляющей.

Применение помёта вызвало существенное повышение этого показателя. В 2011 г. пик отмечен на варианте с дозой 20 т/га. В 2012 г. для достижения максимума - 257 - 276 кг/га было достаточно 10 т/га помёта по обоим фонам. В 2013 г. содержание минерального азота в почве повышалось при увеличении дозы до 20 т/га.

В начале вегетации произошло существенное уменьшение запаса минерального азота в почве во все годы, но особенно сильное - в 2013 г. Изменение обу-

словлено в основном нитратной формой. О возможных причинах этого явления сказано выше. Можно было бы предположить, что большое количество питательных веществ, в первую очередь N, после периода минерализации помёта идёт на

Таблица 14 - Динамика минерального азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении помёта, кг/га

Вариант	Фон - дискование				Фон - вспашка			
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка
<b>2011 год</b>								
контроль	77,9	64,6	54,9	63,3	52,0	33,5	71,0	43,9
ИП 10,0 т/га	107,3	46,4	67,3	89,7	104,5	45,2	70,5	85,5
ИП 15,0 т/га	128,3	25,6	90,1	77,1	159,5	47,0	46,1	50,7
ИП 20,0 т/га	175,7	37,5	63,2	104,4	175,9	42,9	66,2	117,6
ИП 25,0 т/га	141,0	47,1	92,7	122,5	142,8	62,7	137,2	128,0
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,88	0,69	1,01	0,84				
НСР <sub>095</sub> фактора В	1,39	1,10	1,59	1,33				
НСР <sub>095</sub> АВ	1,95	1,55	2,26	1,88				
<b>2012 год</b>								
контроль	193,1	126,9	74,2	59,8	187,4	122,8	99,7	79,9
ИП 5,0 т/га	217,8	144,7	88,0	55,6	219,5	157,0	105,4	76,8
ИП 7,5 т/га	241,0	125,8	108,3	58,6	227,9	145,5	80,8	55,3
ИП 10,0 т/га	276,0	139,4	115,2	79,8	257,1	154,9	58,1	94,5
ИП 15,0 т/га	258,1	157,9	117,3	110,3	234,8	220,5	78,2	121,3
ИП 20,0 т/га	256,1	139,0	103,6	108,2	208,0	212,5	87,0	111,3
ИП 25,0 т/га	245,3	111,0	104,3	81,8	160,8	151,7	76,3	75,1
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,61	0,79	0,72	1,06				
НСР <sub>095</sub> фактора В	1,14	1,48	1,36	1,98				
НСР <sub>095</sub> АВ	1,61	2,09	1,92	2,79				
<b>2013 год</b>								
контроль	191,0	35,8	15,1	37,1	130,1	13,7	22,8	32,7
ИП 5,0 т/га	203,2	24,9	15,9	31,0	160,1	20,9	18,3	39,4
ИП 7,5 т/га	245,8	36,1	21,3	27,1	211,6	25,5	20,9	34,5
ИП 10,0 т/га	258,3	34,4	13,9	41,4	219,4	34,6	33,2	38,6
ИП 15,0 т/га	267,1	31,6	27,8	39,4	235,4	50,9	28,7	29,7
ИП 20,0 т/га	307,9	30,4	18,9	35,5	296,4	56,8	29,0	46,5
ИП 25,0 т/га	311,4	43,5	26,5	39,9	276,5	53,5	31,6	28,0
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,88	0,81	1,01	0,72				
НСР <sub>095</sub> фактора В	1,64	1,51	1,89	1,34				
НСР <sub>095</sub> АВ	2,32	2,14	2,67	1,89				



образование гумуса, но соотношение C:N в используемом помёте в среднем было достаточно узким, что сдерживало этот процесс. В 2013 г. и в дальнейшем содержание N мин. в почве было самым низким за все годы исследований. Более всего различалось содержание азота в почве в 2012 и 2013 гг. и объясняется это условиями увлажнения. В 2013 г. при крайне низкой влажности почвы процессы минерализации органического вещества были подавлены. Минерализованный азот, прежде всего в нитратной форме, сразу использовался растениями.

Поэтому различия вариантов с помётом по сравнению с контролем незначительны, чаще всего не более 10 - 11 кг/га, или отсутствовали. В 2012 г. в цветение по фону дискование они достигали 41 - 42 кг/га. К уборке во все годы происходило восстановление запаса минерального азота в почве, но чёткой закономерности во влиянии на этот процесс способа обработки почвы и доз помёта, нет.

В среднем за 2011 - 2013 гг. к посеву отмечено преимущество в содержании минерального азота в почве по фону дискование (рисунок 8). На контроле оно составило 31 кг/га и обусловлено различиями в содержании нитратной формы. Однако на вариантах с помётом, внесённым под вспашку, количество N мин. по сравнению с контролем увеличилось значительно сильнее, чем при дисковании, и различия между фонами сократились за исключением варианта с 25 т/га. Максимальные значения достигнуты по обоим фонам при внесении 20 т/га помёта - 227 - 247 кг/га. Уменьшение запаса N мин. в 40 - сантиметровом слое почвы при повышении дозы помёта с 20 - до 25 т/га. составляло 14 - 34 кг/га. Как уже указывалось, это связано с угнетением почвенной микрофлоры при увеличении концентрации антибиотиков, минерального азота или других веществ, содержащихся в помёте.

Характерная особенность режима минерального азота в период посева-бутонизация заключается в том, что при очень большой крутизне снижения его запаса в почве на фоне дискования на всех вариантах с помётом произошло незначительное уменьшение и по сравнению с контролем. По фону вспашка проявилась противоположная тенденция. Под действием помёта количество мине-

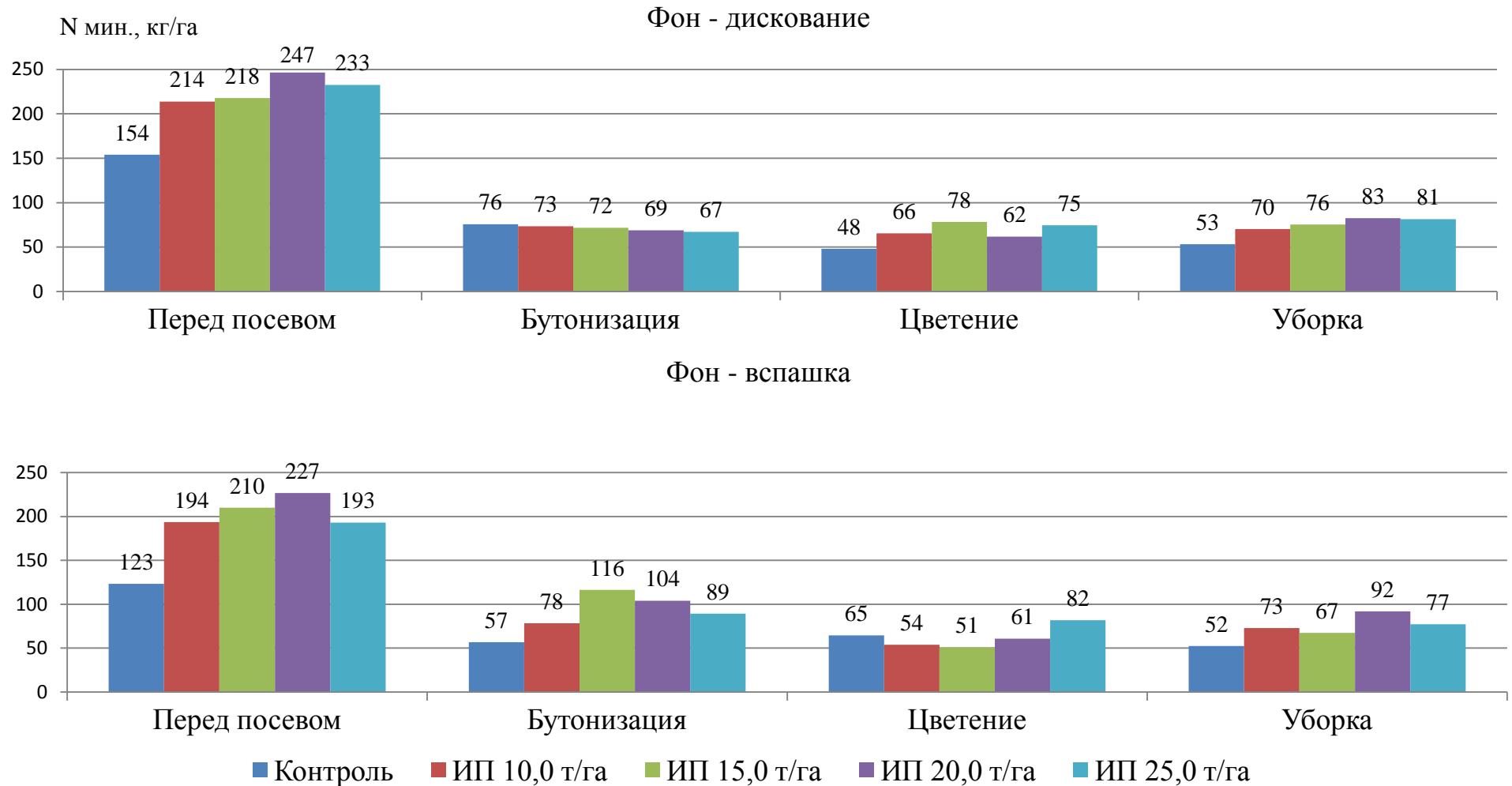


Рисунок 8 - Динамика минерального азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении помёта.  
Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га.

рального азота существенно увеличивалось. Уже при внесении 10 т/га его было больше, чем на любом из вариантов по фону дискование. Пик был достигнут при внесении 15 т/га, лишь потом началось снижение. Это позволяет сделать вывод о том, что в период от посева до фазы бутонизации неразложившаяся часть помёта, размещённая в большем объёме почвы подвергалась более интенсивной минерализации.

В цветение общий уровень  $N_{\text{мин}}$  по двум фонам различался мало. Он также оставался в пределах 50 - 85 кг/га. К уборке проявилась тенденция повышения содержания  $N_{\text{мин}}$  в почве при внесении помёта под оба вида обработки почвы.

В целом за вегетацию подсолнечника применение помёта во все годы вызвало существенное повышение обеспеченности почвы минеральным азотом (рисунок 9). В 2011 г. на обоих фонах максимум достигнут от наибольшей дозы, в 2012 г. на варианте с 15 т/га помёта. Кривая снижения этого показателя при повышении дозы до 20 и особенно 25 т/га очень крутая. В 2013 г. закономерности изменения содержания минерального азота сходны с тенденциями, имевшими место в 2011 г. Максимальные значения получены при внесении 20 - 25 т/га помёта.

В среднем за три года содержание  $N_{\text{мин}}$  на контроле по фону дискование составило 83,2, а по вспашке 74,1 кг/га (рисунок 10). Под влиянием помёта количество минерального азота повышалось до 115,4 и 119,1 кг/га. В обоих случаях наибольшее влияние оказывало применение помёта в дозе 20 т/га. Снижение от дальнейшего увеличения дозы в среднем равно 5,1 кг/га. По фону вспашка влияние помёта на режим минерального азота в почве было сильнее, чем по дискованию.

Представляет интерес подсчет соотношения нитратного и аммонийного азота в почве в составе минерального и динамика этого показателя в зависимости от дозы помёта. В среднем за 2011-2013 гг. на контроле к посеву подсолнечника доля  $N\text{-NO}_3$  в  $N_{\text{мин}}$  по фону дискование составила 68,6, а по вспашке – 60,7% (рисунок 11). В течение вегетации происходило достаточно равномерное, но очень крутое её уменьшение - до 32,2; 30,0 %. Это свидетельствует о том, что нитратная

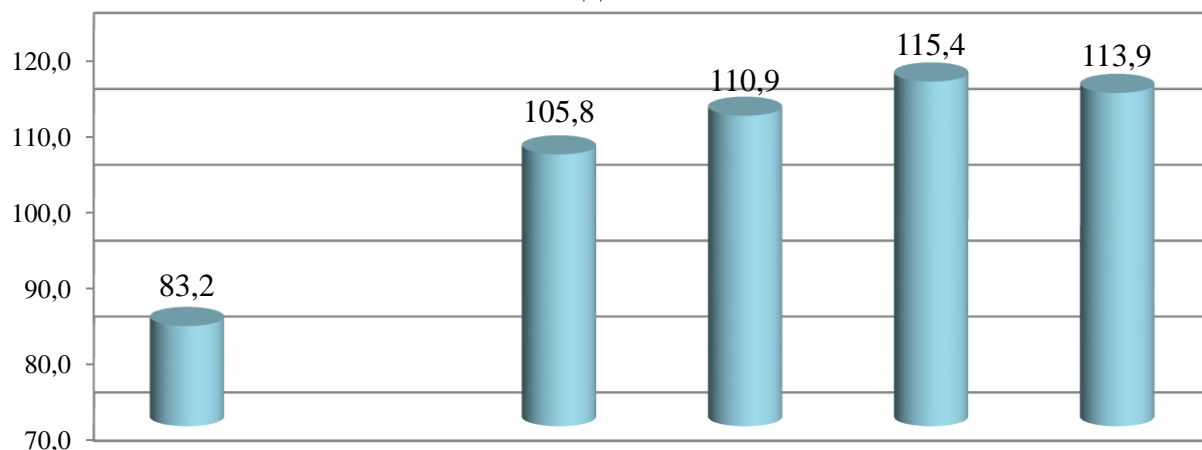
форма азота поглощается растениями в первую очередь, а нитрификационный процесс к концу вегетации ослабевает.



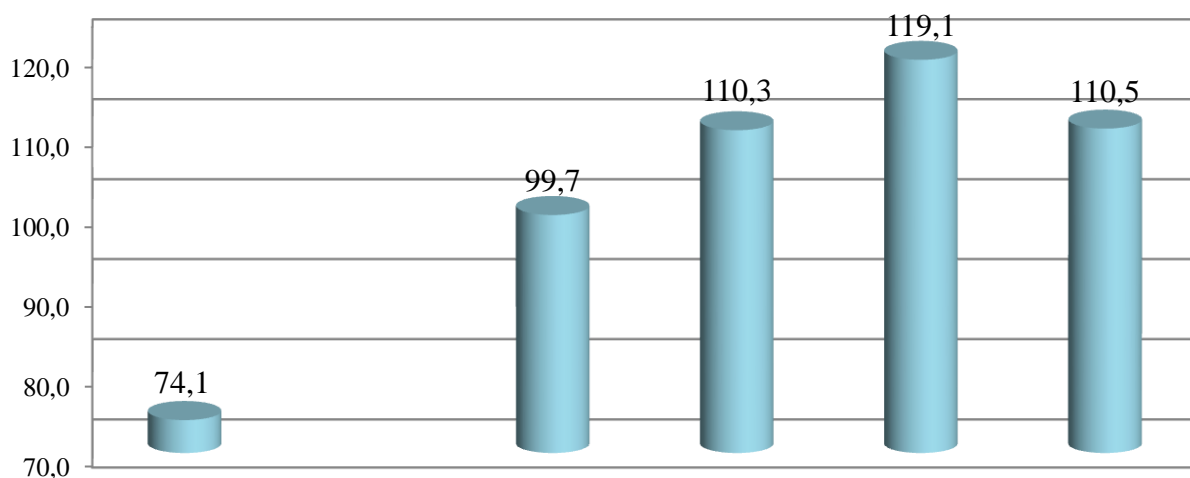
Рисунок 9. Влияние применения помёта на содержание минерального азота в слое почвы 0-40 см, в среднем за вегетацию подсолнечника, кг/га.

N мин., кг/га

Фон - дискование



Фон - вспашка



Среднее по двум фонам обработки почвы

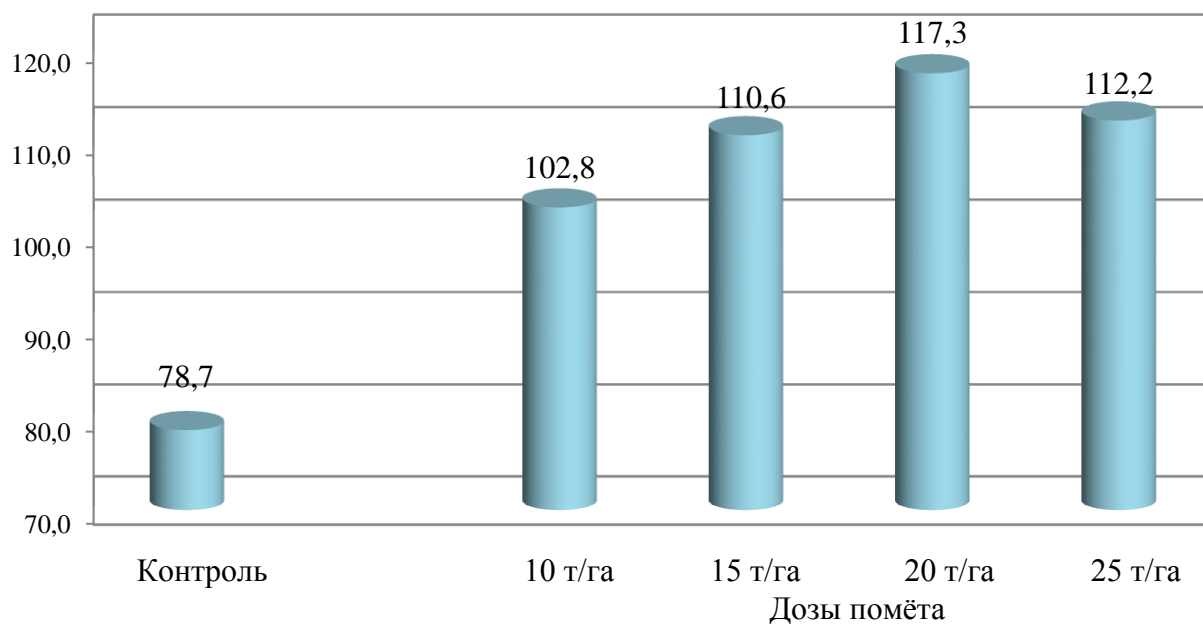
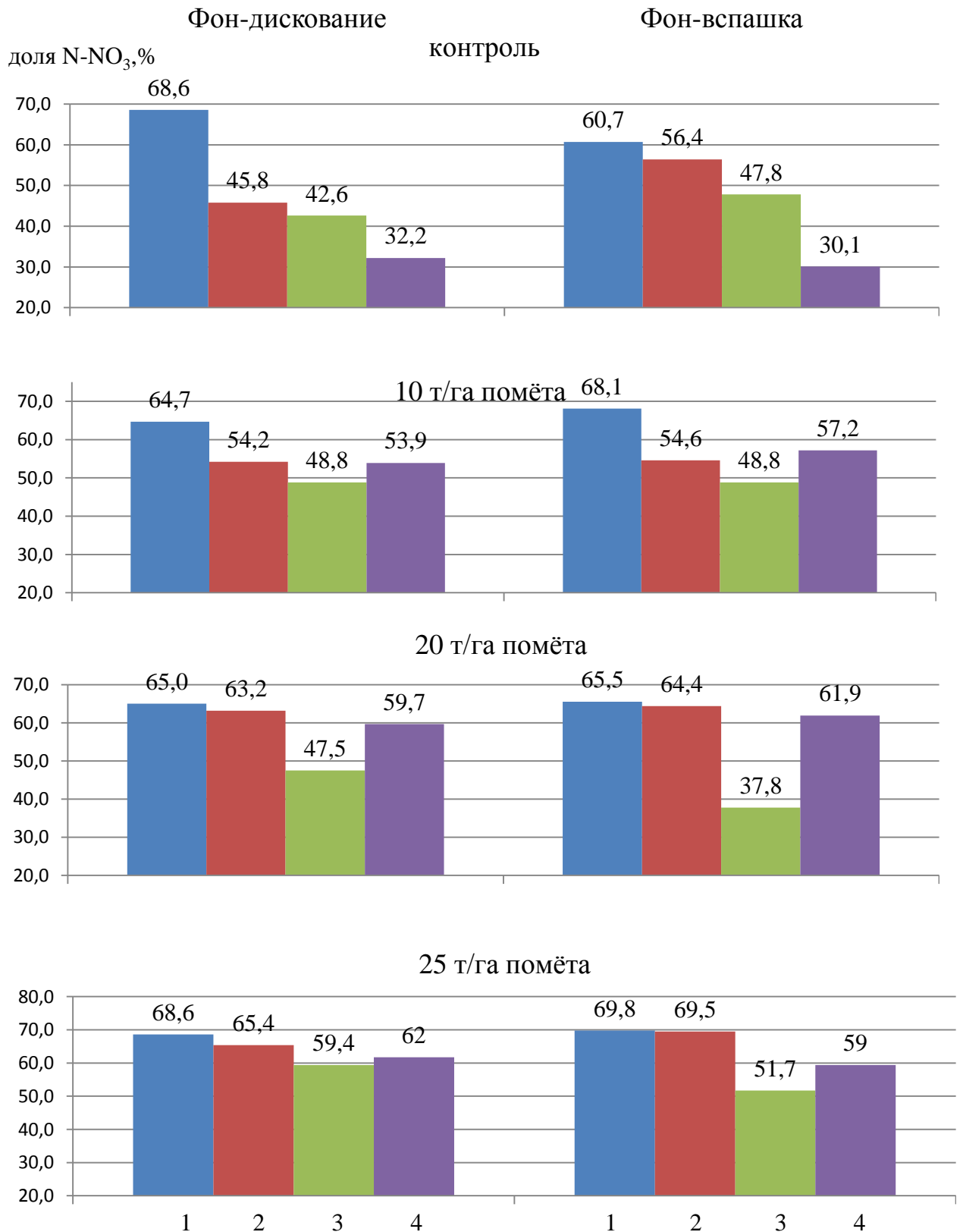


Рисунок 10. Влияние применения помёта на содержание минерального азота в слое почвы 0 - 40 см в целом за вегетацию подсолнечника. Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га.



1 - посев, 2 - бутонизация, 3 - цветение, 4 - уборка.

Рисунок 11. Доля нитратного азота в составе минерального в почве под подсолнечником в течение вегетации. Среднее за 2011 - 2013 гг., слой 0 - 40 см, %

Иная картина складывалась на вариантах с применением помета. Процесс снижения доли нитратного азота в составе минерального существенно замедлялся. Особенно с ростом дозы до 20 - 25 т/га. Следовательно, процесс нитрификации при внесении помета протекает значительно интенсивнее в течение всей вегетации подсолнечника. Несмотря на значительно большее, чем на контроле, потребление нитратов растениями, соотношение с аммонием продолжало оставаться высоким. Благодаря этому, и в целом за вегетацию подсолнечника доля нитратного азота в почве в составе минерального при внесении помета увеличивалась.

В целом за вегетацию подсолнечника в среднем за 2012 - 2013 гг. на контроле процентное содержание аммонийной формы на 12,6 % меньше, чем нитратной. При внесении помета этот разрыв увеличивается с ростом дозы. Тенденции по фонам дискование и вспашка практически не отличаются. В среднем по двум фонам (Рисунок 12) уже при внесении 5 т/га помета доля  $N-NO_3$  в  $N_{\text{мин}}$  повысилась до 60,8 %, а аммонийного соответственно уменьшилась. При увеличении дозы до 20 т/га она нарастает постепенно, а с 20 до 25 т/га достаточно круто. На этом варианте 2/3 азота находилось в нитратной форме и 1/3 в аммонийной. Здесь определенную роль могло сыграть угнетение деятельности микрофлоры на этапе аммонификации органического вещества помета.

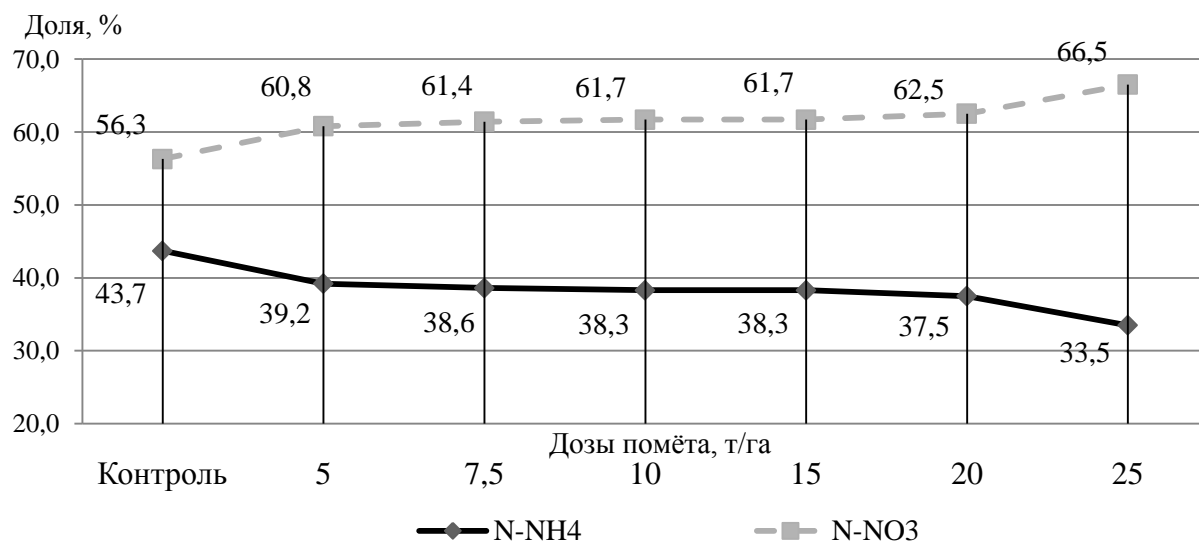


Рисунок 12. Изменение доли  $N-NO_3$  и  $N-NH_4$  в составе  $N_{\text{мин}}$  в почве при внесении помета в целом за вегетацию подсолнечника. Среднее по двум фонам обработки почвы за 2012 - 2013 гг., слой 0 - 40 см, %

Кроме того, что внесение индюшиного помёта в почву в большей степени стимулирует в ней процессы нитрификации, чем аммонификации, нельзя исключить и негативную роль содержащихся в нём антибиотиков.

Полученный эффект вероятно связан с ростом концентрации антибиотиков в почве при увеличении дозы вносимого помёта и неодинаковом их воздействии на различные роды и группы микроорганизмов.

Доминирующий путь попадания антибиотиков в почву, осуществляется через применение навоза в сельскохозяйственных землях в качестве удобрения. Некоторые антибиотики сохраняются долгое время в окружающей среде, особенно в почве, а другие очень быстро деградируют (Покровский В.Н, 1990).

В зависимости от природы антибиотика, его концентрации, времени действия, микроструктуры клетки организма и внешних условий - температуры, pH и других, антибиотические вещества могут проявлять цитостатическое, цитоцидное или цитолитическое действие (Егоров Н.С., 1994).

Антибиотики, подавляющие синтез белка - тетрациклиновой группы широко применяются в сельском хозяйстве, в частности в птицеводстве (<http://revolution.allbest.ru>).

В процессе минерализации органического вещества в почве принимают активное участие представители семейства Pseudomonadaceae рода Pseudomonas (*Pseudomonas fluorescens*, *Ps. aeruginosa*), семейства Bacillaceae рода Bacillus (*Bacillus mycoides*, *Bac. cereus*, *Bac. subtilis*) и рода Clostridium (*Cl. sporogenes*, *Cl. putrificus*), семейства Enterobacteriaceae рода Proteus (*Proteus vulgaris*) и др. (<http://agroinf.com>).

На рост и развитие бактерий рода Bacillus активно влияют такие антибиотики, как тетрациклины, хлорамфеникол и неомицин. К чувствительным, которые подавляются в большинстве случаев концентрацией 10 мкг/мл можно отнести микроорганизмы, принадлежащие к следующим родам: Bacillus, Bordetella, Brucella, Klebsiella, Mycobacterium, Bacterium и некоторые другие. (Акименко Ю.В. и др., 2013 г.)



Было показано, что антибиотики из группы тетрациклинов в концентрации 300 мг/кг существенно снижают активность каталазы и фосфатазы в почвах, это снижение колеблется в пределах 35-55% от контрольных образцов (Feng Liu, 2009).

Возможна ещё одна причина для объяснения полученного эффекта. В помёте содержится огромное многообразие микроорганизмов и процессы минерализации там протекали задолго до того как он попал в почву. Возможно в этом процессе участвовали семейства и роды микроорганизмов, отличавшиеся от тех, что находились в почве. Но известно, что многие микроорганизмы за счёт своей ферментативной деятельности способны угнетать жизнедеятельность других. При повышении дозы вносимого помёта повышается и количество тех микроорганизмов, которые находятся в нём. Далее они угнетают дикую микрофлору, не давая активно размножаться, но сами при этом менее эффективны в процессе минерализации.

### **3.3 Влияние применения помёта на содержание подвижного фосфора в почве под подсолнечником**

В 2011 году содержание подвижного фосфора в почве перед посевом подсолнечника в слое 0 - 20 см находилось в пределах 13,8 - 15,3 мг/кг почвы, то есть в пограничной зоне между средней и низкой обеспеченностью. Оно было практически таким же, как и в слое 20 - 40 см. В слое почвы 0 - 40 см на контроле среднее содержание подвижного фосфора на фоне дискования составило 14,1, а вспашки - 15,7 мг/кг почвы (таблица 15).

Применение помёта, заделанного мелкой обработкой почвы, слабо отразилось на содержании  $P_2O_5$  в слое почвы 20 - 40 см, а при вспашке изменения по сравнению с контролем здесь составляли на разных вариантах 2,1 - 2,7, а при внесении 25 т/га доходили до 5,9 мг/кг почвы. В первом случае с внесением помёта в дозе 20 т/га оно увеличилось до 16,5, во втором - до 19,9 мг/кг почвы. По-видимому, минерализация органических соединений помёта, содержащих фос-

фор, при более равномерном перемешивании с почвой шла интенсивнее. По фону вспашка более всего фосфатный уровень почвы поднялся на варианте с дозой помёта 25 т/га. При заделке помёта в этой дозе дискованием он даже несколько понизился.

Таблица 15 - Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см под подсолнечником, мг/кг почвы.

Вариант	Фон - дискование				Фон - вспашка			
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка
<b>2011 год</b>								
контроль	14,1	10,4	7,6	6,2	15,7	10,2	3,6	2,8
ИП 10,0 т/га	15,6	13,5	10,8	13,8	18,9	14,1	8,5	6,1
ИП 15,0 т/га	15,9	11,3	12,4	10,8	18,4	12,0	8,3	7,6
ИП 20,0 т/га	16,5	12,2	11,3	9,2	19,9	13,2	11,2	10,9
ИП 25,0 т/га	14,9	11,1	11,9	11,6	21,3	11,0	7,9	8,2
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,65	0,65	0,32	0,27				
НСР <sub>095</sub> фактора В	1,03	1,03	0,48	0,42				
НСР <sub>095</sub> АВ	1,45	1,45	0,69	0,59				
<b>2012 год</b>								
контроль	11,7	4,6	10,2	10,6	14,5	5,6	7,4	8,2
ИП 5,0 т/га	13,4	8,6	10,6	12,3	17,9	5,5	8,3	9,1
ИП 7,5 т/га	16,4	8,9	11,7	14,3	19,3	7,3	9,9	10,6
ИП 10,0 т/га	19,8	8,8	12,7	14,2	21,5	7,6	11,9	13,1
ИП 15,0 т/га	18,0	8,4	12,3	13,0	21,7	9,1	12,0	13,5
ИП 20,0 т/га	18,4	10,0	11,9	13,0	19,0	11,0	12,5	13,9
ИП 25,0 т/га	18,8	10,8	10,6	11,4	17,3	7,8	11,7	12,2
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,35	0,29	0,41	0,31				
НСР <sub>095</sub> фактора В	0,66	0,54	0,76	0,58				
НСР <sub>095</sub> АВ	0,93	0,76	1,09	0,82				
<b>2013 год</b>								
контроль	9,1	5,2	7,8	11,5	9,3	5,4	6,6	11,0
ИП 5,0 т/га	12,0	6,1	6,4	14,5	12,4	8,6	7,0	11,3
ИП 7,5 т/га	11,9	5,9	8,1	13,2	12,1	5,7	7,2	12,7
ИП 10,0 т/га	11,8	7,6	7,3	15,7	12,8	4,8	6,9	13,2
ИП 15,0 т/га	12,1	6,3	8,6	12,8	12,5	3,8	7,7	12,6
ИП 20,0 т/га	10,6	6,2	8,2	12,9	11,0	7,9	9,7	13,1
ИП 25,0 т/га	10,4	6,4	9,8	12,6	9,8	6,6	10,2	9,4
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,27	0,27	0,25	0,31				
НСР <sub>095</sub> фактора В	0,49	0,52	0,45	0,58				
НСР <sub>095</sub> АВ	0,70	0,74	0,64	0,82				

Существенное уменьшение содержания фосфора, извлекаемого из почвы 1% углекислым аммонием, произошло от посева до фазы бутонизация. Эта тен-

денция чётко проявилась на всех, без исключения, вариантах по обоим фонам обработки почвы. На контроле оно составило 3,7 - 5,5 мг/кг почвы. Уровень содержания фосфора опустился до границы между низкой и очень низкой обеспеченностью. На вариантах с помётом снижение было тем больше, чем выше доза. Максимальное количество фосфора отмечено на варианте с дозой помёта 10 т/га - 13,5 - 14,1 мг/кг почвы. С увеличением дозы оно уменьшалось на обоих фонах.

По-видимому, данный эффект нельзя объяснить только увеличением выноса фосфора растениями подсолнечника при улучшении питания. В ещё большей степени это может быть обусловлено ретроградацией фосфатов, которая усиливалась при повышении дозы. Сильнее она проявилась там, где помёт лучше перемешивался с почвой и имел с ней больший контакт. Помёт содержит значительное количество кальция - 3,89 %. С увеличением дозы помёта количество кальция в почве повышалось, и образование нерастворимых трёхкальциевых фосфатов усиливалось. На варианте с дозой помёта 25 т/га на фоне вспашки отрицательный эффект был наибольшим. В процесс перехода в нерастворимое состояние вовлекался, по-видимому, не только фосфор, образовавшийся при минерализации помёта, но и почвенные запасы подвижного фосфора.

К цветению содержание подвижного фосфора в почве ещё более понизилось. На обоих фонах на контроле оно стало очень низким. По фону вспашка более заметен продолжающийся процесс уменьшения количества подвижного фосфора в почве на всех вариантах с помётом. К уборке темпы снижения фосфатного уровня почвы замедлились, но ещё имели место. Картина различий между вариантами с разными дозами помёта не очень чёткая. Но при внесении помёта под дискование максимум отмечен на варианте с дозой 10, а по вспашке - с дозой 20 т/га.

В 2012 г. на контроле по фону обработки почвы дискование содержание  $P_2O_5$  в слое 0 - 20 см соответствовало низкой обеспеченности - 11,2, а по вспашке средней - 16,4 мг/кг почвы. В слое 20 - 40 см содержание фосфора по обоим фонам было почти одинаковым. В этом году повышение содержания фосфора в почве при внесении помёта проявилось в большей степени, чем в предыдущем, как в

слое 0 - 20, так и в слое 20 - 40 см. Максимальные значения по фону дискование в слое 0 - 20 см отмечены на варианте с дозой 25 т/га, а по вспашке - 15 т/га. В слое почвы 20 - 40 см больше всего подвижного фосфора было при внесении 15 т/га по обоим обработкам почвы.

Преимущество в содержании фосфора в почве при отвальной глубокой обработке почвы особенно хорошо прослеживается при анализе данных по слою 0 - 40 см. Максимум имел место по фону дискование на варианте с 10 т/га помёта, а по вспашке - с 15 т/га. Уменьшение содержания подвижного фосфора в почве в период от посева до фазы бутонизация в этом году было ещё более резким, чем в предыдущий год. Фосфатный уровень на всех вариантах за исключением вариантов с 20 - 25 т/га, стал очень низким. Действие помёта на этот показатель оставалось достаточно большим, но тенденция увеличения содержания фосфора в почве с повышением дозы помёта чётко выражена только по фону вспашка. Однако здесь увеличение дозы до 25 т/га, как и в начале вегетации, привело к существенному уменьшению количества доступного фосфора в почве. После бутонизации отмечено постепенное нарастание содержания фосфора в почве на всех вариантах по обоим фонам обработки. По - видимому, процесс ретроградации фосфатов почвы сменился на прямо противоположный - переход в более растворимые формы. Возможно сказалось также и уменьшение потребления фосфора растениями и продолжающаяся минерализация помёта.

Поглощение фосфора удобрений почвой, по мнению многих учёных, проходит в два этапа: первоначальный - короткий и быстрый и последующий - длительный и постепенный (Мачигин Б.П., 1948; Чириков Ф.В., 1956; Чумаченко И.Н., 1964; Devin J. et al., 1968; Fitter Н.А., 1974; Larson S., Widdowson А.Е., 1976 и др.). Очень убедительную иллюстрацию этому положению приводит Б.А. Сушеница (2007). В течение первых суток связывается 40 - 46 % внесённых фосфатов (из суперфосфата) далее их количество убывает плавно. В течение последующих 180 дней содержание подвижных фосфатов уменьшилось ещё на 34 %, то есть среднемесячное снижение составило около 6 %. В дальнейшем, за такой же срок, ежемесячное убывание составляло всего 0,2 - 0,9 %. Характерная особен-

ность данного процесса состоит в том, что в почве, где выращивались растения, снижение было гораздо больше, чем без них.

В 2013 г. отмечена самая низкая исходная обеспеченность почвы подвижным фосфором по обоим фонам обработки почвы. На контроле в слое почвы 0 - 20 см она находилась в пределах 9,8 - 10 мг/кг почвы. При внесении помёта содержание фосфора в почве повышалось с увеличением дозы до 10 т/га. Затем происходило уменьшение, которое достигло максимума на варианте с дозой 25 т/га.

Данные по слою почвы 0 - 40 см свидетельствуют об отсутствии существенных различий в содержании фосфора в почве в зависимости от глубины заделки помёта. К фазе бутонизация произошло уменьшение содержания подвижного фосфора в почве, особенно сильное на вариантах с помётом. К уборке он повысился, причём по фону дискование практически на всех вариантах стал больше, чем по вспашке. В данном случае это связано со значительно меньшей урожайностью и потреблением фосфора растениями подсолнечника.

Усреднение данных за 2011 - 2013 гг. показывает, что к посеву подсолнечника содержание подвижного фосфора на контроле и вариантах с помётом по фону вспашка выше, чем при дисковании, на 1,4 - 3,1 мг/кг почвы (рисунок 13). Прслеживается его уменьшение с увеличением дозы помёта. По фону дискование эта тенденция выражена значительно слабее. То есть, с одной стороны, при глубокой обработке почвы процесс минерализации органического вещества, в том числе из помёта, интенсивнее, а с другой, ретроградация минеральных соединений фосфора здесь также идёт быстрее, особенно при повышении дозы помёта.

К фазе бутонизация произошло существенное снижение уровня обеспеченности почвы фосфором. В большей степени это проявилось по фону вспашка. Здесь же сильнее сократилось преимущество вариантов с помётом по сравнению с контролем, но уменьшение содержания подвижного фосфора в почве с повышением дозы помёта прекратилось. Наметилась тенденция увеличения, что говорит о сдвиге равновесия между растворимыми и труднорастворимыми фосфатами в сторону увеличения количества последних. В период цветения - уборка она уже чётко оформилась.

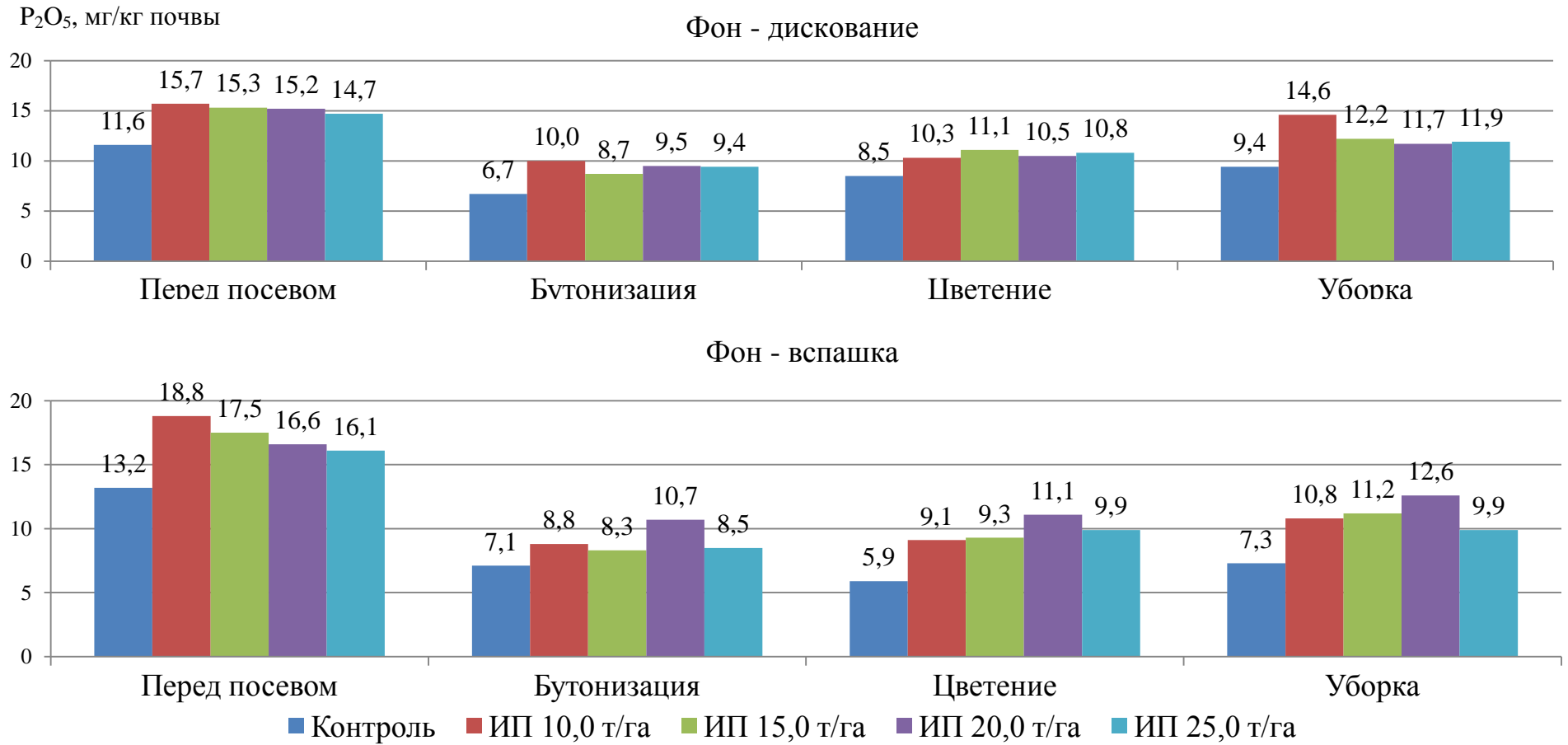


Рисунок 13 - Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см при внесении помёта под подсолнечник.

Среднее за 2011 - 2013 гг., мг/кг почвы.

По дискованию по-прежнему, доминирующим был процесс уменьшения количества фосфора в почве при увеличении дозы помёта.

В целом в период бутонизация - уборка подсолнечника снижение запасов подвижного фосфора не наблюдалось, отмечено некоторое увеличение, особенно на последнем этапе.

Таким образом, по фону дискование в течение всего периода от внесения помёта осенью до уборки подсолнечника наибольшую роль играл процесс снижения подвижности минеральных фосфатов из помёта при увеличении его дозы. При внесении помёта под вспашку в осенний и весенний период тенденция была аналогичной, а на этапе посев - бутонизация сменилась на противоположную. Доминирующим стало повышение количества подвижного фосфора в почве с увеличением дозы помёта.

Оценка обеспеченности почвы подвижным фосфором в целом за вегетацию подсолнечника показывает, что максимальное повышение его уровня достигалось по разным фонам обработки почвы при внесении различных доз помёта (рисунок 14). По фону дискование во все годы наибольший эффект дало применение 10 т/га, по вспашке - 20 т/га. Но в последнем случае более резко проявилось снижение положительного эффекта при увеличении дозы помёта до 25 т/га.

Это особенно наглядно прослеживается при усреднении данных за три года исследований (рисунок 15). Максимальная величина изменений по сравнению с контролем при заделке помёта плугом - 4,4, а при дисковании - 3,6 мг/кг почвы. В первом случае наибольший эффект достигнут при внесении 20, во втором - 10 т/га. В целом по двум фонам обработки почвы существенных различий в действии разных доз помёта в диапазоне от 10 до 20 т/га не установлено.

Во влиянии минеральных удобрений на фосфатный режим почвы в период бутонизация - уборка в разные годы проявились сходные закономерности (приложение 3). В среднем за 2011 - 2013 гг. и по двум фонам при внесении минеральных удобрений в дозе NPK по 50 кг/га в целом за весь период бутонизация - уборка содержание  $P_2O_5$  в почве увеличилось на 2,1 - 2,4 мг/кг почвы. Это свидетельствует о том, что потребление этого элемента растениями полностью компен-

сируется дополнительным фосфором из удобрений и остаётся определённый запас в почве.

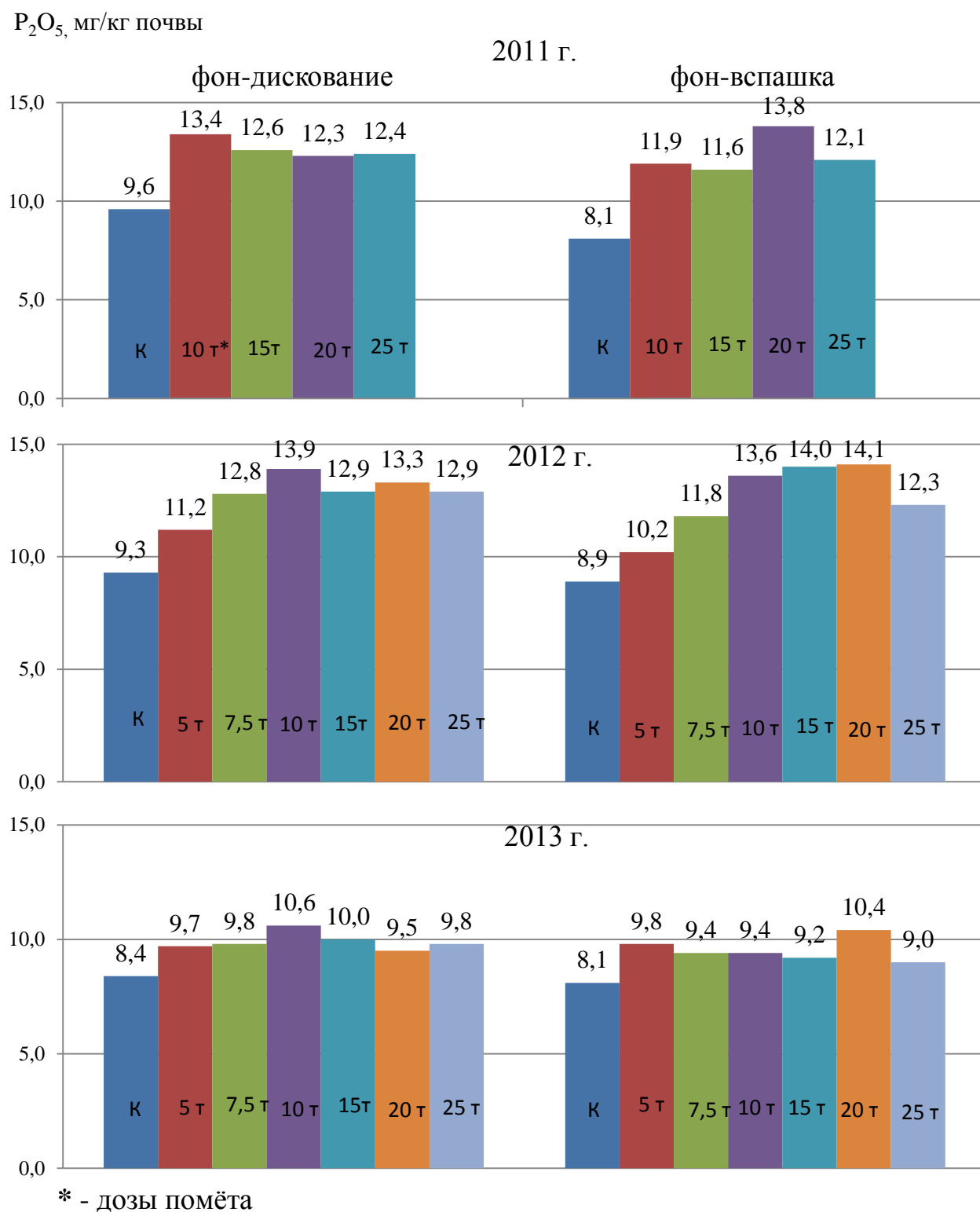


Рисунок 14 - Среднее содержание подвижного фосфора в целом за вегетацию в слое почвы 0-40 см, мг/кг почвы.



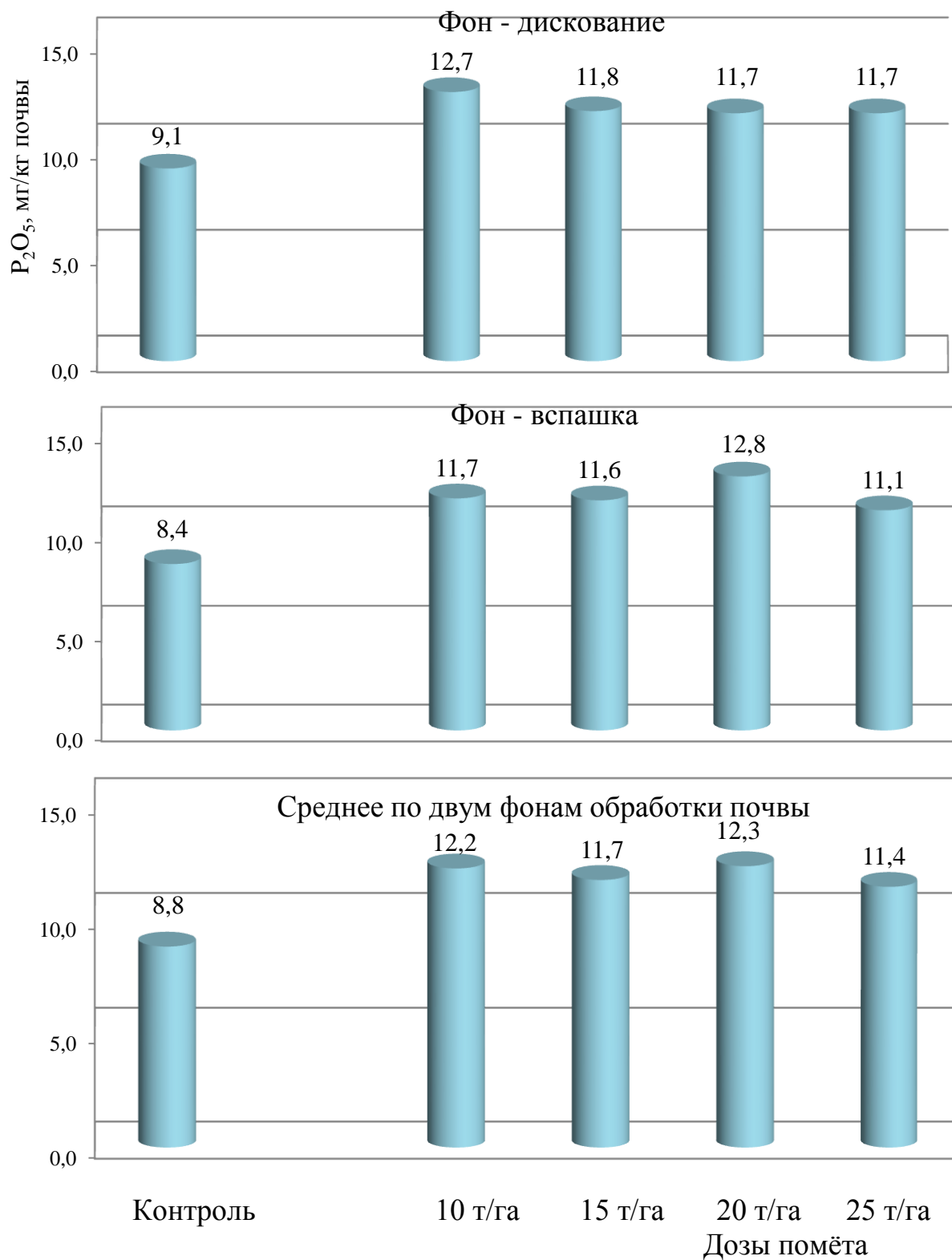


Рисунок 15. Влияние применения помёта на содержание подвижного фосфора в почве в целом за вегетацию подсолнечника. Среднее за 2011 - 2013 гг. в слое 0 - 40 см, мг/кг почвы.

### **3.4 Влияние применения помёта на содержание обменного калия в почве под подсолнечником**

Исходное содержание обменного калия в почве во все годы перед посевом в слое 0 - 20 см соответствовало высокой обеспеченности этим элементом - от 451 - 541, в слое 20 - 40 см, оно находилось в пределах 290 - 378 мг/кг почвы. Более высокий уровень калия в почве отмечен в 2012 г. (таблица 16).

В 2011 и 2013 гг. при обработке почвы путём дискования проявилось существенное преимущество в содержании обменного калия в почве по сравнению со вспашкой. В 2012 г. влияние способа обработки почвы значительно слабее.

При мелкой обработке почвы основная масса растительных остатков предшественника подсолнечника озимой пшеницы - стерня, опад, корни, а так же ассоциативная микрофлора остаётся в верхнем 10 - 15 сантиметровом слое почвы. В нём выше температура и скорость окислительных процессов. Минерализация органики идёт значительно быстрее, чем в более глубоких слоях почвы. Поэтому количество водорастворимого и обменного калия здесь выше по сравнению с отвальной обработкой, где большая часть органических веществ из верхнего слоя почвы была распределена в большем объёме почвы или перемещена на дно борозды. В условиях более низкой температуры и аэрации почвы процесс их минерализации шёл медленнее. В 2012 г. при большей насыщенности ППК обменным калием поступление дополнительных порций калия в почву из разложившихся органических веществ способствовало, по - видимому, сдвигу равновесия между обменным и необменным калием в сторону последнего. Поэтому абсолютный и особенно относительный прирост содержания обменного калия был значительно меньше.

Существенно различалась в разные годы также динамика обменного калия в течение вегетации подсолнечника. В 2011 г. в период от посева до фазы цветения по фону дискование произошло уменьшение его содержания на 206 мг/кг почвы в слое 0 - 20 и на 236 - в слое 20 - 40 см. Затем произошло частичное восстановление запаса обменного калия в почве. По вспашке снижение было меньше, но про-

должалось вплоть до уборки подсолнечника, особенно в слое почвы 20 - 40 см, где оно составило 150 мг/кг почвы. Аналогичная картина наблюдалась в 2013 гг.

Таблица 16 - Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см под подсолнечником, мг/кг почвы

Вариант	Фон - дискование				Фон - вспашка			
	перед посевом	бутони- зация	цвете- ние	убор- ка	перед посевом	бутони- зация	цвете- ние	уборка
<b>2011 год</b>								
контроль	419	348	199	282	330	327	250	219
ИП 10,0 т/га	436	361	249	299	360	343	307	292
ИП 15,0 т/га	434	370	249	303	370	363	266	271
ИП 20,0 т/га	443	370	243	320	397	372	286	329
ИП 25,0 т/га	432	344	246	310	381	389	282	338
НСР <sub>095</sub> фактора А	2,99	3,86	2,47	3,02				
НСР <sub>095</sub> фактора В	4,73	6,11	3,90	4,78				
НСР <sub>095</sub> АВ	6,69	8,64	5,51	6,76				
<b>2012 год</b>								
контроль	460	423	429	445	441	436	427	443
ИП 5,0 т/га	497	436	434	459	472	432	370	419
ИП 7,5 т/га	491	479	457	449	491	447	400	421
ИП 10,0 т/га	500	484	427	442	471	443	419	454
ИП 15,0 т/га	464	470	415	436	490	438	388	447
ИП 20,0 т/га	427	451	512	538	507	445	396	440
ИП 25,0 т/га	442	504	505	527	531	487	434	480
НСР <sub>095</sub> фактора А	3,54	2,41	3,17	2,10				
НСР <sub>095</sub> фактора В	6,63	4,51	5,94	3,93				
НСР <sub>095</sub> АВ	9,38	6,37	8,40	5,56				
<b>2013 год</b>								
контроль	371	319	264	271	308	246	251	223
ИП 5,0 т/га	394	355	277	257	302	252	247	244
ИП 7,5 т/га	393	335	294	240	299	250	220	282
ИП 10,0 т/га	403	351	290	245	341	288	267	263
ИП 15,0 т/га	401	376	264	236	373	306	274	291
ИП 20,0 т/га	405	395	244	237	361	341	288	270
ИП 25,0 т/га	391	442	291	234	357	359	296	270
НСР <sub>095</sub> фактора А	3,95	3,48	2,65	3,01				
НСР <sub>095</sub> фактора В	7,39	6,51	4,97	5,63				
НСР <sub>095</sub> АВ	10,45	9,21	7,02	7,97				

В 2012 г. отмечены совершенно иные тенденции в калийном режиме почвы. Кроме того, что различия содержания обменного калия в почве под влиянием разных видов обработки почвы были малы, слабо изменялся уровень обеспеченности почвы подвижным калием в течение вегетации подсолнечника. Уменьшение к фазе цветения по фону дискование и к фазе бутонизация по вспашке составляло лишь 10 и 8 % от первоначального, а к уборке произошло почти полное восстановление исходного содержания. Сходные изменения, но в меньшем диапазоне значений, происходили в слое 20 - 40 см.

Наряду с более высоким уровнем обеспеченности почвы обменным калием, вторая важная причина различий калийного режима почвы между годами заключается в условиях увлажнения. В 2012 г. перед посевом подсолнечника содержание продуктивной влаги в слое почвы 0 - 40 см составило по фону дискование 61,6, в 2011 г. - 37,1, в 2013 г. - 40,0 мм. Разница более чем в 1,5 раза. Кроме того, существенно отличались годы и по количеству осадков за май - август. В 2012 г. их выпало 249,6 мм, а в 2011 и 2013 гг. соответственно на 78 и 120 мм меньше. Большая исходная влажность почвы и периодическое хорошее дополнительное увлажнение осадками создавало условия для постоянного интенсивного перехода необменного калия в обменный. Этот процесс, по - видимому, был настолько энергичным, что практически полностью компенсировал большой вынос калия растениями при формировании мощной вегетативной массы подсолнечника в этом году. К уборке в слое почвы 0 - 20 см содержалось по фону дискование 505, а по вспашке - 512 мг/кг почвы обменного калия.

Большие колебания в содержании различных форм калия в одном типе почвы, на ограниченной территории, по годам и в течение вегетации одной культуры, резкие изменения направленности процессов, определяющих количество той или иной формы калия в почве отражают сложность проблемы оценки её калийного состояния и обуславливают актуальность исследований в этом направлении.

Состояние калийного режима почв зависит от химического состава почвообразующей породы, климатических условий, интенсивности антропогенного воздействия на почвенный покров, применения различных видов агрохимических

средств, специализации севооборотов, использования системы агроприемов (Адрианов С.Н., Барбер С.А., 1988; Погорелов Ю.Г., 1988; Адрианов С.Н., 1990; Орел А.Н., Романюк В.Н., 1996; Schneider A., 1997; Минеев В.Г., 1999; Прокошев В.В., Дерюгин И.П., 2000; Турчин В.В., 2007).

Как отмечают Van Diest (1985), H. Mutcscher (1995), M. L. Van Beusichem (1998), в агрономической практике для характеристики плодородия почвы обычно выделяют 5 форм калия, которые в почве неразрывно связаны друг с другом и постоянно взаимодействуют для достижения равновесия, типичного для данной почвы:

- калий минерального скелета – основная часть калия почвы, обусловленная почвообразующими калий содержащими первичными и вторичными минералами, в основном недоступен для растений;
- калий необменный – часть калия почвы, находящаяся в структуре слюдоподобных минералов и органоминеральных смектитовых комплексов, участвующих в формировании равновесия системы, частично доступен для растений;
- калий обменный – часть калия почвы, расположенная на поверхности органоминеральных коллоидов и на специфических позициях вторичных минералов, практически доступен для растений;
- калий почвенного раствора – часть калия почвы, находящаяся в водорастворимой форме, непосредственный источник питания растений;
- калий органического вещества.

Калий, обменно-поглощенный почвой, – главный источник питания растений. На его долю в черноземах приходится от 1-3% от валового содержания калия. Запасы обменного калия в пахотном слое колеблются в пределах 0,5-2 т/га, в метровом слое – 4-5 т/га. Калий удерживается отрицательными зарядами обменных участков почвенных глин и органического вещества. Сила связывания зависит от типа обменных участков и наличия других катионов, главным образом кальция и магния (Барбер С.А., 1988; Погорелов Ю.Г., 1988; Адрианов С.Н., 1990).

Исследования Ф.В. Чирикова (1956), И.Г. Важенина, Г.И. Карасевой (1959), Н.О. Авакяна (1978), В.Д. Цыганка, Л.Г. Бояна (1988), Л.М. Державина (1992) показали, что для усвоения поглощенного почвой калия, контакт корней с почвенными частицами не является обязательным. Перешедший в раствор из адсорбента калий удерживается в нём в соотношении, отвечающем динамическому равновесию между катионами раствора и поглощенным почвой калием. В свою очередь, воздействие корня на почву, а также нарушение равновесия ионов, может проявиться только через почвенный раствор, который в результате жизнедеятельности корневой системы обогащается выделяемой корнями  $\text{CO}_2$  и, с другой стороны, обедняется катионами и анионами, поглощаемыми корнями. Между тем, эти изменения происходят не во всем корнеобитаемом слое почвы, а лишь локально, в местах соприкосновения корней с почвенными частицами в небольшой прилегающей к ним зоне. Следовательно, определяющим фактором в усвоении растениями поглощенного почвой калия является почвенный раствор. По мере потребления корнем калия из почвенного раствора, туда переходят новые количества калия из адсорбированного состояния (Минеев В.Г., 1999).

Содержание и распределение усвояемого калия почвы зависит не только от физико-химических показателей, оно связано и с биологическими процессами. Запасы калия органического вещества в слое 0-50 см в южном черноземе достигают до 654,6 кг/га, что составляет 0,19-0,9% валового калия почвы или 5,5-8,0 мг на 100 г. почвы в пахотном слое. Несмотря на небольшое содержание калия в органическом веществе, он достаточно подвижен и в результате обменных реакций легко переходит в доступную для растений форму. Однако не нужно забывать, что в почве интенсивно размножаются микроорганизмы. Поэтому трудно судить, какое количество калия выделяется при отмирании микроорганизмов и становится доступным растениям, какое поглощается в процессе их разложения (Захарчук П.В., 1962; Адерихин П.Г., Беляев А.Б., 1973; Перевалов М.И., Поддубный Н.Н., 1977; Петрова А.В., 1981).

Необменный почвенный калий включает в себя природный необменный калий и необменно-фиксированный калий удобрений. Природный необменный ка-

лий прочно связан с кристаллической решеткой минералов и переходит в доступное растениям состояние только после ее видоизменения в процессе выветривания или антропогенного воздействия на почву. Необменно-фиксированный калий удобрений более доступен растениям, так как является чужеродным элементом кристаллической решетки. Решетка в свою очередь стремится освободиться от излишнего для нее положительного заряда, вследствие чего переход искусственно фиксированного калия в обменное состояние осуществляется сравнительно легко и не требует никакой перестройки самой решетки (Карапетян А.Р., 1985; Барбер С.А., 1988; Прокошев В.В., Соколова Т.А., 1990; Минеев В.Г., 1999).

Закрепление калия зависит от присутствия глинных минералов типа иллитов, особенно иллитов с «открытой» решеткой. В процессах фиксации калия в почвах определенную роль играют насыщенность ППК основаниями, содержание органического вещества. Высушивание почвы является важным фактором фиксации калия. На слабо выщелоченном черноземе такая мобилизация калия увеличивается с 13 до 85 мг  $K_2O$  на 100 г почвы. Отмечено, что мобилизация калия у черноземных почв происходит при снижении влажности ниже утроенной максимальной гигроскопичности. Общее необменное поглощение калия в черноземах достигает значительных размеров и составляет от 300-700 кг/га  $K_2O$  (Пчелкин В.У., 1996; Кушниренко Е.Ф., 1971; Медведева О.П., 1971; Жукова Л. М., 1974; Петербургский А.В., 1991).

Т.В. Карпинец (1988) после проведения лабораторных опытов с типичным чернозёмом сделал выводы о том, что при рассмотрении трансформации форм калия в почве необходимо выделять два звена:  $K_B \leftrightarrow K_{ППК}$  и  $K_{ППК} \leftrightarrow K_F$ , где  $K_B$  - калий почвенного раствора,  $K_{ППК}$  - калий почвенного поглощающего комплекса и  $K_F$  - калий фиксированный в межпакетных промежутках глинистых минералов. Выявлено более медленное протекание реакции фиксации по сравнению с реакцией обмена калия раствора и ППК, а также существенное влияние на установление равновесия во второй реакции фактора высушивания почвы до воздушно - сухого состояния.

По мнению В. В. Кидина (2008) сложность диагностики калийного питания растений связана в том числе с существенным влиянием погодных и агротехнических условий на характер трансформации разных форм почвенного калия. Лишь незначительная часть используемого растениями калия усваивается при непосредственном контакте корневой системы с почвенными частицами, основная же его часть транспортируется к корням растений массовым потоком воды, расходуемой на транспирацию и благодаря диффузии.

Применение индюшиного помёта оказало существенное влияние на калийный режим почвы. Этому способствовало его высокое содержание в помёте. Так в 10 т помёта общее содержание калия в разные годы находилось в пределах 177 - 232, а в среднем составило 205 кг. При увеличении дозы до 20 - 25 т/га оно повышалось до 410 - 513 кг. Эти величины сопоставимы с исходным количеством обменного калия в почве. При содержании в пахотном слое 400 мг/кг почвы оно составляет 1200 кг/га.

Установлены различия в действии помёта на калийный режим почвы под подсолнечником при разных способах его заделки. При поверхностной обработке почвы увеличение содержания обменного калия в почве перед посевом подсолнечника наблюдалось в основном в слое 0 - 20 см. Изменения по сравнению с контролем были: в 2011 г. в пределах 68 - 81, в среднем 74, в 2012 г. на тех же вариантах (10 - 25 т/га) - 7 - 80, в среднем 31; в 2013 г. - 44 - 76, в среднем 59 мг/кг почвы. Строгой зависимости этих изменений от дозы помёта нет, но максимум во все годы имел место на вариантах с внесением 10 - 15 т/га. В слое почвы 20 - 40 см в целом повышения содержания обменного калия при внесении помёта под дискование не произошло.

По вспашке прирост содержания обменного калия, вызванный применением помёта, в слое почвы 0 - 20 см составлял: в 2011 г. 14 - 40, в среднем 32; в 2012 г. - 11 - 114, в среднем 78; в 2013 г. - 41 - 61, в среднем 56 мг/кг почвы. Увеличилось содержание обменного калия в слое почвы 20 - 40 см : в 2011 г. на 46 - 94; в 2012 г. - на 18 - 69; в 2013 г. - на 24 - 61 мг/кг почвы. Большой прирост отмечался при



доведении дозы до 7,5 - 10 т/га, но, как правило, был и второй "всплеск" при внесении 20 - 25 т/га.

Существенное увеличение содержания обменного калия в слое почвы 20 - 40 см при глубокой заделке помёта объясняется не только его позиционным расположением в слое 20 - 27 см, но и передвижением водорастворимой его части вниз по профилю почвы глубже размещения помёта.

В динамике содержания обменного калия на вариантах с помётом проявились в основном те же тенденции, что и на контроле, но есть и отличия в разных слоях почвы, поэтому лучше проследить этот процесс в целом по слою почвы 0 - 40 см.

К фазе бутонизация во все годы произошло уменьшение уровня обеспеченности почвы обменным калием, но крутизна снижения была неодинаковой как по годам, так и фонам обработки почвы. Такая же картина наблюдалась и на последующем этапе бутонизация - цветение. В 2012 г. по обоим фонам обработки почвы и в 2013 г. по вспашке содержание обменного калия осталось практически на одном уровне. В 2011 г. по обоим фонам и в 2013 г. по дискованию оно уменьшалось на 49 - 77 мг/кг почвы.

К уборке по фону дискование происходило увеличение содержания подвижного калия в почве. В 2012 и 2013 гг. оно незначительно, а в 2011 г. "скачок" был достаточно резким - 83 мг/кг почвы. По вспашке небольшое положительное изменение отмечено лишь в 2012 г., а два других года запас обменного калия продолжал уменьшаться. Полного восстановления первоначального уровня содержания обменного калия в почве на вариантах с помётом не произошло практически нигде, исключение составили лишь варианты с 20 - 25 т/га в 2012 г. по вспашке.

Потребление калия растениями подсолнечника после цветения прекращается, но в сухой почве процессы перехода необменнофиксированного калия в обменный проходит недостаточно интенсивно или даже продолжается движение в обратном направлении. По мнению В.В. Кидина (2008) лишь переход части обменного калия в обменную форму в осенне-весенний период практически полностью восстанавливает убыль его в ППК, обусловленную предшествующей куль-

турой. Хотя даже при сухой осенней погоде содержание обменного калия в почве весной, как правило, выше, чем предшествующей осенью. Возможно именно тем, что в сентябре - октябре 2011 и в апреле 2012 гг. количество осадков было наибольшим за все годы исследований, объясняется значительно более высокий уровень содержания обменного калия в почве к посеву подсолнечника в 2012 г.

Как показали обстоятельные исследования В. В. Турчина (2007), выполненные на чернозёме обыкновенном, для выявления достоверных закономерностей в изменениях калийного режима почвы под действием различных факторов необходимо несколько этапов усреднения полученных результатов.

Средние данные содержания калия в почве за 2011 - 2013 гг. по срокам отбора образцов приведены на рисунок 16. Очевидно преимущество в запасе обменного калия в почве к посеву подсолнечника по фону дискование по сравнению со вспашкой. На фоне дискование чётко прослеживается уменьшение содержания калия в почве при увеличении дозы помёта свыше 10 т/га, а по фону вспашка - тенденция противоположная. Различия, как уже указывалось, обусловлены способом обработки почвы, размещением помёта в разных слоях почвы, особенностями его минерализации, обменного и необменного поглощения ионов калия.

В фазу бутонизация просматривается уже сходная картина изменения содержания калия в почве под действием помёта при разных обработках почвы, но уже при меньшем различии его общего уровня. В цветение уменьшение обеспеченности почвы обменным калием по сравнению с началом вегетации стало более явным. Снизилась различия в содержании калия по вариантам и практически нет их между фонами обработки почвы. В период цветение - уборка содержание обменного калия в почве несколько увеличилось.

Данные, полученные при усреднении результатов за 2012 г. и 2013 г. показывают, что перед посевом картина примерно такая же, что и в среднем за три года. Дозы помёта 5 и 7,5 т/га уступали действию 10 т/га на обоих фонах обработки почвы. В течение вегетации здесь отражены те же закономерности, которые описаны ранее. Однако при анализе данных за 2011 - 2013 гг. они проявились чётче.

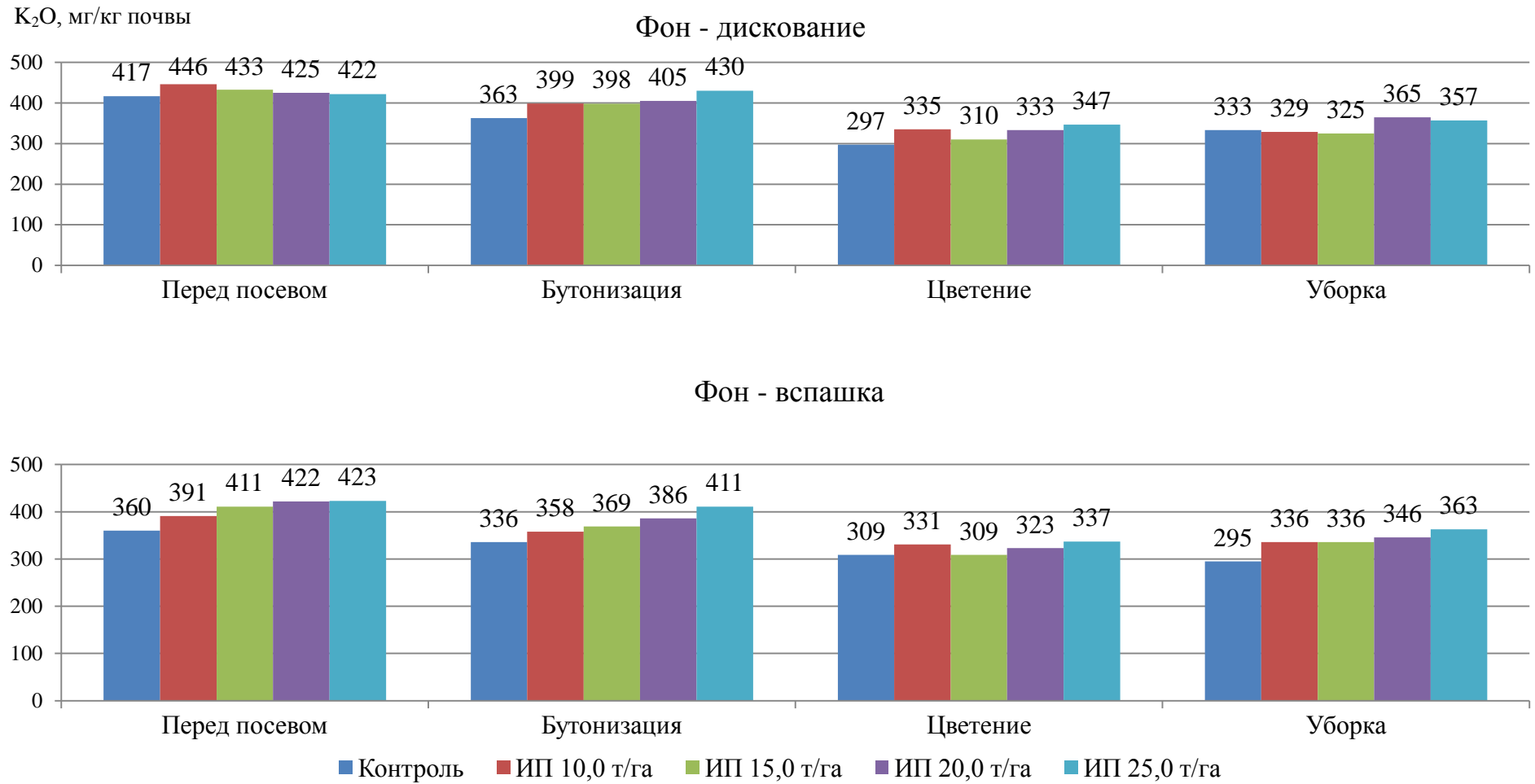


Рисунок 16 - Динамика обменного калия в слое почвы 0-40, мг/кг почвы. Среднее за 2011 - 2013 гг.

Второй этап усреднения сведений о содержании обменного калия в почве - в целом за вегетацию подсолнечника (рисунок 17) свидетельствует о том, что обеспеченность почвы этим элементом на контроле в 2011 и 2013 гг. значительно выше по фону дискование, чем по вспашке. В 2012 г. значения примерно одинаковы. Применение помёта вызывало повышение содержания обменного калия в почве, но характер изменений в зависимости от дозы существенно различался в зависимости от способа заделки, а также условий года.



Рисунок 17. Влияние применения помёта на содержание обменного калия в среднем за вегетацию подсолнечника, мг/кг почвы в слое 0 - 40 см.

По фону дискование в 2011 и 2013 гг. уровень содержания калия на всех вариантах с помётом был очень близок. Единственный "всплеск" - на варианте с до-

зой 25 т/га в 2013 г. По вспашке изменения в целом значительно больше и кривая, отражающая влияние нарастания доз намного круче.

В 2012 г. на фоне более высокой естественной обеспеченности почвы обменным калием его содержание в целом повышалось с увеличением дозы. "Провал" на вариантах с 15 т/га обусловлен, по-видимому, резким увеличением выноса калия из почвы мощной вегетативной массой, который не компенсировался калием минерализованного помёта. В целом на фоне сдвига равновесия в почве в сторону образования обменного калия более заметно, повышение его запасов в зависимости от количества калия, внесённого с разными дозами помёта.

При глубокой заделке помёта отчётливая картина повышения уровня содержания калия в почве при увеличении дозы помёта наблюдалась в 2011 и особенно в 2013 гг. В 2012 г. при внесении 5 т/га помёта вынос калия, по-видимому, был больше компенсационной дозы калия, содержащегося в помёте. В целом изменения содержания калия при внесении помёта по сравнению с контролем незначительны. Существенно превышало вынос количество калия лишь на варианте с дозой помёта 25 т/га.

Обобщение данных за 2011 - 2013 гг. (рисунок 18) показывает, что в целом обеспеченность почвы обменным калием выше при дисковании почвы, чем при вспашке. На контроле различие составило 27 мг/кг почвы или 8,3 %.

Внесение помёта способствует существенному уменьшению этих различий, но не устраняет их полностью. Повышение дозы помёта вызывало рост содержания доступного калия в почве. По фону дискование небольшой зигзаг кривой при внесении 15 т/га обусловлен "провалом" в 2012 г., о котором уже упоминалось. По фону вспашка повышение уровня обеспеченности почвы обменным калием с увеличением дозы имеет вид практически прямой линии. Близки к этому и данные в среднем по двум фонам обработки почвы.

Действие минеральных удобрений на содержание обменного калия в слое почвы 0 - 40 см в среднем за период бутонизация - уборка было схожим с влиянием помёта (приложение 4). Явное преимущество фона дискование над вспашкой

на варианте  $N_{50}P_{50}K_{50}$  просматривается только в 2013 году. В 2011 г. тенденция была противоположной, поэтому в среднем за три года различия не существенны.

Под влиянием NPK содержание обменного калия в почве в среднем за 2011 - 2013 гг. в целом за вегетацию по фону дискование увеличилось на 3,7, по вспашке - на 17,7 мг/кг почвы. В 2011 и 2013 гг. оно повышалось, а в 2012 г. - снизилось вследствие очень большого выноса растениями на создание урожая.

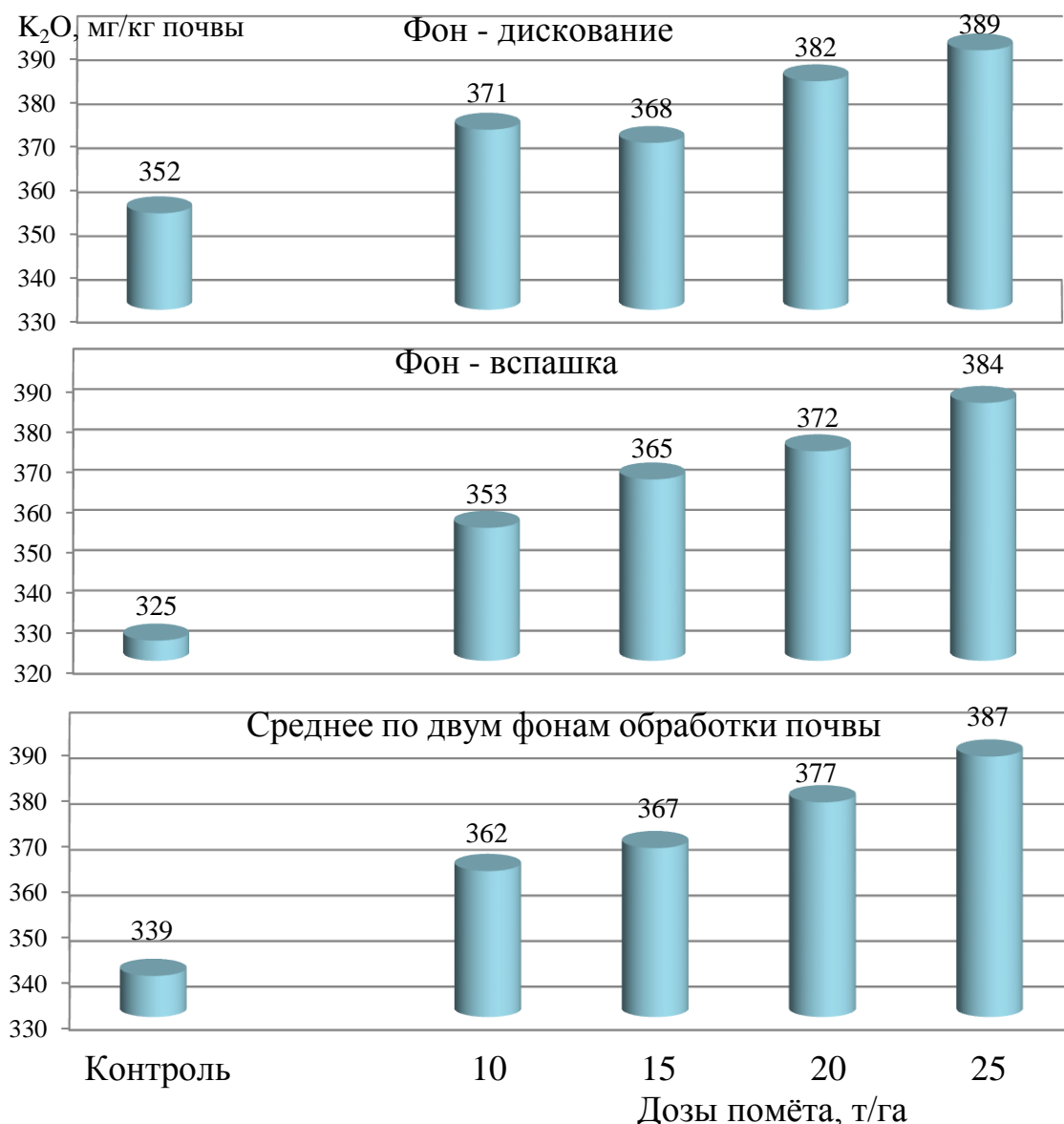


Рисунок 18. Влияние применения помёта на содержание обменного калия в почве в целом за вегетацию подсолнечника. Среднее за 2011 - 2013 гг., мг/кг почвы в слое 0 - 40 см.

## **4. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОМЁТА НА ФОРМИРОВАНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЫ И ПОГЛОЩЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЯМИ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

### **4.1 Влияние применения помёта на биометрические показатели растений подсолнечника**

В разные годы проведения исследований погодные условия, в особенности увлажнение, существенно различались, поэтому рост и формирование массы растений, шли по-разному.

В 2011 году в фазу бутонизация на контрольном варианте по фону дискование высота 1 растения составила 58,8 см, а масса 103,5 г (таблица 17), отличий на фоне вспашки - не было. Применение помёта в дозах 10 - 20 т/га под дискование приводило к достоверному повышению этих показателей. На варианте с 25 т/га помёта положительный эффект снижался. По вспашке увеличение высоты и массы растений наблюдалось при повышении дозы вплоть до максимальной. На вариантах с дозами помёта 10 - 20 т/га по фону дискование отмечено достоверное преимущество по сравнению с аналогичными вариантами на фоне вспашки как по высоте, так и по массе растений. Противоположная картина наблюдалась при внесении максимальной дозы. Это обусловлено менее интенсивной и более равномерной минерализацией помёта при его распределении в слое 0 - 27 см, чем в поверхностном, где концентрация химических веществ была, по-видимому, избыточной.

Минеральные удобрения в дозе  $N_{50}P_{50}K_{50}$  существенно повышали массу растений по обоим фонам обработки почвы. Высота растений достоверно увеличилась по сравнению с контролем лишь по фону дискование.

К фазе цветения на контрольном варианте разных фонов обработки почвы различия сгладились. На вариантах с помётом различие между фонами сохранились, но в относительном выражении они стали меньше. Сходные изменения произошли и при внесении минеральных удобрений.

Таблица 17 - Биометрические показатели растений подсолнечника в 2011 г.

Вариант	Бутонизация		Цветение	
	высота 1 растения, см	масса 1 растения, г	высота 1 растения, см	масса 1 растения, г
Фон - дискование				
контроль	<b>58,8</b>	<b>103,5</b>	<b>204,5</b>	<b>404,0</b>
ИП 10 т/га	75,5	202,5	206,0	715,0
ИП 15 т/га	77,3	204,5	224,0	960,0
ИП 20 т/га	80,7	243,5	223,5	997,0
ИП 25 т/га	76,8	228,5	221,5	880,0
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	71,3	157,0	216,5	692,0
Фон - вспашка				
контроль	<b>59,8</b>	<b>101,0</b>	<b>203,0</b>	<b>442,5</b>
ИП 10 т/га	68,9	155,5	207,0	677,0
ИП 15 т/га	71,1	162,0	214,5	882,0
ИП 20 т/га	72,8	205,0	218,5	865,0
ИП 25 т/га	81,9	236,0	219,0	831,0
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	60,5	138,0	209,0	656,0
НСР <sub>095</sub>				
фактор А	2,6 см	11,0 г	12,0 см	35,1 г
фактор В	5,1 см	22,1 г	22,0 см	70,1 г
АВ	7,2 см	31,2 г	31,1 см	99,2 г

В 2012 году в фазу бутонизация по высоте растений различия между фонами несущественны (таблица 18), а по массе имело место достоверное преимущество фона дискование. На введенных в схему опыта в 2012 году вариантах с дозами помёта 5 и 7,5 т/га по обоим фонам масса и высота растений по сравнению с контролем существенно увеличились. Эффект (по массе) при внесении 7,5 т/га достигал 66 - 77%. При увеличении дозы помёта проявились те же тенденции, что и в 2011 году. По обоим фонам значительное нарастание массы растений продолжалось с повышением дозы до 15, а высоты - до 20 т/га. дальнейшее повышение дозы на фоне дискование привело к резкому снижению этих показателей, а по вспашке они изменились мало. Достоверное увеличение высоты и массы растений обеспечило также применение минеральных удобрений. По дискованию результаты несколько выше. Изменения были примерно на уровне варианта с дозой помёта 7,5 т/га.



Таблица 18 - Биометрические показатели растений подсолнечника в 2012 г.

Вариант	Бутонизация		Цветение	
	высота 1 растения, см	масса 1 растения, г	высота 1 растения, см	масса 1 растения, г
Фон - дискование				
контроль	<b>70,6</b>	<b>205,0</b>	<b>176,0</b>	<b>844,0</b>
ИП 5 т/га	72,4	328,0	179,0	946,0
ИП 7,5 т/га	77,0	362,0	199,0	970,0
ИП 10 т/га	85,4	378,0	209,0	1289,0
ИП 15 т/га	90,4	450,0	227,0	1582,0
ИП 20 т/га	96,2	469,0	225,0	1430,0
ИП 25 т/га	82,4	402,0	178,0	1208,0
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	80,6	400,0	183,0	967,0
Фон - вспашка				
контроль	<b>67,4</b>	<b>183,0</b>	<b>179,0</b>	<b>786,0</b>
ИП 5 т/га	75,2	284,0	188,0	1078,0
ИП 7,5 т/га	80,0	304,0	192,0	1085,0
ИП 10 т/га	80,2	341,0	212,0	1371,0
ИП 15 т/га	86,6	389,0	205,0	1295,0
ИП 20 т/га	93,4	419,0	196,0	1261,0
ИП 25 т/га	90,8	420,0	192,0	986,0
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	77,6	310,0	180,0	872,0
НСР <sub>095</sub>				
фактор А	4,7 см	15,9 г	7,8 см	19,3 г
фактор В	10,5 см	35,6 г	17,5 см	43,2 г
АВ	14,8 см	50,3 г	24,7 см	61,1 г

К цветению преимущество фона дискование на контрольном варианте сохранилось по массе растений, а по высоте эффект был обратным, но не существенным. От доз помёта 5 и 7,5 т/га значительно повышалась масса растений, разница между этими вариантами недостоверна. Большие изменения произошли при дальнейшем увеличении дозы: по фону дискование - до 15, а по вспашке - до 10 т/га. Исключением можно считать вариант с 25 т/га, причём по обоим фонам имело место существенное ухудшение развития растений. К цветению в целом произошло выравнивание биометрических показателей растений на двух фонах масса растений при внесении 5 - 10 т/га была больше по вспашке, а 15 и 20 т/га -

по дискованию. Действие минеральных удобрений было слабее, чем помёта на обоих фонах обработки почвы.

В 2013 году в фазу бутонизация на контрольном варианте преимущество в высоте и массе растений по фону дискование по сравнению со вспашкой было небольшим, но достоверным (таблица 19). В целом масса растений была такой же низкой, как и в 2011 г. Но причины здесь разные. В 2011 г. это обусловлено слабой обеспеченностью почвы азотом, а в 2013 г. - фосфором. Применение помёта по фону дискование привело к росту показателей относительно контроля, но тенденция здесь значительно слабее, чем по вспашке. По-видимому это связано с лучшей обеспеченностью почвы нитратным азотом в первом случае, и несколько более высокой влажностью почвы, - во втором. В условиях лучшей влагообеспеченности и меньшей  $N-NO_3$  действие минеральных удобрений, по вспашке также сильнее.

К цветению в этом году стало очевидным преимущество вспашки, в том числе и на контроле. Такой "скачок" можно объяснить тем, что в период от бутонизации до цветения растения были вынуждены развиваться в условиях недостатка продуктивной влаги в почве, особенно в верхнем 10-15 - сантиметровом слое. В начале вегетации позиционное расположение в этом слое продуктов минерализации помёта по фону дискование обуславливало за счёт положительного хемотропизма, развитие большей массы корневой системы именно здесь. В отсутствие влаги потребление питательных веществ из почвы и удобрений существенно замедлилось. Значительная часть корневой системы растений по вспашке была расположена глубже и элементы питания из помёта использовались в большей степени. По фону дискование максимальная масса 1 растения была сформирована на варианте с 10 т/га помёта, а по фону вспашка - 20 т/га. В первом случае это связано, по-видимому, с угнетением растений при дальнейшем повышении дозы. Проявилось достоверное преимущество фона вспашка по сравнению с дискованием и при внесении минеральных удобрений.

Таблица 19 - Биометрические показатели растений подсолнечника в 2013 г.

Вариант	Бутонизация		Цветение	
	высота 1 растения, см	масса 1 растения, г	высота 1 растения, см	масса 1 растения, г
Фон - дискование				
контроль	<b>76,7</b>	<b>126,7</b>	<b>123,3</b>	<b>423,3</b>
ИП 5 т/га	79,3	278,3	130,0	506,7
ИП 7,5 т/га	81,7	286,7	145,0	705,0
ИП 10 т/га	85,0	285,0	155,0	750,0
ИП 15 т/га	85,0	283,3	153,3	670,0
ИП 20 т/га	85,0	286,7	150,0	653,3
ИП 25 т/га	85,0	280,0	140,0	560,0
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	81,0	205,0	141,0	478,0
Фон - вспашка				
контроль	<b>73,3</b>	<b>105,0</b>	<b>151,7</b>	<b>490,0</b>
ИП 5 т/га	76,7	260,0	156,7	606,7
ИП 7,5 т/га	78,3	353,3	163,3	756,7
ИП 10 т/га	85,0	360,0	166,7	793,3
ИП 15 т/га	101,7	418,3	155,0	816,7
ИП 20 т/га	98,3	466,7	153,3	886,7
ИП 25 т/га	93,3	408,3	153,3	716,7
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	81,0	358,0	167,0	555,0
НСР <sub>095</sub>				
фактор А	1,7 см	7,4 г	4,2 см	9,7 г
фактор В	3,7 см	16,6 г	9,4 см	21,7 г
АВ	5,12 см	23,4 г	13,5 см	30,7 г

В целом за три года исследований можно отметить выравнивание показателей биометрии растений на разных фонах обработки почвы. Результаты дисперсионного анализа не подтвердили достоверность различий между фонами в фазу бутонизация по массе, а также высоте растений, за исключением варианта с 25 т/га помёта (таблица 20), хотя в целом они по фону дискование несколько выше, чем по вспашке. Максимальные биометрические показатели растений по обоим фонам отмечены на варианте 20 т/га помёта.

К цветению на контроле достоверных различий в биометрии растений в зависимости от вида обработки почвы нет. На вариантах с помётом единой тенден-

ции также не просматривается. По обоим фонам наиболее высокие результаты получены на вариантах с 15 и 20 т/га помёта. Эффект от минеральных удобрений был существенно меньше чем от помёта, как по дискованию, так и по вспашке. Действие помёта в дозах 5 и 7,5 т/га в среднем за 2012 и 2013 гг. на обоих фонах обработки почвы уступало влиянию помёта в дозах 10 и более т/га.

Таблица 20 - Биометрические показатели растений подсолнечника, среднее за 2011 - 2013 гг.

Вариант	Бутонизация		Цветение	
	высота 1 растения, см	масса 1 растения, г	высота 1 растения, см	масса 1 растения, г
Фон - дискование				
контроль	<b>68,7</b>	<b>145,1</b>	<b>167,9</b>	<b>557,1</b>
ИП 10 т/га	82,0	288,5	190,0	918,0
ИП 15 т/га	84,2	312,6	208,1	1104,0
ИП 20 т/га	87,3	333,1	209,5	1026,8
ИП 25 т/га	81,4	303,5	186,5	916,0
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	77,6	254,0	180,2	712,3
Фон - вспашка				
контроль	<b>66,8</b>	<b>129,7</b>	<b>177,9</b>	<b>572,8</b>
ИП 10 т/га	78,0	285,5	195,2	947,1
ИП 15 т/га	86,5	323,1	191,5	997,9
ИП 20 т/га	88,2	363,6	189,3	1004,2
ИП 25 т/га	88,7	364,8	188,1	844,6
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	73,0	268,7	185,3	661,0
НСР <sub>095</sub>				
фактор А	3,7 см	42,4 г	10,4 см	111,8 г
фактор В	5,8 см	67,2 г	16,4 см	176,7 г
АВ	8,2 см	94,9 г	23,1 см	249,9 г

#### 4.2 Влияние применения помёта на содержание азота в растениях подсолнечника

Анализ содержания азота в растениях подсолнечника свидетельствует о значительном влиянии на этот показатель условий вегетации, удобрений, а в от-

дельные годы и типа обработки почвы (таблица 21). В 2011 и 2012 гг. в фазу бутонизация на контроле процент азота был практически одинаков. Слабо изменился он в зависимости от вида обработки почвы. В 2013 г. содержание азота сущест-

Таблица 21 - Влияние применения помёта на содержание азота в растениях подсолнечника в 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество

Вариант	Бутонизация		Цветение		Семена		Стебли + корзинки	
	дискование	вспашка	дискование	вспашка	дискование	вспашка	дискование	вспашка
2011 год								
контроль	<b>2,52</b>	<b>2,47</b>	<b>2,25</b>	<b>2,30</b>	<b>3,61</b>	<b>3,45</b>	<b>1,13</b>	<b>1,14</b>
ИП 10,0 т/га	2,55	2,61	2,30	2,38	3,80	3,60	1,05	1,27
ИП 15,0 т/га	2,76	2,85	2,30	2,48	3,67	3,72	1,15	1,33
ИП 20,0 т/га	2,87	2,91	2,50	2,55	3,90	3,83	1,55	1,34
ИП 25,0 т/га	2,74	3,04	2,62	2,58	4,07	4,25	1,44	1,40
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,06		0,03		0,03		0,03	
НСР <sub>095</sub> фактора В	0,09		0,05		0,05		0,05	
НСР <sub>095</sub> АВ	0,13		0,07		0,07		0,07	
2012 год								
контроль	<b>2,50</b>	<b>2,54</b>	<b>2,10</b>	<b>1,95</b>	<b>2,80</b>	<b>2,68</b>	<b>0,85</b>	<b>0,88</b>
ИП 5,0 т/га	2,51	2,46	2,15	1,99	2,91	2,75	0,94	0,99
ИП 7,5 т/га	2,52	2,51	2,18	2,10	3,08	2,81	1,09	1,03
ИП 10,0 т/га	2,61	2,70	2,14	2,10	3,15	3,10	1,26	1,21
ИП 15,0 т/га	2,72	2,78	2,16	2,21	3,19	3,28	1,63	1,40
ИП 20,0 т/га	2,74	2,87	2,28	2,30	3,30	3,41	1,68	1,71
ИП 25,0 т/га	2,92	2,93	2,29	2,39	3,37	3,50	1,64	1,50
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,06		0,02		0,07		0,03	
НСР <sub>095</sub> фактора В	0,12		0,04		0,13		0,05	
НСР <sub>095</sub> АВ	0,17		0,05		0,18		0,08	
2013 год								
контроль	<b>3,18</b>	<b>3,11</b>	<b>1,40</b>	<b>1,29</b>	<b>3,49</b>	<b>3,41</b>	<b>1,07</b>	<b>1,26</b>
ИП 5,0 т/га	3,20	3,11	1,68	1,40	3,51	3,55	1,09	1,22
ИП 7,5 т/га	3,08	2,88	1,74	1,45	3,70	3,51	1,20	1,34
ИП 10,0 т/га	2,98	2,86	1,81	1,37	3,99	3,49	1,22	1,43
ИП 15,0 т/га	3,20	3,00	1,69	1,40	4,05	3,70	1,36	1,40
ИП 20,0 т/га	3,41	3,21	1,73	1,35	4,22	3,95	1,39	1,41
ИП 25,0 т/га	3,52	3,36	1,76	1,48	4,49	4,20	1,29	1,39
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,03		0,03		0,05		0,04	
НСР <sub>095</sub> фактора В	0,05		0,05		0,08		0,08	
НСР <sub>095</sub> АВ	0,08		0,08		0,11		0,11	

венно выше, чем в два предыдущих. Это объясняется более засушливыми условиями 2013 г. Кроме того, содержание минерального азота в почве перед посевом подсолнечника в 2012 и 2013 гг. было высоким и примерно одинаковым - по фону дискование - 193 и 191 кг/га (таблица 14). Но масса растений на контроле в 2013 г. была почти вдвое меньше, чем в 2012 г.

Применение помёта способствовало увеличению концентрации азота в растениях в 2011 и 2012 гг при исходном уровне (на контроле) около 2,5 %. Существенные изменения начинали проявляться при доведении дозы до 10 - 15 т/га и нарастали при её увеличении до 25 т/га.

На фоне более высокого общего уровня содержания азота в растениях в 2013 г. - более 3,0 % на контроле, на вариантах с дозами помёта в пределах 5 - 15 т/га его концентрация была ниже или равной содержанию на контроле. По - видимому, уменьшение обеспеченности почвы минеральным азотом, а главное низкая степень его доступности при дефиците влаги в почве, были достаточными лишь для увеличения массы растений, но при этом относительное содержание элемента в сухом веществе уменьшалось. Имел место "эффект разбавления". Лишь при внесении 20 и 25 т/га содержание азота в растениях заметно увеличивалось по сравнению с контролем. В 2011 и 2012 гг. различия по этому показателю в группах вариантов с помётом на фоне дискования и вспашки незначительны.

В 2013 г. при отвальной обработке почвы содержание азота в растениях было ниже. На некоторых вариантах различие достигало 0,20 %. Причина связана с формированием большей массы растений по этому фону.

К фазе цветения содержание азота в сухом веществе растений во все годы уменьшалось, на контроле в 2011, 2012 гг. на 0,17 - 0,59 %, а в 2013 г. - до 1,29 - 1,40 %. Такое резкое снижение концентрации азота в последний год обусловлено очень низким уровнем содержания доступного азота в почве в 2013 г. в период бутонизация - цветение. На разных вариантах оно было в пределах 24,9 - 35,8 кг/га в начале периода и 13,9 - 26,5 кг/га в конце. (таблица 14). Для сравнения, в цветение в 2011 г. содержалось 54,9 - 92,7, а в 2012 г. - 74,2 - 117,3 кг/га. Масса растений продолжала увеличиваться, а поступление азота замедлилось. Это было

особенно характерно для растений контрольного варианта. На вариантах с помётом содержание азота в растениях уменьшалось в меньшей степени. Поэтому, по сравнению с контролем оно увеличивалось: по фону дискование при повышении дозы помёта до 10, а по вспашке - до 25 т/га. Преимущество в содержании азота в растениях по фону дискование по сравнению с фоном вспашка в эту фазу было ещё больше, чем в предыдущую вследствие увеличившейся разницы в массе растений.

Несмотря на уменьшение концентрации азота в растениях подсолнечника с середины вегетации его содержание в семенах высокое - в пределах 2,68 - 3,61 % на контроле, что можно объяснить высокой степенью реутилизации азота из вегетативной массы при формировании семян. Содержание азота в стеблях и корзинках уменьшилось на контроле до 0,85 - 1,26 %.

Применение помёта вызывало повышение содержания азота в семенах подсолнечника. Как правило, оно нарастало с увеличением дозы. При внесении 5 т/га изменения по сравнению с контролем несущественны. При доведении дозы до 25 т/га по фону дискование они в 2011 и 2012 гг. достигали 0,46 - 0,57, а в 2013 г. - 1,0 %. По фону вспашка максимальные изменения в содержании азота в семенах были во все годы в пределах 0,79 - 0,82 %.

Даже при очень интенсивной реутилизации азота из вегетативных органов в репродуктивные его содержание в стеблях и корзинках при внесении помёта было значительно выше, чем на контроле. Оно росло с повышением дозы до 20, а в отдельных случаях и до 25 т/га.

Изменения в содержании азота в растениях подсолнечника под влиянием минеральных удобрений меньше, чем при использовании помёта (приложение 5). В 2011 г. В фазу образование корзинки по фону дискование содержание азота изменялось на - 0,06 - + 0,07, а по фону вспашка - на 0,07 - 0,24 %. В цветение колебания были в пределах - 0,1 - + 0,1 по дискованию и - 0,12 - + 0,22 % по вспашке.

Значительно меньше изменилось содержание азота в стеблях и корзинках под влиянием минеральных удобрений, чем под действием индюшиного помёта

во все годы исследований. В большей степени проявилось действие удобрений на содержание азота в семенах.

По фону дискование концентрация азота увеличивалась в разные годы на 0,02 - 0,35, а по вспашке на 0,16 - 0,59 %.

При усреднении данных содержания азота в растениях в период бутонизация - цветение за три года исследований (рисунок 19) многие отклонения, характерные для конкретного года нивелируются. В частности, содержание азота в рас-

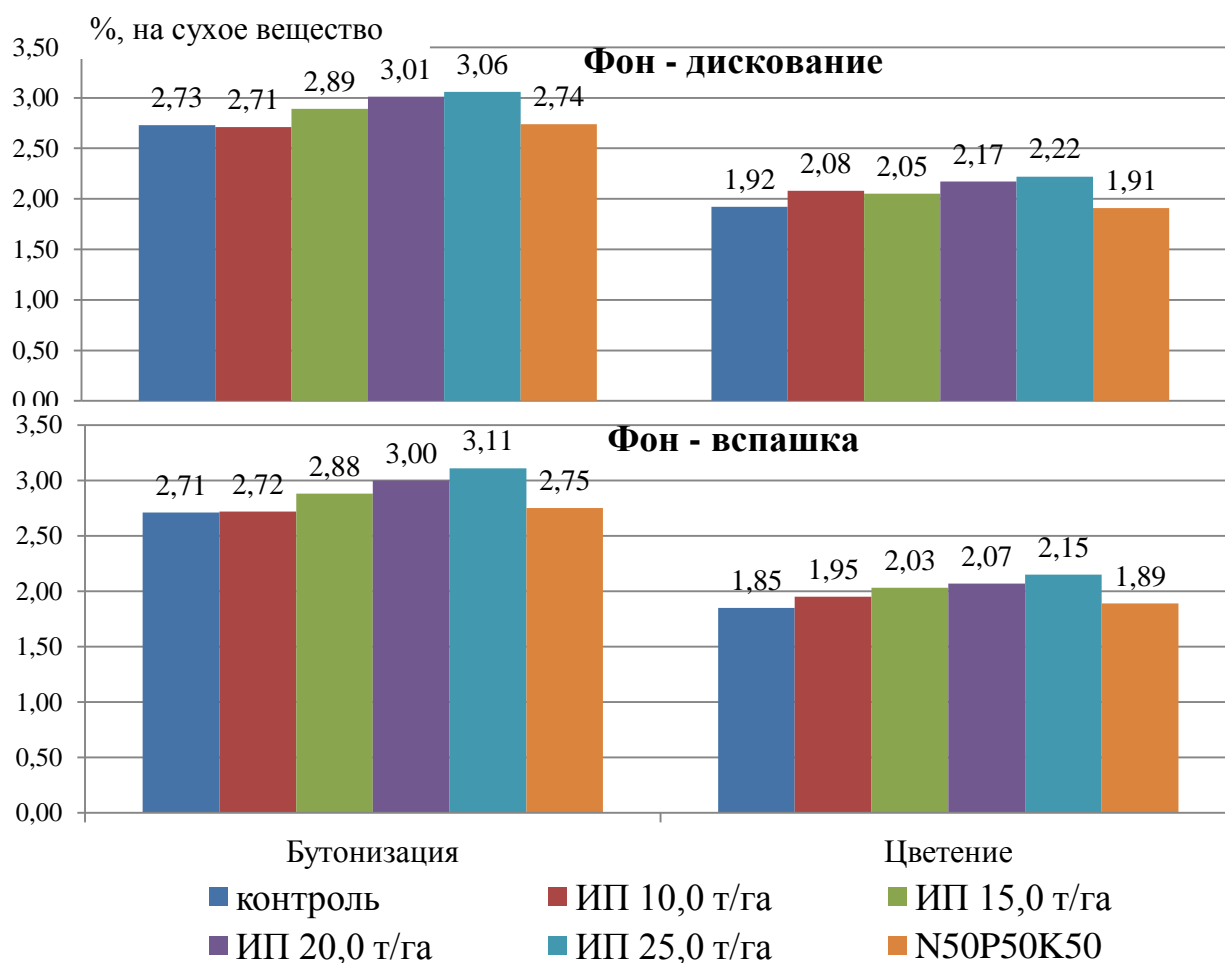


Рисунок 19 - Содержание азота в растениях подсолнечника в период бутонизация - цветение в среднем за 2011-2013 гг., % на сухое вещество

тениях по фонам с разными обработками почвы в фазу бутонизация как на контроле, так и вариантах с разными дозами помёта было очень близким. Тенденция повышения концентрации азота под влиянием помёта чётко проявилась только при доведении дозы до 15 т/га и росла с её увеличением до 25 т/га. При внесении 10 т/га концентрация азота осталась на уровне контроля, а на вариантах с применением 5 и 7,5 т/га в среднем за 2012 и 2013 гг. произошло её некоторое умень-



шение. Это свидетельствует о том, что нарастание вегетативной массы опережало темпы увеличения поглощения азота растениями. На вариантах с минеральными удобрениями общий уровень показателей меньше, чем при внесении помёта.

К фазе цветения произошло существенное уменьшение содержания азота в растениях по сравнению с предыдущей фазой - на контроле на 0,81 - 0,86 %. В целом уровень концентрации азота в подсолнечнике по фону дискование выше, чем по вспашке, но различия незначительны. Наблюдалось постепенное повышение содержания азота в растениях при увеличении дозы помёта с 10 до 25 т/га. Проявился положительный эффект и при внесении 5 и 7,5 т/га, но он уступал действию помёта в дозе 10 т/га. Как и в предыдущую фазу изменения в содержании азота, вызванные применением минеральных удобрений, были очень слабыми.

Среднее содержание азота в семенах подсолнечника за 2011 - 2013 гг. на контроле по фону дискование составило 3,30, а по вспашке - 3,18 % (рисунок 20).

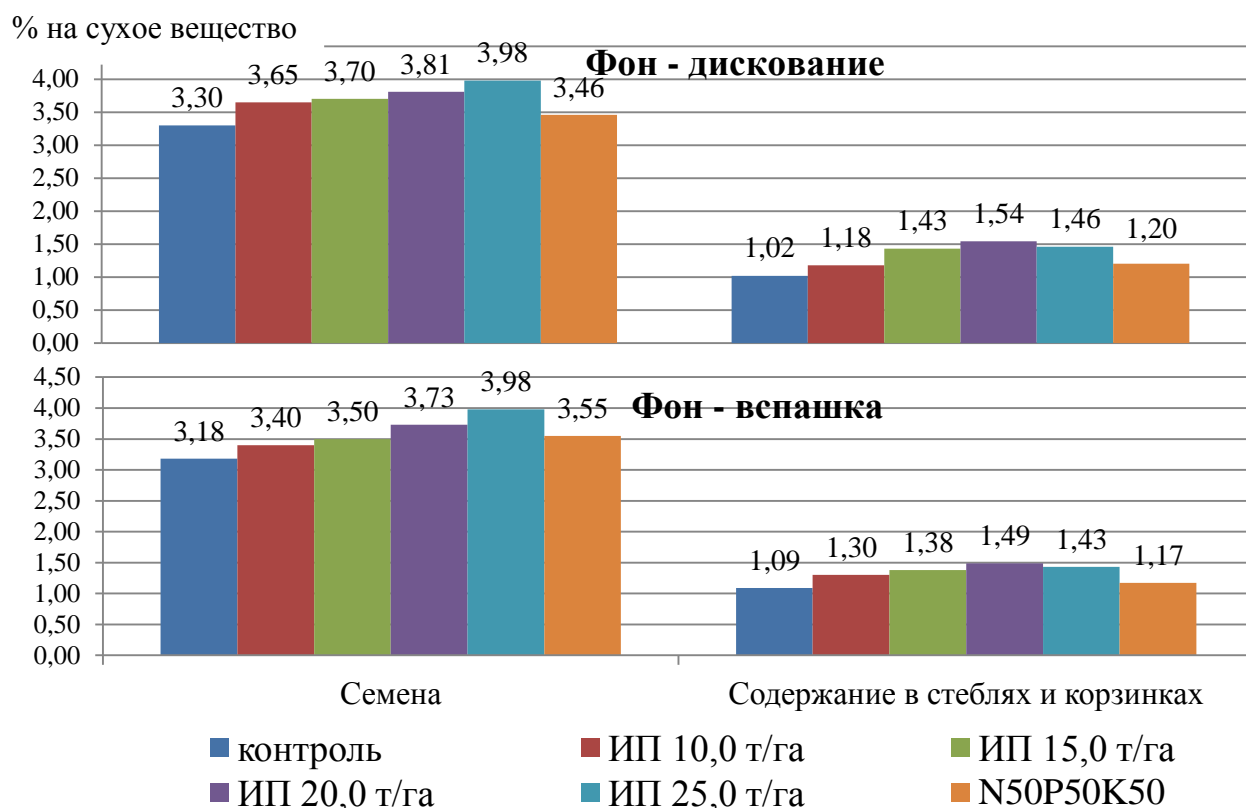


Рисунок 20 - Содержание азота в семенах и побочной продукции в среднем за 2011-2013 гг., % на сухое вещество

Под влиянием помёта в дозе 10 т/га оно увеличилось на 0,22 - 0,35 %. Действие помёта в меньших дозах было слабее. В среднем за 2012 и 2013 г. изменения, вызванные применением 5 т/га, находились в пределах 0,01 - 0,10, 7,5 т/га - 0,08 - 0,19 %. Наиболее существенно повысилось содержание азота в семенах при внесении 25 т/га помёта: по фону дискование на 0,68, по вспашке на 0,8 %. Заметно увеличилось содержание азота в семенах и под влиянием минеральных удобрений. Однако и здесь эффект от удобрений в целом был меньше, чем от помёта.

Остаточное количество азота в побочной продукции под влиянием помёта было также больше, чем на контроле. Концентрация азота чётко возрастала с повышением дозы помёта до 20 т/га, причём по обоим фонам обработки почвы. Она также увеличивается при внесении минеральных удобрений, в меньшей степени.

#### **4.3 Влияние применения помёта на содержание $P_2O_5$ в растениях подсолнечника**

Анализ данных по содержанию фосфора в растениях подсолнечника свидетельствуют о том, что это более консервативный признак по сравнению с азотом. Его изменения по годам и в зависимости от действия изучаемых факторов находятся в значительно более узких пределах, чем азота (таблица 22).

В фазу бутонизация на контроле по двум видам обработки почвы оно колебалось от 0,23 - 0,24 до 0,25 - 0,27 % и не зависело от обеспеченности почвы подвижным фосфором в начале вегетации подсолнечника. В 2011 и 2012 гг. концентрация фосфора в растениях за период бутонизация - цветение изменялось мало, а в 2013 г. заметно уменьшилась. Такие различия можно объяснить тем, что нарастание вегетативной массы подсолнечника в первые два года сопровождалось необходимым увеличением поглощения фосфора корневой системой растений. В 2013 г. в этот период наблюдалась самая низкая обеспеченность почвы подвижным фосфором - в слое 0 - 40 см 5,2 - 7,8 мг/кг почвы. На фоне острого дефицита влаги доступность и этого запаса фосфора была слабой и его поглощение, по видимому сильно замедлилось.

С массой растений связано и изменение содержания фосфора в них при внесении удобрений. В 2011 г. в фазу бутонизация, повышение массы растений под влиянием помёта находилось в пределах 97,5 - 140 г. Концентрация фосфора в ра-

Таблица 22 - Влияние применения помёта на содержание  $P_2O_5$  в растениях подсолнечника в 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество

Вариант	Бутонизация		Цветение		Семена		Стебли + корзины	
	дискова- ние	вспаш- ка	дискова- ние	вспаш- ка	дискова- ние	вспаш- ка	дискова- ние	вспаш- ка
2011 год								
контроль	<b>0,23</b>	<b>0,24</b>	<b>0,23</b>	<b>0,26</b>	<b>0,34</b>	<b>0,35</b>	<b>0,10</b>	<b>0,12</b>
ИП 10,0 т/га	0,24	0,27	0,36	0,33	0,34	0,36	0,11	0,13
ИП 15,0 т/га	0,26	0,27	0,31	0,32	0,42	0,34	0,13	0,16
ИП 20,0 т/га	0,27	0,29	0,32	0,30	0,40	0,37	0,14	0,15
ИП 25,0 т/га	0,26	0,32	0,32	0,28	0,51	0,44	0,12	0,16
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,04		0,02		0,02		0,02	
НСР <sub>095</sub> фактора В	0,06		0,04		0,03		0,04	
НСР <sub>095</sub> АВ	0,09		0,05		0,05		0,05	
2012 год								
контроль	<b>0,25</b>	<b>0,26</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>	<b>0,37</b>	<b>0,41</b>	<b>0,11</b>	<b>0,15</b>
ИП 5,0 т/га	0,19	0,23	0,25	0,24	0,43	0,40	0,12	0,11
ИП 7,5 т/га	0,20	0,21	0,24	0,25	0,41	0,39	0,11	0,12
ИП 10,0 т/га	0,17	0,18	0,23	0,25	0,40	0,39	0,12	0,11
ИП 15,0 т/га	0,20	0,19	0,25	0,26	0,42	0,41	0,12	0,11
ИП 20,0 т/га	0,22	0,21	0,22	0,27	0,48	0,44	0,12	0,15
ИП 25,0 т/га	0,26	0,28	0,26	0,28	0,40	0,40	0,13	0,17
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,05		0,02		0,02		0,02	
НСР <sub>095</sub> фактора В	0,09		0,03		0,03		0,03	
НСР <sub>095</sub> АВ	0,13		0,04		0,05		0,04	
2013 год								
контроль	<b>0,27</b>	<b>0,25</b>	<b>0,19</b>	<b>0,17</b>	<b>0,32</b>	<b>0,35</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>
ИП 5,0 т/га	0,33	0,25	0,21	0,19	0,33	0,36	0,17	0,18
ИП 7,5 т/га	0,33	0,25	0,21	0,17	0,35	0,36	0,17	0,19
ИП 10,0 т/га	0,32	0,28	0,17	0,16	0,36	0,40	0,17	0,22
ИП 15,0 т/га	0,33	0,31	0,17	0,17	0,37	0,41	0,20	0,20
ИП 20,0 т/га	0,32	0,30	0,16	0,17	0,37	0,40	0,22	0,21
ИП 25,0 т/га	0,33	0,32	0,19	0,18	0,34	0,36	0,19	0,22
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,01		0,01		0,02		0,01	
НСР <sub>095</sub> фактора В	0,02		0,02		0,03		0,02	
НСР <sub>095</sub> АВ	0,03		0,03		0,04		0,03	

стенях повышалась при этом на 0,01 - 0,08 %. В 2012 г. на этих же вариантах увеличение массы растений по сравнению с контролем составляло 158 - 264 г. и содержание фосфора в растениях снижалось на 0,02 - 0,08 % или оставалось на том же уровне. Строгой зависимости содержания фосфора в растениях от дозы помёта, не установлено.

В фазу цветения в 2011 г. в целом сохранялось преимущество вариантов с применением помёта по содержанию фосфора в растениях по сравнению с контролем. В 2013 г. оно было ниже, а в 2012 г. практически равнялось значениям на контрольных вариантах. Влияние фона обработки почвы было неустойчивым. В 2011 г. концентрация фосфора в сухом веществе была выше на фоне вспашка, в 2013 г. - при обработке дискованием, а в 2012 г. - была одинакова. При увеличении дозы помёта происходило уменьшение содержания фосфора, но в 2012 г. на варианте с 25 т/га тенденция нарушалась.

Незначительно отличалось по годам и содержание фосфора в семенах. Несколько выше оно было в 2012 году. По - видимому, это связано с накоплением большего общего количества фосфора в растениях, масса которых в 2012 г. была значительно больше, чем в два других года. Запас фосфора, использованного растениями для реутилизации был выше, а урожайность - почти такой же, как и в 2011 г. Поэтому и концентрация фосфора увеличилась. Чёткой картины изменений содержания фосфора в семенах в зависимости от дозы помёта не было.

Наиболее высокое содержание фосфора в побочной продукции отмечено в 2013 г. Причём на фоне вспашка уровень значений выше. Здесь это связано с меньшей реутилизацией фосфора, чем в другие годы. Значительная его доля осталась в стеблях и корзинках до конца вегетации.

Содержание фосфора в растениях подсолнечника изменялось незначительно и при дополнительном минеральном питании подсолнечника (приложение 5). Здесь характерны те же тенденции, которые проявились в разные годы на контроле. Изменения концентрации фосфора в растениях в период бутонизация - цветение были в пределах от - 0,04 до + 0,07, но их характер был неустойчивым.

Усреднение данных по содержанию фосфора в растениях за 2011 - 2013 гг. (приложение б) позволяет сделать следующие выводы. В фазу бутонизация содержание фосфора в растениях на разных фонах обработки отличалось очень мало, и на многих вариантах было одинаковым. С повышением дозы помёта до 15 т/га и больше, концентрация увеличивалась, но очень слабо. Наиболее заметно это было на варианте с дозой 25 т/га. В фазе цветения изменения в содержании фосфора в растениях под влиянием помёта выражены еще слабее и не зависели от дозы.

Более стабильным было действие помёта на содержание фосфора в семенах подсолнечника. Повышение дозы влекло за собой увеличение его концентрации (рисунок 21).

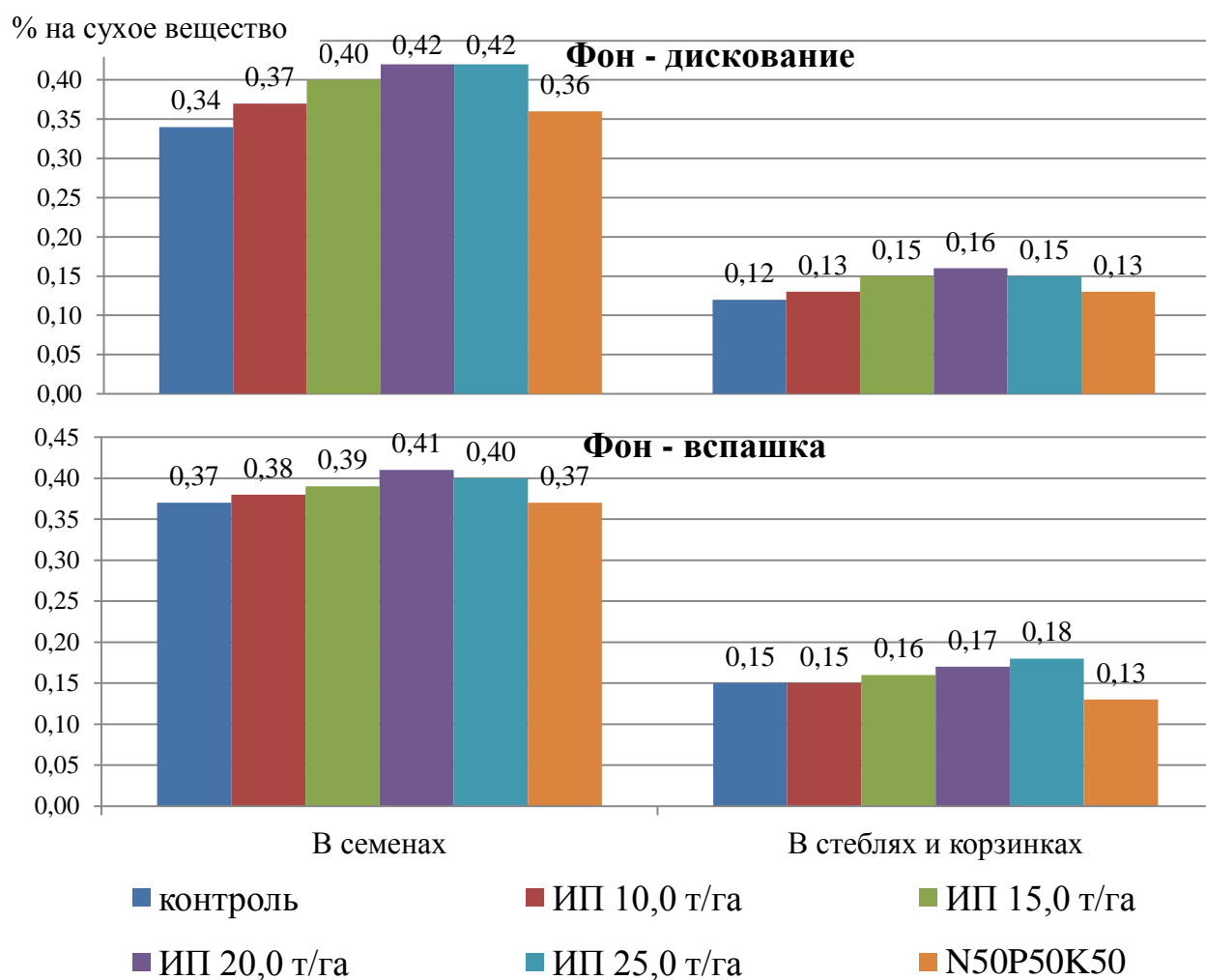


Рисунок 21 - Содержание фосфора в семенах и побочной продукции в среднем за 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество

Тенденция сохранялась при повышении дозы до 20 т/га на обоих фонах обработки почвы. На фоне дискование максимальное повышение составило 0,08 %, на фоне вспашка 0,4 %, в обоих случаях это математически достоверно. Слабое увеличение содержания фосфора в семенах отмечено при внесении минеральных удобрений только по фону дискование. Существенное увеличение содержания фосфора в побочной продукции имело место на обоих фонах при внесении помёта в дозе 20 т/га. Влияние минеральных удобрений здесь нестабильно.

#### **4.4 Влияние применения помёта на содержание $K_2O$ в растениях подсолнечника**

Содержание калия в растениях подсолнечника в фазу бутонизации на контроле было в 2012 г. выше чем в другие годы - 4,0 - 3,88 % (таблица 23). Это можно объяснить более высокой обеспеченностью почвы обменным калием, которая в слое 0 - 40 см составила в этом году 460, а в 2011 и 2013 гг. - 419 и 371 мг/кг почвы. Применение помёта в 2011 и 2013 гг. способствовало повышению содержания калия в растениях, а при значительно более высоком исходном уровне в почве в 2012 г. - снижалось. По-видимому, концентрация калия в сухом веществе в данную фазу около 4,0 % не является оптимальной и при улучшении условий питания - не только калием, но и другими элементами - закономерно снижается. Увеличение массы растений под влиянием органических удобрений в этом году, как уже упоминалось, было наибольшим и "эффект разбавления" в содержании калия проявился наиболее ярко. Он нарастал с повышением дозы на обоих фонах обработки почвы. В 2011 и 2013 гг. по мере увеличения дозы помёта концентрация калия повышалась, но эта тенденция иногда не соблюдалась, особенно при внесении 25 т/га.

К цветению содержание калия в растениях на контрольных вариантах во все годы исследований уменьшалось, но в 2012 г. - в значительно большей мере, чем в другие годы. Это также является следствием более существенного увеличения массы растений в период бутонизация - цветение. Но по сравнению с контролем

внесение удобрений привело к увеличению содержания калия в растениях даже в 2012 г. Чёткая картина изменения концентрации калия в сухом веществе в зависимости от дозы помёта в конкретные годы не просматривается. В обе фазы вегетации подсолнечника нельзя отметить устойчивого преимущества какого-либо способа обработки почвы.

Таблица 23 - Влияние применения помёта на содержание  $K_2O$  в растениях в 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество

Вариант	Бутонизация		Цветение		Семена		Стебли + корзины	
	дискование	вспашка	дискование	вспашка	дискование	вспашка	дискование	вспашка
2011 год								
контроль	<b>3,18</b>	<b>3,21</b>	<b>3,10</b>	<b>3,18</b>	<b>1,38</b>	<b>1,51</b>	<b>2,61</b>	<b>2,88</b>
ИП 10,0 т/га	3,39	3,42	3,40	3,55	1,40	1,42	2,88	2,87
ИП 15,0 т/га	3,37	3,54	3,45	3,62	1,38	1,55	2,89	2,90
ИП 20,0 т/га	3,50	3,43	3,48	3,51	1,42	1,57	2,93	3,16
ИП 25,0 т/га	3,61	3,47	3,91	3,78	1,45	1,59	3,10	3,24
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,02		0,03		0,03		0,04	
НСР <sub>095</sub> фактора В	0,04		0,05		0,04		0,06	
НСР <sub>095</sub> АВ	0,05		0,07		0,06		0,08	
2012 год								
контроль	<b>4,00</b>	<b>3,88</b>	<b>2,59</b>	<b>2,60</b>	<b>1,90</b>	<b>1,63</b>	<b>2,24</b>	<b>2,29</b>
ИП 5,0 т/га	3,85	3,65	2,75	2,70	1,90	1,65	2,38	2,42
ИП 7,5 т/га	3,84	3,69	2,99	2,81	1,83	1,72	2,59	2,41
ИП 10,0 т/га	3,55	3,44	2,81	2,80	1,88	1,84	2,69	2,38
ИП 15,0 т/га	3,36	3,36	2,68	2,81	2,00	1,63	2,59	2,37
ИП 20,0 т/га	3,55	3,30	2,64	2,80	1,82	1,60	2,62	2,42
ИП 25,0 т/га	3,49	3,40	2,48	2,59	1,63	1,70	2,61	2,39
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,03		0,03		0,02		0,03	
НСР <sub>095</sub> фактора В	0,06		0,05		0,05		0,06	
НСР <sub>095</sub> АВ	0,09		0,07		0,07		0,08	
2013 год								
контроль	<b>2,82</b>	<b>2,84</b>	<b>2,50</b>	<b>2,60</b>	<b>1,80</b>	<b>1,91</b>	<b>2,79</b>	<b>2,50</b>
ИП 5,0 т/га	2,84	2,65	2,72	2,65	1,82	1,62	2,02	2,54
ИП 7,5 т/га	3,09	3,22	2,40	2,61	1,91	1,65	2,49	2,61
ИП 10,0 т/га	3,11	3,09	2,44	2,59	1,92	1,66	2,57	3,32
ИП 15,0 т/га	3,31	3,35	2,47	2,55	2,00	1,68	2,51	2,69
ИП 20,0 т/га	3,15	3,60	2,77	2,66	1,95	1,77	3,05	2,65
ИП 25,0 т/га	3,10	3,36	2,85	2,69	1,91	1,69	2,66	2,45
НСР <sub>095</sub> фактора А	0,03		0,03		0,03		0,03	
НСР <sub>095</sub> фактора В	0,07		0,06		0,06		0,06	
НСР <sub>095</sub> АВ	0,09		0,08		0,09		0,08	

Содержание калия в семенах в разные годы находилось в пределах от 1,38 до 1,91 %. Более низким оно было в наиболее благоприятном 2011 г. Применение помёта способствовало незначительному изменению содержания калия в семенах. Общую тенденцию влияния различных доз помёта на этот показатель выделить трудно в каждый год исследований.

Содержание калия в побочной продукции было в большинстве случаев несколько ниже, чем в фазу цветение. В 2011 и 2012 гг. под влиянием помёта оно увеличивалось, только в 2013 г. по фону дискование имело место снижение на многих вариантах.

При внесении минеральных удобрений содержание калия в растениях подсолнечника по сравнению с контролем в фазу бутонизация было не всегда выше. В цветение содержание в 2011 г. оно повышалось под действием минеральных удобрений, а в 2012 и 2013 гг. уменьшалось (приложение 5).

При усреднении данных за три года исследований вырисовывается следующая картина. В фазу бутонизация по фону дискование с увеличением дозы помёта с 10 до 20 т/га содержание калия повышалось с 3,35 до 3,40 % (приложение 7), а по фону вспашка - с 3,32 до 3,44 %. Повышение дозы до 25 т/га к увеличению этого показателя не приводило. В фазу цветение тенденция сохранилась, но диапазон изменений, а также действие дозы 25 т/га стали больше.

Под влиянием помёта содержание калия в семенах изменялось очень мало. По фону дискование повышение по сравнению с контролем находилось в пределах 0,02 - 0,15 %, по вспашке оно понизилось на 0,01 - 0,06 % (рисунок 22). В среднем по двум фонам обработки почвы содержание калия на варианте с дозой 10 т/га равно 1,69; 15 - 1,71; 20 - 1,69; 25 - 1,66 %, на контроле - 1,66 % калия. Поэтому можно сделать заключение о том, что применение помёта практически не влияло на этот показатель химического состава семян. В большей степени оно действовало на содержание калия в вегетативной части растений. К созреванию относительное содержание калия в побочной продукции осталось на том же уровне, что и в фазу цветение. Сохранилось примерно такое же соотношение концентраций на разных вариантах. При внесении помёта увеличение по сравнению с



контролем есть, но зависимость от дозы не просматривается. Поскольку в семенах относительное содержание калия значительно - на 1,3 - 1,4 % меньше, чем в цветение, это свидетельствует о существенном уменьшении общего содержания калия в растениях после наступления этой фазы.

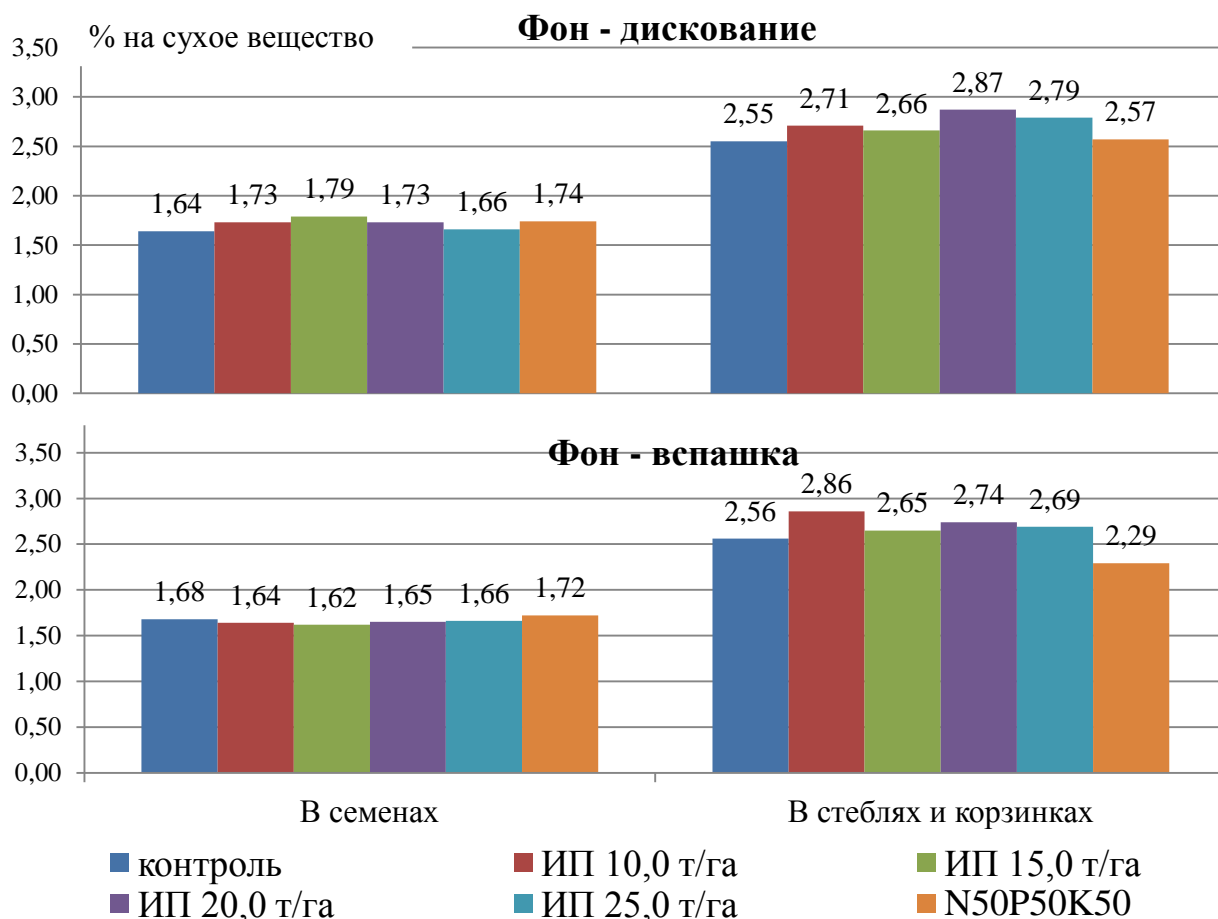


Рисунок 22 - Содержание калия в семенах и побочной продукции в среднем за 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество

На вариантах с применением минеральных удобрений по фону дискование и вспашка содержание калия в семенах было практически одинаковым. В среднем по двум фону обработки почвы концентрация калия в семенах составляла 1,73 %, различия с контролем 0,07 %. В побочной продукции на вариантах с минеральными удобрениями калия содержалось меньше, чем при внесении помёта, а по фону вспашка меньше и по сравнению с контролем. По - видимому, это связано с меньшим общим запасом калия в растениях и несколько более интенсивной его реутилизацией.

## **5. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОМЁТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА**

### **5.1 Влияние применения помёта на урожайность подсолнечника**

Урожайность подсолнечника на контроле в 2011 и 2012 гг. была низкой по обоим фонам обработки почвы и находилась в пределах от 1,32 до 1,58 т/га (таблица 24). В 2013 г. она была крайне низкой, особенно по фону дискование. Основная причина слабой продуктивности подсолнечника в эти годы – очень высокие температуры и воздушная засуха в период цветения и налив семян. В 2012 г. достаточно высокий запас продуктивной влаги к посеву подсолнечника – около 150 мм в метровом слое почвы и большое количество осадков в первой половине вегетации, а также высокая обеспеченность почвы азотом и калием, создали условия для формирования мощной вегетативной массы растений. В фазу цветения на контроле она составила в среднем 815, а на вариантах с помётом достигала 1300-1400 г. Это в 1,5-1,9 раза больше, чем в другие годы. Очень резкое нарастание среднесуточных температур – до 30<sup>0</sup>С в цветение и последующее период, а также воздушная засуха нарушили процесс опыления, а затем и налива семян. Большой потенциал растений оказался нереализованным. В 2013 году низкий весенний запас влаги в почве, большой дефицит осадков и очень высокие температуры в течение вегетации создали экстремальные условия для развития растений. Низкая влажность почвы, особенно в верхних слоях, не позволили использовать в полной мере запасы питательных веществ. Это особенно проявилось на посевах подсолнечника при основной обработке почвы дискованием.

Применение индюшиного помета во все годы исследований и во всех дозах вызывало достоверное увеличение урожайности семян. Максимальный эффект в 2011 г. по обоим фонам обработки почвы дало применение помета в дозе 15 т/га. В 2012 г. по фону дискование урожайность достоверно повышалась с увеличением дозы помёта до 15 т/га, а по вспашке лишь до 7,5 т/га. В этом году эффект от помёта был несколько ниже, чем в предыдущем, вследствие лучшей обеспеченно-

сти почвы азотом и калием, а также их большей доступности растениям, особенно на фоне вспашки.

Таблица 24 - Урожайность подсолнечника в 2011 - 2013 гг., т/га

Вариант	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2011-2013 гг.		
				Урожайность	Прибавка к контролю фона	
					т/га	%
<b>Фон - дискование</b>						
контроль	<b>1,54</b>	<b>1,32</b>	<b>0,60</b>	<b>1,15</b>	-	-
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	38,3
ИП 15,0 т/га	2,28	1,95	1,04	1,76	0,61	53,0
ИП 20,0 т/га	2,06	1,81	1,06	1,64	0,49	42,6
ИП 25,0 т/га	1,60	1,76	1,10	1,49	0,34	30,0
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	2,00	1,66	1,01	1,56	0,41	35,8
<b>Фон - вспашка</b>						
контроль	<b>1,58</b>	<b>1,34</b>	<b>1,10</b>	<b>1,34</b>	-	-
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	49,3
ИП 15,0 т/га	2,29	1,81	2,03	2,04	0,70	52,2
ИП 20,0 т/га	2,21	1,78	1,99	1,99	0,65	48,5
ИП 25,0 т/га	2,16	1,53	1,98	1,89	0,55	41,0
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	1,99	1,51	1,35	1,62	0,28	20,9
<b>НСР<sub>095</sub></b>						
фактор А	0,05 т/га	0,03 т/га	0,01 т/га	0,15 т/га		
фактор В	0,10 т/га	0,06 т/га	0,03 т/га	0,30 т/га		
АВ	0,15 т/га	0,09 т/га	0,04 т/га	0,43 т/га		

В 2011 и 2012 гг. практически не было различий в урожайности на контроле по обоим фонам обработки почвы. Они незначительны или отсутствуют и в урожайности на вариантах с оптимальными дозами помета. Следовательно, уровень обеспеченности элементами питания при внесении помета был достаточным для удовлетворения потребности растений независимо от способа заделки помета.

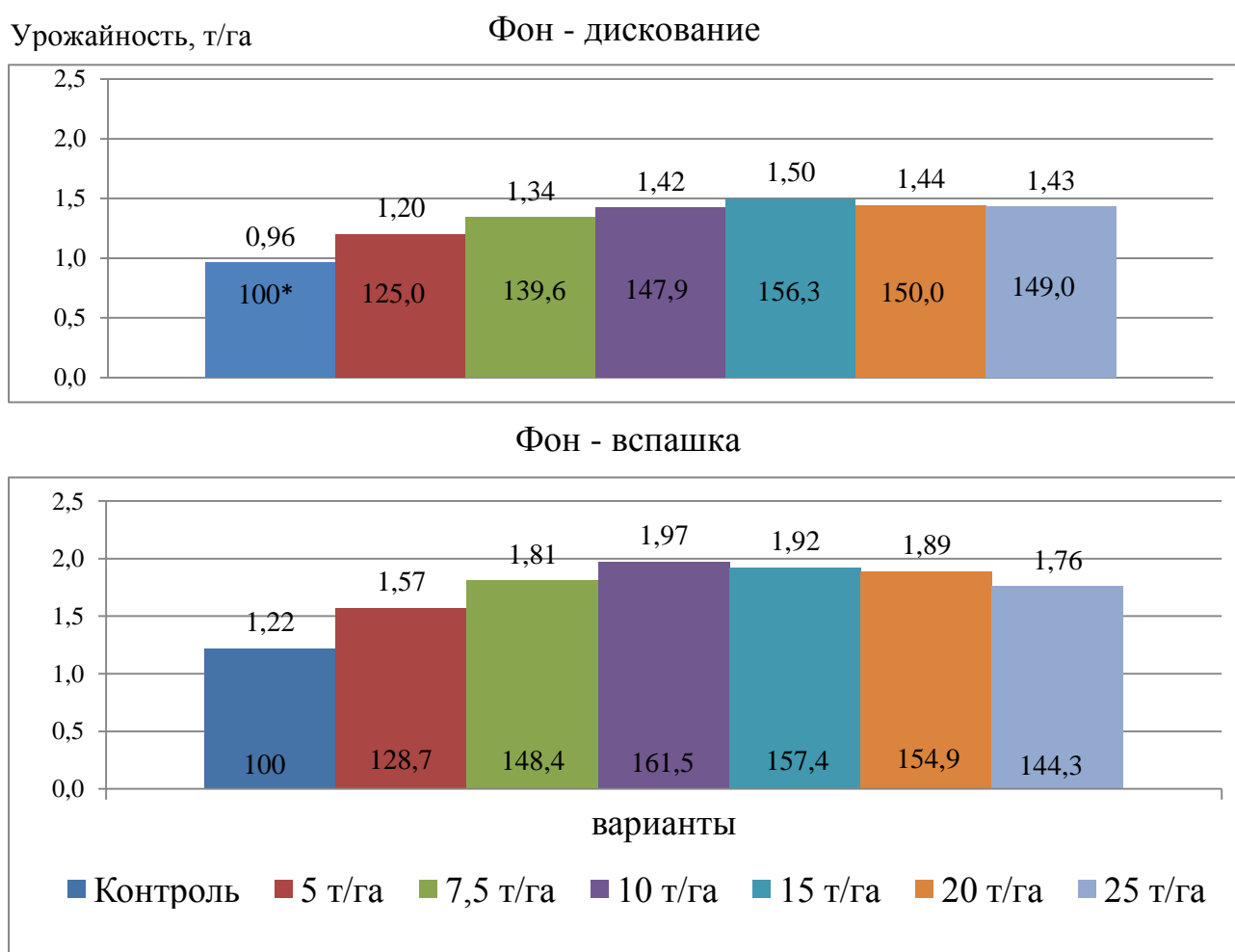
В 2013 г. урожайность семян подсолнечника по дискованию составила всего 0,6 т/га, а по вспашке - 1,1 т/га. Можно предположить, что почвенный запас подвижных форм элементов питания, сосредоточенных в верхнем 10 - 12 см слое почвы, из-за низкой влажности оказался слабо доступным, а равномерное распределение в слое 0 - 27 см улучшило их поглощение. В ещё большей степени способ основной обработки почвы повлиял на эффективность помета. Потребность в дополнительном питании в этот год была очень велика. Применение помета под дискование способствовало существенному увеличению урожайности. На 45,0 и 58,3 % она повысилась под влиянием 5 и 7,5 т/га. Прибавка урожайности при внесении 10 - 25 т/га было практически одинаковой – 0,42 - 0,46 т/га или 70 - 76,7%. Влияние помета, внесенного под вспашку, на урожайность подсолнечника проявилось значительно сильнее. Максимальный эффект достигнут от применения 10 т/га. Урожайность увеличилась на 0,99 т/га или 90%. Дальнейшее повышение дозы являлось нецелесообразным, а результат от 5 и 7,5 т/га был значительно ниже. Преимущество в действии помета, равномерно распределенного в почве до глубины 27 см по сравнению с мелкой заделкой, связано с большим контактом корневой системы и удобрения при большей влажности почвы. Благодаря применению помета фактически удалось свести к минимуму негативное влияние погодных условий.

Анализ данных за три года исследований свидетельствует о том, что при обработке почвы путём вспашки урожайность подсолнечника без применения удобрений выше, чем при дисковании. Разница составила 0,19 т/га и математически достоверна, хотя только в 2013 г. были существенные различия. Уровень урожайности на всех вариантах с помётом и минеральными удобрениями по фону вспашка выше, чем по дискованию. Это тоже обусловлено результатами 2013 г.

Применение помёта во всех дозах, начиная с 10 т/га, обеспечило существенное увеличение урожайности по сравнению с контрольными вариантами обоих фонов. Дальнейшее повышение дозы помёта практически не изменяло урожайности подсолнечника или несколько снижало её на фоне вспашки. По фону дискование урожайность увеличилась на 0,17 т/га при повышении дозы с 10 до

15 т/га. Однако, это различие несущественно. При доведении дозы до 25 т/га на обоих фонах проявилась устойчивая тенденция снижения эффекта. Таким образом, по результатам трёх лет исследований оптимальной следует считать дозу помёта 10 т/га при обоих способах заделки его в почву.

Анализ данных в среднем за 2012, 2013 гг., когда был изучен весь диапазон доз помёта, показывает, что влияние на урожайность 5 и 7,5 т/га существенно меньше действия оптимальных доз (рисунок 23). Однако и применение 7,5 т/га помёта позволяло получать очень большой эффект - по вспашке 48,4 %.



\* - урожайность в % к контролю

Рисунок 23 - Влияние применения помёта на урожайность подсолнечника, т/га. Среднее за 2012, 2013 гг.

Большой эффект в 2011 г. дало применение минеральных удобрений, прибавки урожайности 0,41 - 0,46 т/га. При внесении минеральных удобрений на обоих фонах получена такая же урожайность, как и на вариантах с дозой помёта

10 т/га, но ниже, чем от применения 15 т/га. Действие минеральных удобрений в 2012 г. оказалось слабее влияния помёта. Урожайность повышалась достоверно, но лишь на 0,17 - 0,34 т/га. В 2013 г. эффект был выше, чем в предыдущем, в абсолютном выражении - 0,41 и 0,25 т/га и особенно в относительном - 68 и 23 %. По фону дискование он был на уровне эффекта от помёта, а по вспашке - значительно ниже.

Анализ структуры урожайности подсолнечника (приложение 8) позволяет установить параметры, которые определяют уровень урожайности в разные годы и влияние на неё изучаемых факторов. Высота растений в 2011 и 2012 гг. была значительно больше, чем в 2013 г. Особенно низкой в 2013 г. она была по фону дискование. Под влиянием помёта существенно увеличивались все биометрические показатели во все годы возделывания подсолнечника. Диаметр и масса семян с одной корзинки чаще увеличивалась с повышением дозы помёта до 15 т/га, но в ряде случаев максимум достигался на вариантах с дозами 7,5 и 10 т/га.

Оптимальный диаметр корзинки в разные годы был различным - в 2011 г. 19 - 20, в 2012 г. - 17, а в 2013 г. - по дискованию 10 - 12, а по вспашке - 16 - 17 см. Под действием помёта масса семян в корзинке увеличивалась до 73 г в 2011 г., 52 - 55 г в 2012 г. и 30 - 59 г в 2013 г. Поскольку количество растений с корзинками на разных вариантах практически не отличалось, урожайность целиком зависела от массы семян в корзинке. Относительные изменения этого показателя по сравнению с контролем очень сходны с прибавкой урожайности.

Установлено, что изменения урожайности семян при внесении индюшиного помёта в наибольшей степени зависели от его влияния на азотный режим почвы. Более тесная линейная связь имела место с изменениями количества нитратного азота, вызванными применением помёта: коэффициент корреляции с учётом данных содержания  $N-NO_3$  в почве перед посевом на обоих фонах равен  $0,681 \pm 0,134$ , отдельно по вспашке -  $0,795 \pm 0,162$ , по дискованию -  $0,348 \pm 0,251$ . В первых двух случаях корреляция достоверна. Изменения содержания аммонийного азота в почве имели меньшее значение, существенных связей не установлено. Влияние  $N_{мин.}$  было лишь незначительно выше, чем  $N-NO_3$ , или оставалось на том

же уровне. Наиболее высокий коэффициент корреляции получен по фону вспашка -  $0,829 \pm 0,149$ ,  $r^2 = 0,687$ .

## 5.2 Влияние применения помёта на масличность семян и выход растительного жира

Содержание жира в семенах подсолнечника на контрольном варианте в 2011 году по обоим фонам обработки почвы составило 42 %. В 2012 году масличность была значительно ниже, чем в предыдущем году, - на контрольном варианте на 10 %. Третий год исследований занимает промежуточное положение (таблицы 25 - 27).

Таблица 25 - Масличность семян подсолнечника в 2011 году

Вариант	Содержание жира в семенах, %	Содержание жира в урожае с 1 га, кг	Прибавка к контролю	
			кг/га	%
<b>Фон - дискование</b>				
контроль	42,0	576	-	-
ИП 10 т/га	46,2	786	210	36,5
ИП 15 т/га	45,1	913	337	58,5
ИП 20 т/га	42,0	770	194	33,7
ИП 25 т/га	40,0	570	-	-
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	42,1	748	172	29,9
<b>Фон - вспашка</b>				
контроль	42,1	591	-	-
ИП 10 т/га	44,2	803	212	35,9
ИП 15 т/га	45,0	917	326	55,2
ИП 20 т/га	46,0	905	314	53,1
ИП 25 т/га	44,1	846	255	43,1
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	42,1	744	153	25,9
<b>НСР<sub>095</sub></b>				
фактор А	0,12	4,26		
фактор В	0,22	8,52		
АВ	0,32	12,06		

Известно, что составные части жира - глицерин и жирные кислоты - образуются из сахаров (Кретович В.П., 1980). При относительно большом преобладании в питательной среде азота над фосфором содержание сахаров, в первую очередь в листьях, как правило, снижалось, вследствие повышенного расхода их на синтез белков (Молосов И.В., Воллейд Л.П., 1962). Кроме того, в засушливых условиях подавляется передвижение углеводов из вегетативных органов в репродуктивные в большей степени, чем азотистых веществ (Павлов А.Н., 1969). Именно по этим причинам, по-видимому, уменьшается синтез жира при избыточном азотном питании и недостатке влаги. В таких случаях лужистость семян увеличивается, а процент ядер в них соответственно снижается. Многолетние исследования, выполненные на черноземах Ростовской области (Агафонов Е.В., Мажуга Г.Н., Агафонова Л.Н., 1998), подтверждают, что такая ситуация складывается довольно часто.

Применение помёта в 2011 г. способствовало повышению масличности семян подсолнечника. Максимальное увеличение содержания жира в семенах получено по фону дискование от дозы 10 т/га - 4,2 %, по вспашке от 20 т/га - 3,9 %. Минеральные удобрения практически не оказывали влияния на качество семян.

Внесение органических удобрений привело к существенному увеличению содержания жира в урожае. На обоих фонах максимальный и очень близкий эффект достигнут при внесении помёта в дозе 15 т/га - 913 и 917 кг/га. По сравнению с контролем прибавка составляла 55,2 - 58,5 %. С увеличением дозы свыше 15 т/га по фону дискование и 20 по вспашке масличность семян снижалась. Минеральные удобрения в этом году не оказали влияния на масличность семян. Относительное повышение сбора жира под действием помёта выше, чем урожайности.

В 2012 г. при более низком общем уровне содержания жира в семенах подсолнечника применение помёта также способствовало его повышению (таблица 26). Масличность семян увеличивалась при доведении дозы до 10 т/га на фоне дискование и 7,5 т/га по вспашке. Сбор жира с 1 га был практически одинаков на вариантах с 10 и 15 т/га помёта по дискованию и 7,5 - 10 т/га - по вспашке. Мак-



симальное увеличение содержания жира в урожае с 1 га составляло 50,8 - 56,4 %. В этом году существенное повышение качества семян вызвало и применение минеральных удобрений, особенно по вспашке - на 4 %, однако выход жира с одинаковой площади здесь был меньше, чем при внесении помёта.

Таблица 26 - Масличность семян подсолнечника в 2012 году

Вариант	Содержание жира в семенах, %	Содержание жира в урожае с 1 га, кг	Прибавка к контролю	
			кг/га	%
Фон - дискование				
контроль	32,4	385	-	-
ИП 5 т/га	33,2	457	72	18,7
ИП 7,5 т/га	34,3	531	146	37,9
ИП 10 т/га	36,3	595	210	54,5
ИП 15 т/га	34,3	602	217	56,4
ИП 20 т/га	33,2	541	156	40,5
ИП 25 т/га	33,1	524	139	36,1
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	34,1	509	124	32,2
Фон - вспашка				
контроль	32,3	390	-	-
ИП 5 т/га	33,2	463	73	18,7
ИП 7,5 т/га	35,2	586	196	50,3
ИП 10 т/га	35,3	588	198	50,8
ИП 15 т/га	34,3	559	169	43,3
ИП 20 т/га	32,8	525	135	34,6
ИП 25 т/га	32,2	443	53	13,6
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	36,3	493	103	26,4
НСР <sub>095</sub>				
фактор А	0,08	3,92		
фактор В	0,20	8,76		
АВ	0,28	12,38		

В 2013 г. применение помёта под дискование оказало в целом негативное влияние на содержание жира в семенах. Оно увеличилось по сравнению с контролем лишь при внесении минимальной дозы - 5 т/га и всего на 0,8 % (таблица 27).

На остальных вариантах произошло снижение масличности семян, которое нарастало с повышением дозы помёта. Применение помёта способствовало существенному увеличению урожайности, но при этом в растениях накапливался избыток азота, который был сконцентрирован в маленькой вегетативной массе растений. В процессе реутилизации он передвигался в семена и оказывал негативное влияние на синтез жира.

Таблица 27 - Масличность семян подсолнечника в 2013 году

Вариант	Содержание жира в семенах, %	Содержание жира в урожае с 1 га, кг	Прибавка к контролю	
			кг/га	%
Фон - дискование				
контроль	36,3	200	-	-
ИП 5 т/га	37,1	297	97	48,5
ИП 7,5 т/га	34,8	304	104	52,0
ИП 10 т/га	34,6	325	125	62,5
ИП 15 т/га	33,4	320	120	60,0
ИП 20 т/га	32,9	321	121	60,5
ИП 25 т/га	31,0	314	114	57,0
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	34,2	318	118	59,0
Фон - вспашка				
контроль	36,5	369	-	-
ИП 5 т/га	40,9	595	226	61,2
ИП 7,5 т/га	42,0	680	311	84,3
ИП 10 т/га	45,5	875	506	137,1
ИП 15 т/га	43,1	805	436	118,2
ИП 20 т/га	43,7	800	431	116,8
ИП 25 т/га	42,5	774	405	109,8
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	35,8	445	76	20,6
НСР <sub>095</sub>				
фактор А	0,10	4,34		
фактор В	0,24	9,73		
АВ	0,34	13,75		

Совершенно иная картина сложилась при глубокой заделке помёта в почву. Содержание жира в семенах возрастало с повышением дозы очень сильно, в значительно большей степени, чем в предыдущие годы. Максимум оно достигло на

варианте с дозой 10 т/га - 45,5 %. Выход жира с 1 га повысился на 137,1 % с повышением дозы помёта эти показатели снижались.

Влияние минеральных удобрений на масличность семян подсолнечника в 2013 г. по обоим фонам обработки почвы было отрицательным. Но положительный эффект в действии на сбор жира с 1 га сохранился благодаря большой прибавке урожайности.

Большие различия в содержании жира в семенах подсолнечника в разные годы обусловлены совокупностью условий питания растений и погоды в течение вегетационного периода. В среднем по двум фонам обработки почвы в период бутонизация-цветение содержание нитратного азота на контроле в слое почвы 0 - 40 см в 2011 г. составляло 25,8, в 2012 г. - 50,0, в 2013 г. - 15,2 кг/га (таблица 11). Исходная обеспеченность почвы подвижным фосфором перед посевом подсолнечника в слое 0 - 40 см была значительно больше в 2011 г. - 14,1, чем в 2012 г. - 11,7 и в 2013 г. - 9,1 мг/кг почвы. По - видимому, в 2011 г. условия азотного и фосфорного питания растений были наиболее благоприятными. В 2012 г. имел место большой дисбаланс в питании подсолнечника азотом и фосфором в пользу первого. В 2013 г. он был меньше, но на очень низком уровне обеспеченности фосфором, играющем важную роль в образовании жира. Всё это происходило на фоне очень высоких температур и при недостатке влаги в почве, а в острозасушливых условиях при избытке азота масличность семян снижается (Мосолов И.В., 1979 ; Плешков Б.П., 1987).

Подсчет среднего содержания минерального азота и подвижного фосфора в слое почвы 0 - 40 см в период бутонизация – цветение и соотношения между ними на всех вариантах опыта свидетельствует об очень большой изменчивости этого показателя. Он варьировал от 0,53 до 3,56. Сопоставление масличности семян и отношения  $N_{\text{мин.}} : P_2O_5$  за 2011 - 2013 гг. показало, что между ними имеется тесная обратная линейная зависимость  $r = - 0,797 \pm 0,147$  (рисунок 24). Масличность на 63,5% определяется сбалансированностью в обеспеченности почвы под подсол-

нечником азотом и фосфором в период бутонизация - цветение.

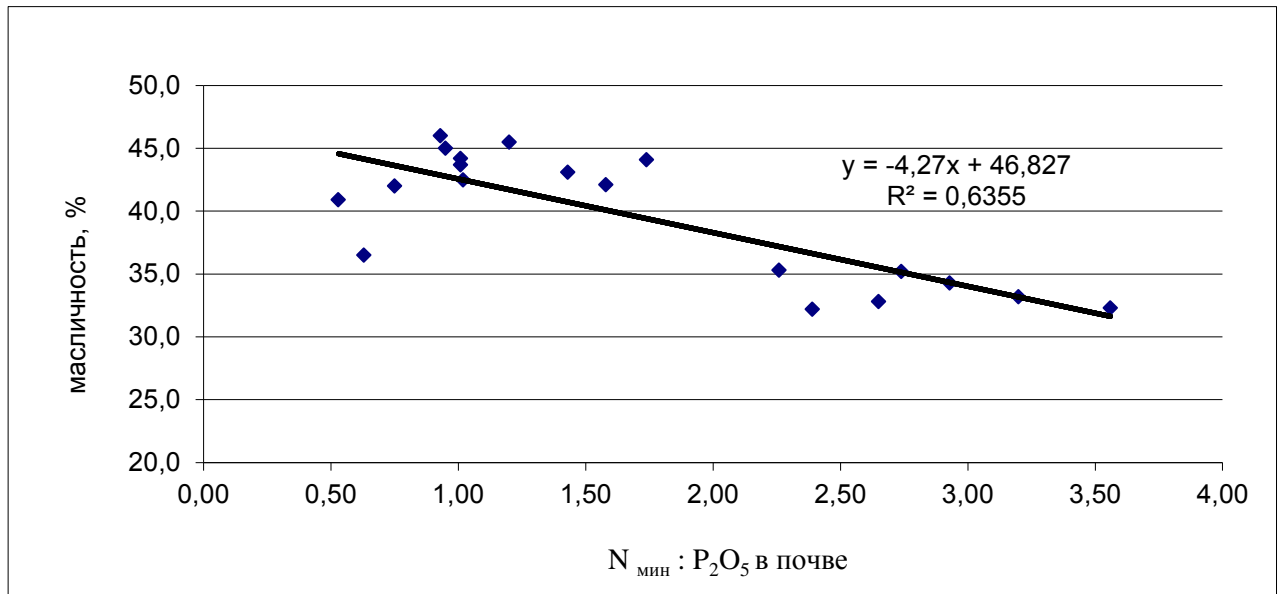


Рис 24. Зависимость масличности семян подсолнечника от соотношения минерального азота и подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в период бутонизация - цветение

В среднем за 2011 - 2013 гг. масличность семян подсолнечника на контроле обоих фонов обработки почвы была практически одинаковой (таблица 28). На вариантах с применением помёта прослеживается преимущество глубокой его заделки в почву. При внесении 10 т/га оно равно 2,7 %, а с повышением дозы увеличивается, достигая максимума на варианте с дозой 25 т/га - 4,9 %. Последнее явилось, главным образом, следствием больших различий в 2013 г. На обоих фонах с повышением дозы с 10 до 25 т/га масличность семян уменьшалась.

На вариантах с минеральными удобрениями различия по сравнению с контролем незначительны. Максимальное увеличение получено по фону вспашка и составило всего 1,1 %.

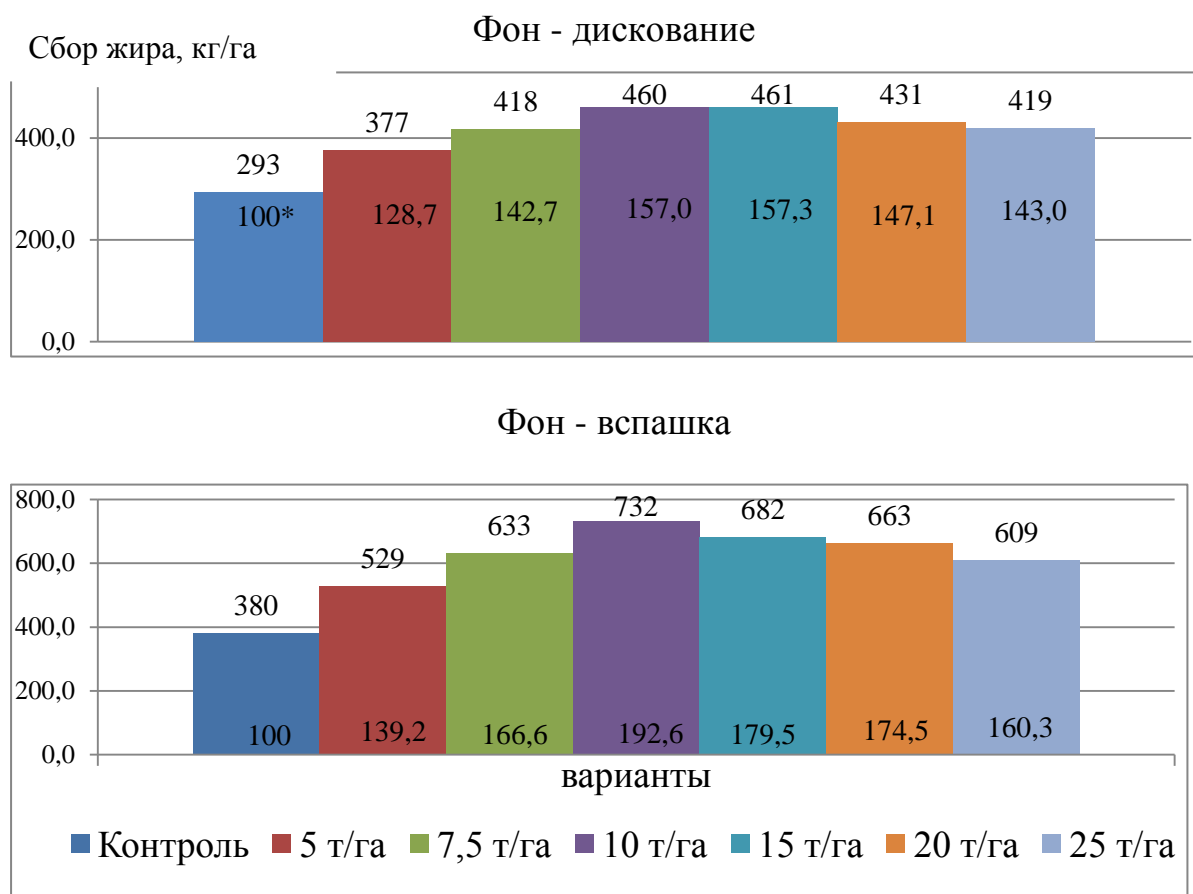
Содержание жира в урожае с 1 га на контроле по фону вспашка выше, чем по дискованию на 63 кг (16,2 %). Применение помёта в дозе 10 т/га обеспечило увеличение сбора жира по фону дискование на 182, а по вспашке - на 305 кг/га, это 47,0 и 67,8 % по отношению к контролю. При мелкой заделке помёта повышение дозы помёта до 15 т/га способствовало его увеличению ещё на 43, а по фону вспашка на 5 кг/га. В обоих случаях различия недостоверны. Дальнейший рост дозы вызывал уменьшение этого показателя на обоих фонах.

Таблица 28 - Масличность семян подсолнечника, среднее за 2011 - 2013 гг.

Вариант	Содержание жира в семе- нах, %	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 <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	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 <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	38,1	561	111	24,7
НСР <sub>095</sub>				
фактор А	1,57	72,15		
фактор В	3,14	144,31		
АВ	4,45	204,08		

Эффект от минеральных удобрений во влиянии на масличность семян значительно слабее действия помёта и недостоверен.

Анализ результатов в среднем за 2012 и 2013 гг. продемонстрировал ещё большее преимущество отвальной обработки почвы перед мелкой. По обоим фонам эффект от помёта равномерно повышался с увеличением дозы от 5 до 10 т/га (рисунок 25). Различия в сборе жира на этих вариантах достоверны. На фоне дискование при увеличении дозы до 15 т/га содержание жира остаётся на том же уровне, а по фону вспашка начинает снижаться. Уменьшение на обоих фонах отмечено по мере достижения дозы 25 т/га.



\* - сбор жира в % к контролю

Рисунок 25. Влияние применения помёта на содержание растительного жира в урожае с 1 га, кг.  
Среднее за 2012, 2013 гг.

### 5.3 Зависимость урожайности подсолнечника от содержания элементов питания в почве

Анализ коррелятивных связей между изменениями урожайности подсолнечника, обусловленными применением помёта, с содержанием N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O в слое почвы 0 - 40 см перед посевом подсолнечника выполнен в целом по всем вариантам и отдельно по фонам дискование и вспашка.

Установлено, что изменения урожайности семян при внесении индюшиного помёта в наибольшей степени зависели от его влияния на азотный режим почвы. Более тесная линейная связь имела место с изменениями количества нитратного азота: коэффициент корреляции с учётом данных содержания N-NO<sub>3</sub> в почве перед посевом на обоих фонах равен  $0,681 \pm 0,134$ , отдельно по вспашке -  $r = 0,795 \pm$

0,162, по дискованию -  $r = 0,348 \pm 0,251$ . В первых двух случаях корреляция достоверна. Изменения содержания аммонийного азота в почве имели меньшее значение, существенных связей не установлено. Влияние  $N_{\text{мин}}$  было лишь незначительно выше, чем  $N\text{-NO}_3$ , или оставалось на том же уровне, наиболее высокий коэффициент корреляции по фону вспашка -  $0,829 \pm 0,149$ ,  $r^2 = 0,687$ .

Роль изменений фосфатного уровня почвы, вызванных применением помёта, в повышении урожайности не столь велика, как азота. Коэффициенты корреляции не превышали 0,305. Также несущественное влияние на урожайность оказали и изменения калийного режима почвы.

Расчёт множественной корреляции, учитывающий действие на урожайность двух факторов - содержание минерального азота и подвижного фосфора в почве, показал, что теснота этой связи фактически такая же, как и с минеральным азотом, максимальное значение коэффициента корреляции было по фону обработки вспашка -  $0,834 \pm 0,147$

В целом прослеживается большая (часто намного) зависимость изменений урожайности подсолнечника от содержания НРК в почве по фону вспашка, чем по дискованию.

Кроме того, установлено, что эти зависимости имеют более выраженный нелинейный характер. Так индекс корреляции урожайности с содержанием  $N\text{-NO}_3$  в почве по обоим фонам обработки почвы равен  $0,747 \pm 0,117$  (рисунок 26)

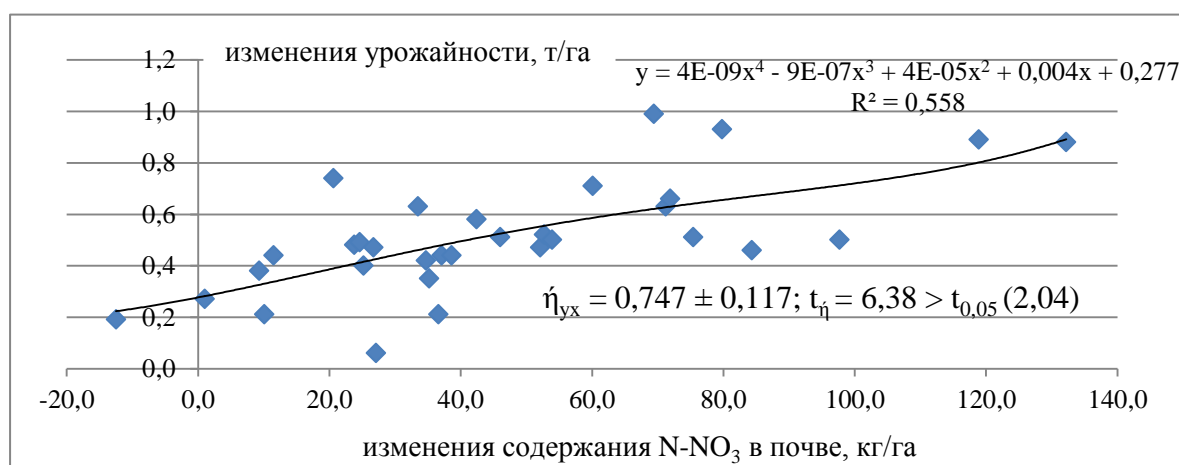


Рисунок 26. Зависимость изменений урожайности от содержания  $N\text{-NO}_3$  в почве под подсолнечником по обоим фонам обработки почвы.

По фону вспашка индекс корреляции выше -  $\hat{\eta} = 0,819 \pm 0,153$  (рисунок 27).  
Наиболее высокая зависимость имела место с содержанием всего минерального азота в почве по вспашке,  $\hat{\eta} = 0,876 \pm 0,129$  (рисунок 28)

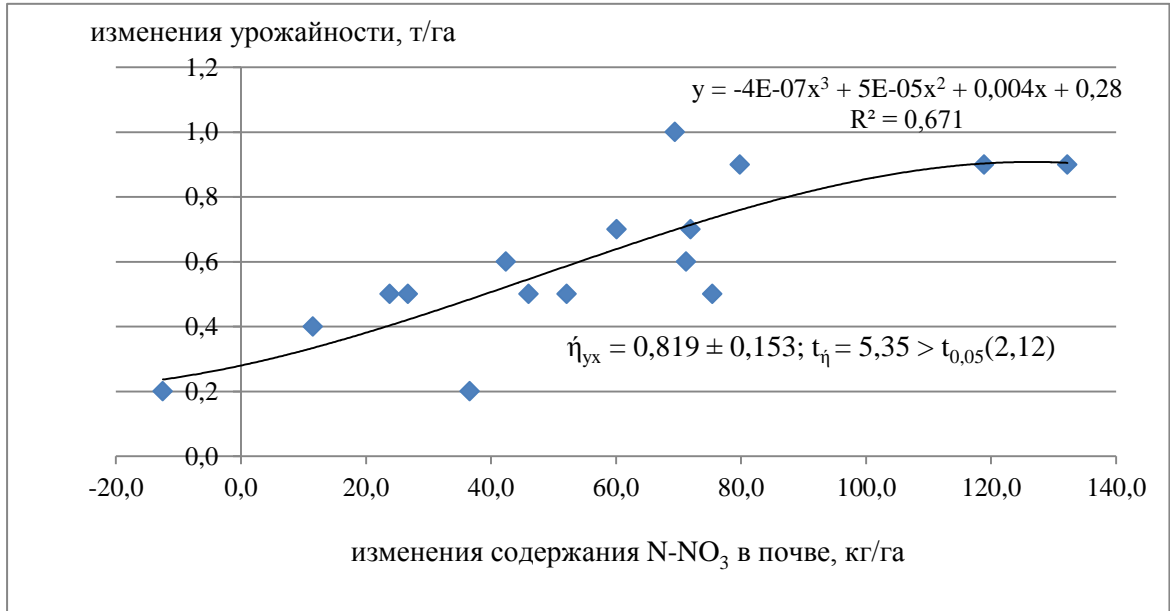


Рисунок 27. Зависимость изменений урожайности от содержания N-NO<sub>3</sub> в почве под подсолнечником по фону вспашка.

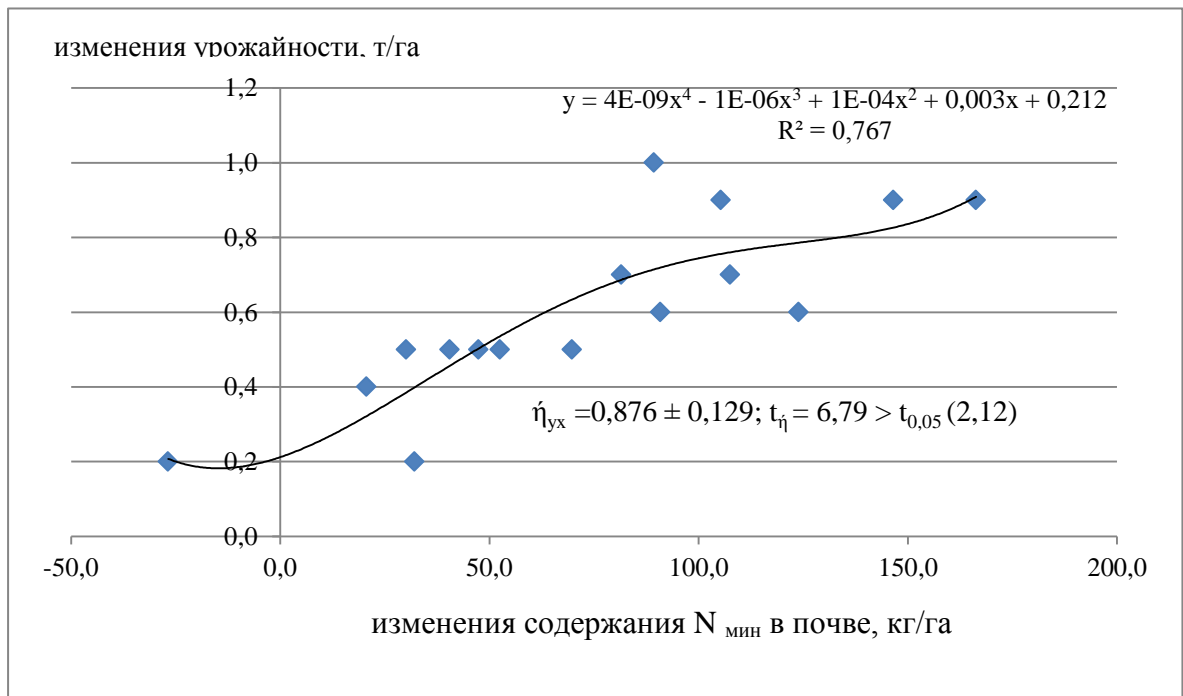


Рисунок 28. Зависимость изменений урожайности от содержания N<sub>мин</sub> в почве под подсолнечником по фону вспашка.



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  $N_{\text{мин}}$  по фону вспашка,  $\hat{\eta}_{yx} = 0,845 \pm 0,143$ ,  $\hat{\eta}_{yx}^2 = 0,71$  (рисунок 29), по дискованию  $\hat{\eta}_{yx} = 0,814$ , а по двум фонам - 0,768. Зависимость имеет чёткий криволинейный характер. Часть линии тренда представляет собой характерную параболу.

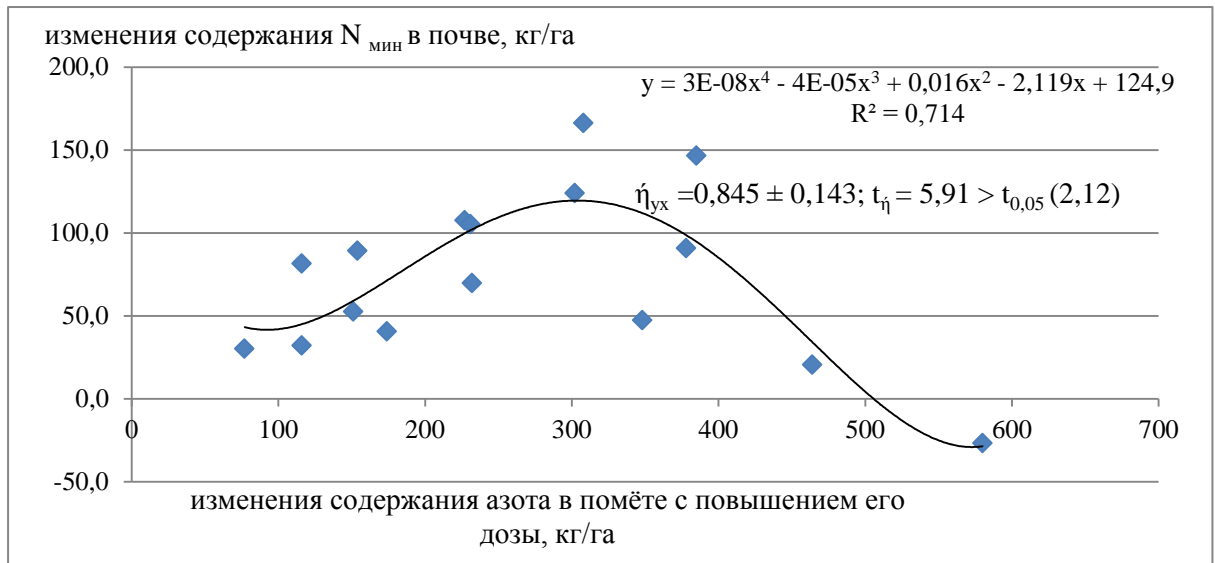


Рисунок 29. Зависимость изменений содержания  $N_{\text{мин}}$  в почве под подсолнечником по фону вспашка от количества азота в гектарной дозе помёта.

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. В 2011 г. такое количество азота содержалось в 15, в 2012 г. - в 13, в 2013 - в 17 т, а в среднем в 15 т помёта. Повышение его дозы, и азота соответственно, приводило к уменьшению эффекта, а при увеличении свыше 20 т/га - 400 кг N снижение становилось очень резким. По-видимому это приводило к угнетению микробиологической деятельности в почве и снижению интенсивности минерализации помёта. С содержанием  $N\text{-NO}_3$  в почве связь слабее: по фону дискование  $\hat{\eta} = 0,694 \pm 0,192$ , по вспашке -  $0,762 \pm 0,173$ , как и с  $N\text{-NH}_4$  -  $\hat{\eta} = 0,578 \pm 0,218$  и  $0,791 \pm 0,163$  соответственно.

Таким образом содержание азота в гектарной дозе помёта не должно быть более 400 кг/га. Превышение этого предела приводит к серьёзным негативным последствиям, связанным с нарушением баланса различных групп микроорганизмов в почве, возможно также и к потерям азота в результате денитрификации. Фактически доза азота 400 кг/га - порог экологической безопасности применения помёта.

Воспользоваться сведениями, полученными при расчёте корреляционных связей изменений урожайности подсолнечника и содержания элементов питания в почве несмотря на высокую степень детерминации ( $\eta^2 = 0,67 - 0,77$ ) не представляется возможным по следующим причинам. Во-первых, помёт вносится осенью под основную обработку почвы. Количество доступных форм азота, фосфора и калия к посеву подсолнечника полностью зависит от условий (влажность почвы, температура), складывающихся в течение осеннего и весеннего периодов, которые нельзя спрогнозировать. Во-вторых, линии трендов даже при наиболее высокой нелинейной корреляции изменений урожайности и азота в почве не позволяют выделить оптимумы его содержания в почве, на основе которых можно было бы попытаться рассчитать дозу помёта.

Ориентироваться можно лишь на средние данные эффективности разных доз помёта за 2011 - 2013 гг.

## **6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКОМ ИЗ ИНДЮШИНОГО ПОМЁТА**

Для оценки влияния удобрений на общее поглощение элементов питания растениями подсолнечника необходимо учесть их содержание в основной и побочной продукции. Количество побочной продукции подсолнечника с 1 га различалось в разные годы в ещё большей степени, чем урожайность семян (приложение 9).

На контрольном варианте вынос азота с урожаем семян в разные годы был в пределах 18,8 - 50,0 по фону дискование и 32,3 - 49,1 кг/га по вспашке (приложение 10). Под влиянием помёта в 2011 г. он увеличился на 15,7 - 33,5 кг/га.

По фону дискование прослеживается рост выноса при повышении дозы до 15, а по вспашке - до 25 т/га. С побочной продукцией в 2011 г. было вынесено азота меньше в 2,0 - 2,2 раза на контроле и в 1,5 - 2,1 раза на вариантах с помётом. При внесении минеральных удобрений разрыв ещё больше.

В 2012 г. картина выноса азота с семенами и побочной продукцией была прямо противоположна предшествующему году. С семенами на контроле вынесено 32,3 - 33,3 кг/га азота, а с побочной продукцией - 47,5 - 48,8. Увеличение выноса с семенами нарастало с повышением дозы помёта до 15 т/га по фону дискование и до 20 т/га - по вспашке. Различия в выносе азота побочной продукцией в 2012 и 2011 гг. на вариантах с помётом ещё больше, чем на контроле. Можно сделать заключение о том, что в 2012 г. азот потреблённый растениями из почвы, использован крайне нерационально. Реутилизация была очень слабой. Основная часть - 64 - 69 % так и осталась в стеблях и корзинках. В 2011 г., наоборот, 66 - 70 % азота было сосредоточено в семенах.

Главным отличием 2013 г. явилось очень большая разница в выносе азота растениями подсолнечника по фонам обработки почвы. На контроле с семенами было использовано 18,8 кг/га по дискованию и 33,8 кг/га по вспашке; с побочной продукцией соответственно 30,0 и 44,5 кг/га. Роль помёта в азотном питании подсолнечника в этом году в условиях засухи оказалась даже большей, чем в преды-

дущие годы. Максимальный вынос с урожаем семян получен по обоим фонам при внесении 25 т/га и составил соответственно 44,5 и 74,8 кг/га. С побочной продукцией вынесено здесь 70,2 и 97,3 кг/га. Доля азота семян в общем выносе на контроле была в пределах 39 - 43 %, а при внесении помёта - 33 - 43 %. Следовательно, в наиболее засушливом году большая часть азота, поглощённого растениями подсолнечника, использовалась непродуктивно.

В выносе фосфора с урожаем основной и побочной продукции прослеживаются следующие особенности. На контроле максимальный вынос фосфора с урожаем семян получен в 2011 г., с побочной продукцией - в 2012 г. (приложение 11). Доля фосфора, содержащегося в семенах, в общем выносе в 2011 г. составляла на двух фонах обработки 70,1 и 66,7; в 2012 г. - 40,4 и 38,0; в 2013 г. - 29,8 и 36,8 %. Применение помёта способствовало существенному увеличению потребления фосфора. Изменения в содержании фосфора в основной и побочной продукции при внесении помёта по сравнению с контролем на обоих фонах обработки почвы были примерно в одних пределах.

Доля фосфора, сосредоточенного в семенах, на вариантах с помётом при максимальных значениях выноса составляла по фонам дискование и вспашка в 2011 г. 68,8 и 63,2; в 2012 г. - 46,7 и 40,2; в 2013 г. - 25,5 и 36,8 %. Следовательно, наибольшая реутилизация фосфора имела место в год с лучшей сбалансированностью элементами питания и удовлетворительной обеспеченностью влагой, худшая - в наиболее засушливый год. По степени реутилизации фосфора в 2013 г. прослеживается осязаемое преимущество фона вспашка по сравнению с дискованием, причём и на контроле, и на вариантах с помётом.

Особенности потребления калия растениями подсолнечника заключаются в следующем. При мелкой обработке почвы содержание калия в семенах на контроле в 2011 и 2012 гг. было значительно больше, чем в 2013 г., а по вспашке различия незначительны (приложение 12). Иная картина в содержании калия в побочной продукции. Наиболее высокий уровень по обоим фонам отмечен в 2012 г. - низкий - в 2011 г. Они отличались в два и более раз. Доля калия семян в общем выносе значительно меньше, чем фосфора и азота. В 2011 г. она составила 26 - 27,

в 2012 г. - 13,4 - 15,4, а в 2013 г. - 11,0 - 17,6 %. Различия по фонам несущественны, лишь в 2013 г. просматривается преимущество вспашки. Доля калия семян в общем выносе при внесении помёта было в пределах 24,0 - 23,6 % в 2011 г., 15,3 - 13,0 % в 2012 г. и 12,3 - 14,3 % в 2013 г. Чёткая картина увеличения общего выноса калия прослеживается при повышении дозы помёта с 5 до 7,5 и далее до 10 т/га. При дальнейшем росте дозы вынос калия изменялся несущественно или оставался на том же уровне.

Средние данные по выносу элементов питания с семенами и побочной продукцией за 2011 - 2013 гг. приведены в таблице 29, общий вынос в таблице 30.

Таблица 29 - Вынос NPK с урожаем основной и побочной продукции, среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га

вариант	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	Вынос с урожаем семян	Вынос с побоч. прод.	Вынос с урожаем семян	Вынос с побоч. прод.	Вынос с урожаем семян	Вынос с побоч. прод.
Фон - дискование						
контроль	34,0	33,3	3,6	4,2	17,1	84,8
ИП 10 т/га	51,3	68,6	5,3	7,0	24,2	141,6
ИП 15 т/га	57,6	81,1	6,5	7,6	27,4	137,8
ИП 20 т/га	55,5	84,3	6,2	7,7	24,8	140,8
ИП 25 т/га	52,2	81,2	5,7	7,5	21,9	138,9
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	48,9	50,5	5,2	5,3	23,6	107,7
Фон - вспашка						
контроль	38,4	39,1	4,5	5,5	20,0	92,0
ИП 10 т/га	61,2	78,6	6,9	8,0	29,3	144,9
ИП 15 т/га	65,9	82,4	7,1	8,4	29,7	141,4
ИП 20 т/га	67,2	93,3	7,2	9,8	29,5	146,7
ИП 25 т/га	68,5	92,4	6,8	10,8	28,1	144,4
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	51,9	57,9	5,3	6,6	24,4	115,3

Более всего на создание урожая подсолнечника было использовано калия - на контроле от 101,9 до 112,0 кг/га. Потребность в азоте составила 67,4 - 77,5, а в фосфоре лишь 7,8 - 10,0 кг/га. Расход всех элементов по вспашке был больше, чем по дискованию вследствие различий в урожайности. Вынос азота существенно

повышался при внесении помёта. По данным за 2012 и 2013 гг. на варианте с 5 т/га по фону дискование он увеличился в среднем на 7,5, а по вспашке - на 7,1 кг/га. Вынос нарастал с повышением дозы до 10 т/га. Анализ данных в среднем за 2011 - 2013 гг. показывает, что вынос существенно увеличивается при доведении дозы помёта до 15 т/га по дискованию, а по вспашке - до 20 т/га.

Таблица 30 - Общий вынос NPK надземной биомассой подсолнечника.

Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га

вариант	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Фон - дискование			
контроль	67,4	7,8	101,9
ИП 10 т/га	114,9	12,3	165,8
ИП 15 т/га	132,0	14,1	165,2
ИП 20 т/га	134,0	13,9	165,6
ИП 25 т/га	128,0	13,2	160,7
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	99,4	10,5	131,3
Фон - вспашка			
контроль	77,5	10,0	112,0
ИП 10 т/га	128,4	14,9	174,3
ИП 15 т/га	144,8	15,4	171,1
ИП 20 т/га	151,3	17,0	176,2
ИП 25 т/га	149,3	17,6	172,5
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	109,8	11,9	139,7

Вынос фосфора с урожаем подсолнечника также повышался с увеличением дозы помёта с 5,0 до 7,5, а затем до 10 т/га, но в меньшей степени, чем азота. По фону дискование прирост выноса P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> завершался при доведении дозы до 15 т/га, а по вспашке - до 25 т/га, но на последнем этапе - с 20 до 25 т/га изменения незначительны. Максимальный вынос фосфора на фоне вспашка превышал его потребление на фоне дискование в 1,25 раза.

Вынос калия при внесении помёта в дозе 5 т/га повысился по сравнению с контролем в среднем за 2012 и 2013 гг. на 40,5 - 55,0 кг/га и продолжал увеличиваться с повышением дозы до 10 т/га. Но дальнейший его рост при увеличении дозы, как показывают данные за три года исследований, прекратился.

Вынос всех элементов питания под влиянием минеральных удобрений был меньше, чем при внесении помёта.

Как уже указывалось, в сухом веществе помёта содержание азота варьировало в 2011 - 2013 гг. в пределах 3,3 - 4,9, фосфора - 3,3 - 5,5, калия - 3,8 - 4,9 %. В расчёте на массу помёта при естественной влажности эти показатели в два с лишним раза меньше и в среднем за три года составили: N - 1,79, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 2,09, K<sub>2</sub>O - 2,06 % (таблица 31). Соответственным образом изменялось и содержание элементов питания в помёте при внесении различных доз. Эти сведения положены в основу расчёта баланса элементов питания при возделывании подсолнечника.

Подсчёт баланса элементов питания при возделывании подсолнечника может быть сделан двумя способами: с учётом выноса побочной продукцией и без него. Поскольку стебли с остатками сухих листьев и обмолоченные корзинки практически никогда не используются - не отчуждаются с поля, второй вариант представляется более правомерным. Большое количество NPK и других элементов, содержащихся в побочной продукции подсолнечника после её измельчения, заделки в почву и минерализации возвращается в неё в доступном для растений виде. В связи с этим, несмотря на большую потребность этой культуры в питательных веществах и значительное накопление в биомассе, она не является, в конечном счёте, причиной большого истощения почвы, хотя первая после неё культура в севообороте при большой урожайности подсолнечника и неполной минерализации послеуборочных остатков может испытывать дефицит NPK.

Расчёт баланса азота только с учётом его выноса с урожаем семян на всех вариантах с помётом во все годы исследований был положительным. Уже при внесении дозы 10 т/га профицит, как правило, был более 100 кг/га (приложение 13). Даже с учётом побочной продукции небольшой недостаток азота в 15 - 36 кг/га был отмечен только в 2013 г. при внесении небольших доз - 5 т/га под дискование и 5 - 7,5 т/га под вспашку.

Таблица 31 - Содержание N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O в перепревшем индюшином помёте при естественной влажности

Доза помёта т/га	N				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				K <sub>2</sub> O			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее
	В сырой массе, %											
	1,51	2,32	1,54	1,79	2,15	1,56	2,57	2,09	2,06	2,32	1,77	2,06
	В гектарной дозе, кг											
ИПП 5 т/га	-	116	77	97*	-	78	128	103*	-	116	89	103*
ИПП 7,5 т/га	-	174	116	145*	-	117	193	155*	-	174	133	154*
ИПП 10 т/га	151	232	154	179	215	156	257	209	206	232	177	205
ИПП 15 т/га	227	348	231	269	323	234	386	314	309	348	266	308
ИПП 20 т/га	302	464	308	358	430	312	514	419	412	464	354	410
ИПП 25 т/га	378	580	385	448	538	390	643	524	515	580	443	513

\* - Среднее за 2012 - 2013 гг.



Дефицит азота наблюдался на варианте с минеральными удобрениями, только в 2011 г. В остальные годы баланс был близок к нейтральному или положительным.

Вынос фосфора растениями подсолнечника был невысоким, поэтому его баланс при внесении удобрений в целом был положительным. Особенно большой профицит отмечен при внесении помёта. Уже при внесении 10 т/га он в среднем за три года составил около 200 кг/га. Поэтому совершенно очевидно, что индюшиный помёт является прекрасным средством повышения фосфатного уровня почвы, что особенно важно при низкой обеспеченности почв этим элементом.

Положительным был также и баланс по калию на всех вариантах с помётом. Превышен вынос калия и на вариантах с минеральными удобрениями. При учёте побочной продукции в 2012 г. по дискованию и в 2013 г. по вспашке даже доза помёта в 10 т/га была недостаточной для создания положительного баланса калия, но в первом случае дефицит составлял всего 5,5 кг/га при выносе в 237,5 кг/га. Применение минеральных удобрений в этом случае не компенсировало вынос калия с урожаем, поскольку его основная часть содержится в побочной продукции.

Подсчёт коэффициентов использования элементов питания из удобрений показал, что степень использования азота и калия значительно выше, чем фосфора (таблица 32, приложение 13). Главная закономерность изменений коэффициента использования азота подсолнечником из помёта заключается в его уменьшении при увеличении дозы. В 2013 г. отмечено резкое уменьшение коэффициента при увеличении дозы выше 5 т/га, где он был очень высоким - 54 - 77 %. Значительно больше усваивали растения подсолнечника азота из минеральных удобрений.

При усреднении данных за 2011 - 2013 гг. установлено следующее: во-первых усвоение азота из помёта идёт лучше при его глубокой заделке в почву; во-вторых, с увеличением дозы с 10 до 25 т/га, отмечено достаточно равномерное снижение степени усвоения азота - с 27,5 до 13,7 % на фоне дискование и с 32,1 до 17,9 % по вспашке. По данным за 2012 и 2013 гг. степень усвоения азота из помёта в дозах 7,5 и 10,0 т/га практически одинакова, при внесении 5,0 т/га она на 7 - 10 % больше. Коэффициент усвоения азота из минеральных удобрений по раз-

ным фонам обработки почвы очень близок и в два раза больше, чем из помёта в оптимальной дозе (10 т/га).

Таблица 32 - Коэффициент использования азота из помёта

вариант	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2011 - 2013 гг.
Фон - дискование				
ИП 10 т/га	16,8	29,1	36,5	27,5
ИП 15 т/га	16,3	28,0	27,5	23,9
ИП 20 т/га	15,8	21,6	19,1	18,8
ИП 25 т/га	6,5	15,8	18,7	13,7
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	56,4	69,4	66,6	64,1
Фон - вспашка				
ИП 10 т/га	17,9	24,7	53,8	32,1
ИП 15 т/га	17,5	22,4	40,3	26,7
ИП 20 т/га	13,8	19,4	32,7	22,0
ИП 25 т/га	13,9	11,9	27,8	17,9
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	54,8	58,2	80,6	64,5

Коэффициент использования фосфора помёта очень низок - с увеличением дозы он уменьшался с 4,4 до 1,0 %. Это связано с очень высоким содержанием фосфора в помёте и незначительным его выносом. Из минеральных удобрений фосфор использовался несколько лучше.

Очень пёстрая картина по потреблению калия из помёта и минеральных удобрений. В среднем за 2011 - 2013 гг. коэффициенты использования из помёта в диапазоне доз 10 - 25 т/га уменьшались с 31 - 32 до 11,7 - 12,5 %. Различий в степени использования калия из помёта при его разной заделке в почву в целом нет, но по годам колебания очень большие. Более высок коэффициент усвоения калия из минеральных удобрений - 55,3 - 58,7 %.

Расход элементов питания на создание 1 тонны семян подсолнечника в среднем за 2011 - 2013 годы на контроле по фонам дискование и вспашка существенно не отличался (таблица 33). Применение помёта способствовало увеличению потребления азота, оно нарастало с повышением дозы. Продуктивнее использовался азот при заделке помёта плугом. На вариантах с минеральными

удобрениями удельный расход азота в целом был меньше. Существенных различий в расходе фосфора для получения 1 тонны семян по фонам дискование и вспашка не отмечено. Как на контроле, так и на вариантах с удобрениями он также повышался с ростом дозы помёта до 25 т/га. На вариантах с минеральными удобрениями удельный расход фосфора был примерно таким же, как на контроле. Строгой закономерности изменения расхода калия на единицу продукции при внесении разных доз помёта не установлено, но максимальные значения на обоих фонах обработки почвы получены при внесении максимальной дозы. Общий уровень расхода калия на контроле и вариантах с помётом по фону дискование был выше, чем по вспашке на 5 - 20 кг/га (6 - 24 %). Следовательно, подсолнечник усваивает калий из почвы при глубокой обработке почвы лучше, чем при мелкой. При внесении минеральных удобрений по фону дискование калий усваивался значительно лучше, чем из помёта, по вспашке различия незначительны.

Таблица 33 - Расход элементов питания на 1 тонну семян.

Среднее за 2011 - 2013 гг., кг

вариант	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Фон - дискование			
контроль	58,6	6,8	88,6
ИП 10 т/га	72,2	7,7	104,3
ИП 15 т/га	77,0	8,0	93,9
ИП 20 т/га	81,7	8,5	101,0
ИП 25 т/га	87,2	8,9	107,9
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	63,7	6,7	84,2
Фон - вспашка			
контроль	57,8	7,5	83,6
ИП 10 т/га	64,3	7,5	87,2
ИП 15 т/га	69,4	7,5	83,9
ИП 20 т/га	76,1	8,5	88,5
ИП 25 т/га	79,0	9,3	91,3
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	67,8	7,3	86,2

## 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ИНДЮШИНОГО ПОМЁТА ПОД ПОДСОЛНЕЧНИК

При экономических расчетах использовали фактические затраты на производство продукции в учхозе «Донское», Октябрьского района Ростовской области: погрузка удобрений – 28 руб./т; транспортировка удобрений – 20 руб. т/км; разбрасывание органических удобрений – 16 руб./га. Стоимость 1 кг азофоски 25 руб./кг. Для расчета стоимости продукции были использованы закупочные цены 2013 года. Они составили – 12000 руб. за 1 т семян подсолнечника.

Оценка экономической эффективности выращивания подсолнечника показала, что выполнение основной обработки почвы путём вспашки позволяет получить более высокие показатели, чем при дисковании (таблица 34). При минимальной обработке на вариантах с применением 10 и 15 т/га помета и перевозкой его на расстояние 5 км, рентабельность увеличилась с 33 до 60 и 67 %. По вспашке

Таблица 34 - Экономическая оценка применения помета под подсолнечник, среднее за 2011 - 2013 гг., расстояние перевозки помета 5 км.

Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, руб./га	Затраты на производство, руб./га	Себестоимость, руб./кг	Условно чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Фон - дискование						
контроль	1,15	13800	10377	9,02	3423	33
ИП 10,0 т/га	1,59	19080	11905	7,49	7175	60
ИП 15,0 т/га	1,76	21120	12659	7,19	8461	67
ИП 20,0 т/га	1,64	19680	13355	8,14	6325	47
ИП 25,0 т/га	1,49	17880	14045	9,43	3835	27
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	1,56	18720	19429	12,45	-709	-4
Фон - вспашка						
контроль	1,34	16080	10675	7,97	5405	51
ИП 10,0 т/га	2,00	24000	12247	6,12	11753	96
ИП 15,0 т/га	2,04	24480	12975	6,36	11505	89
ИП 20,0 т/га	1,99	23880	13685	6,88	10195	74
ИП 25,0 т/га	1,89	22680	14385	7,61	8295	58
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	1,62	19440	19701	12,16	-261	-1

лучшим являлся вариант с применением 10 т/га помета, здесь рентабельность достигла 96 %. Это оптимальный вариант в опыте. Себестоимость составила 6,12 руб./кг семян, условно чистый доход - 11753 руб./га.

Применение минеральных удобрений в дозе  $N_{50}P_{50}K_{50}$  дало отрицательный результат на обоих фонах обработки почвы. Прибавка урожайности в 3 - 4 ц/га недостаточна, чтобы их окупить.

Представляет интерес определение экономически целесообразного расстояния перевозок индюшиного помёта более 5 км для внесения под подсолнечник. Расчёты, выполненные в среднем за 2012, 2013 гг., когда испытывался весь диапазон доз помёта представлены в таблице 35. Анализ данных позволяет сделать следующие выводы. При использовании дискования в качестве основной обработки почвы, наиболее рентабельно применять в дозе 10 т/га при перевозках на расстояние до 10 км. При удалении поля от помётохранилища на 15 - 20 км более высокие результаты даёт применение 7,5 т/га.

Внесение помёта под вспашку не только повышает экономическую его эффективность, но и позволяет увеличить расстояние перевозок. Высоко рентабельным является применение 10 т/га помёта в радиусе от места хранения 20, а в дозе 7,5 т/га - 30 км. Это оптимальные варианты внесения помёта. Но даже его применение в дозе 5 т/га на расстояние до 40 км может дать высокий экономический эффект.

При проведении расчётов в среднем за 2011 - 2013 гг. получены практически такие же результаты (приложение 15). По фону вспашка высоко рентабельно применение помёта в дозе 10 т/га на расстояние 20 км, а по фону дискование - до 15.

Данный анализ сделан только по итогам действия помёта в первый год после внесения. При учёте последствий на последующих культурах севооборота рентабельность применения помёта и дальность экономически оправданных перевозок безусловно должны увеличиться.

Таблица 35 - Экономическая эффективность применения помёта в зависимости от расстояния перевозок,  
среднее за 2012, 2013 гг.

Вариант	Условно чистый доход, руб./га					Себестоимость 1 кг семян, кг./га					Рентабельность, %				
Фон - дискование															
	расстояние, км					расстояние, км					расстояние, км				
	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30
контроль	1143					10,81					11				
ИП 5,0 т/га	2755	<b>2255</b>	<b>1755</b>	1255	755	9,70	10,12	<b>10,54</b>	10,95	11,37	24	19	<b>14</b>	10	6
ИП 7,5 т/га	3797	3047	2297	<b>1547</b>	797	9,17	9,73	10,29	10,85	11,41	31	23	17	<b>11</b>	5
ИП 10,0 т/га	5131	3131	2131	1131	131	8,39	9,80	10,50	11,20	11,91	43	23	<b>14</b>	7	1
ИП 15,0 т/га	3855	2355	855	-645	-2145	9,43	<b>10,43</b>	11,43	12,43	13,43	27	<b>15</b>	5	-3	-11
ИП 20,0 т/га	<b>1927</b>	-73	-2073	-4073	-6073	<b>10,66</b>	12,05	13,44	14,83	16,22	<b>13</b>	0	-11	-19	-26
ИП 25,0 т/га	589	-1911	-4411	-6911	-9411	11,59	13,34	15,08	16,83	18,58	4	-10	-20	-29	-35
Фон - вспашка															
контроль	3965					8,75					37				
ИП 5,0 т/га	6875	6375	5875	5375	<b>4875</b>	7,62	7,94	<b>8,26</b>	<b>8,58</b>	8,89	57	51	<b>45</b>	<b>40</b>	35
ИП 7,5 т/га	9097	8347	7597	6847	6097	6,97	7,39	7,80	8,22	<b>8,63</b>	72	62	54	46	39
ИП 10,0 т/га	10375	9375	8375	7375	<b>6375</b>	6,73	7,24	<b>7,75</b>	<b>8,26</b>	8,76	78	66	55	45	<b>37</b>
ИП 15,0 т/га	8565	7065	<b>5565</b>	<b>4065</b>	2565	7,54	<b>8,32</b>	9,10	9,88	10,66	59	<b>44</b>	32	21	13
ИП 20,0 т/га	6991	<b>4991</b>	2991	991	-1009	<b>8,30</b>	9,36	10,42	11,48	12,53	<b>45</b>	28	15	5	-4
ИП 25,0 т/га	<b>4237</b>	1737	-763	-3263	-5763	9,59	11,01	12,43	13,85	15,27	25	9	-3	-13	-21

Примечание: жирным шрифтом выделены варианты с минимальным превышением контроля, заштрихованы - оптимальные

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**1.** Обеспеченность почвы продуктивной влагой при разных видах основной обработки почвы под подсолнечник - дискование и вспашка в целом за 2011 - 2013 гг. исследований различалась мало. Содержание аммонийного азота к посеву 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, под вспашку - на 9 кг/га.

**2.** Без применения удобрений содержание нитратной формы азота в почве перед посевом 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-NO<sub>3</sub> в среднем на 60,5, а при мелкой заделке - 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 25 т/га, но при внесении максимальной дозы количество минерального азота в почве уменьшалось.

**3.** Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0 - 40 см к посеву подсолнечника по фону дискование составило в среднем 11,6, 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, 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.

4. 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. Запашка 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.

5. В 2011 и 2012 гг. в период бутонизация - цветение 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 бутонизация вызвало применение помёта в дозе 20, 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.

6. 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.

7. 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 –  $\eta = 0,845 \pm 0,143$ . 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.

8. Вид основной обработки почвы не оказал влияния на масличность семян, на контроле в среднем за 2011 - 2013 гг. она была равной - 36,9 и 37,0 %. Сбор жира с 1 га на 63 кг или на 11,6 % выше по вспашке. Применение помёта способствовало существенному улучшению качества семян. Максимальная масличность - 39,0 % по дискованию и 41,7 % по вспашке имела место при внесении его в дозе 10 т/га. 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,  $\eta = 0,797 \pm 0,147$ .

9. 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 %.

**10.** 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 помет 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 помета необходимо учитывать, что экологический порог безопасности его применения равен содержанию азота в гектарной дозе 400 кг, что соответствует 22 т/га.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Авакян, Н.О. Почвенный поглощаемый комплекс и калийное питание растений / Н.О. Авакян // Агрохимия. – 1978. - №8. – С. 35-43.
2. Агафонов, Е.В. Применение куриного помета под полевые культуры на черноземе карбонатном в Ростовской области / Е.В. Агафонов, Л.Н. Агафонова, В.А. Ефремов // Агрохимия. - 1999. - №8.- С. 41-48.
3. Агафонов, Е.В. Локальное внесение удобрений под подсолнечник / Е.В. Агафонов, Л.Н. Агафонова, Г.Е. Мажуга // Зерновые культуры. - 1998. - № 6. - с.12-14.
4. Агафонов, Е.В. Удобрение подсолнечника на мицелярно-карбонатном черноземе Ростовской области / Е.В. Агафонов, Л.Н. Агафонова, Г.Е. Мажуга // Агрохимия. - 1998. - № 7. - С. 56-63.
5. Агафонов, Е.В. Влагодобеспеченность полевых культур и рациональное использование удобрений / Е.В. Агафонов // Плодородие почвы и качество продукции при биологизации земледелия. М., Изд-во мех.-мата., 1996, -32-38.
6. Агафонов, Е.В. Влияние биогумуса и куриного помета на свойства чернозема обыкновенного и продуктивность полевых культур / Е.В. Агафонов, В.А. Ефремов, Л.Н. Агафонова // Почвоведение. - 2001. - N 8. - С. 970-975
7. Агафонов, Е.В. Влияние индюшиного помета на урожайность кукурузы на зерно на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев // Кукуруза и сорго. - 2010. - № 3. – С. 11-13.
8. Агафонов, Е.В. Влияние куриного помета на урожайность кукурузы на зерно в условиях СПК «Победа» Азовского района / Е.В. Агафонов, А.А. Бельгин, Р.А. Каменев // Проблемы и тенденции инновационного развития АПК и аграрного образования: материалы Международной научно-практической конференции 7-10 февр. 2012 г. – п. Персиановский, 2011. - Том 2.– С. 5-7.
9. Агафонов, Е.В. Влияние рельефа и удобрений на плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность ярового ячменя / Е.В. Агафонов, А.А. Громаков. – пос. Персиановский, 2008. – 142 с.

10. Агафонов, Е.В. Оптимизация питания и удобрение культур полевого севооборота на карбонатном черноземе / Е.В. Агафонов. - М.: Изд-во МСХА, 1992. - 160 с.
11. Агафонов, Е.В. Применение куриного помёта и минеральных удобрений на чернозёме обыкновенном / Е.В. Агафонов, Ф.А. Понятовский // Сахарная свекла.- 2006. - № 8. – С. 31-32.
12. Агафонов, Е.В. Почвы и удобрения Ростовской области / Е.В. Агафонов, Е.В. Полуэктов, -п. Персиановский, 1999.-87с.
13. Агафонов, Е.В. Применение бентонита на чернозёме обыкновенном и тёмно-каштановой почве / Е.В. Агафонов, М.В. Хованский, А.В. Цыганков. - пос. Персиановский: Донского ГАУ, 2013. - 272 с.
14. Агафонов, Е.В. Применение индюшиного помёта при выращивании сладкого перца на черноземе обыкновенном с использованием системы капельного орошения / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, В.В. Турчин / Овощеводство и тепличное хозяйство. - 2011. - № 9. –С. 55-57.
15. Агафонов, Е.В. Применение подстилочного куриного помёта и минеральных удобрений под сахарную свёклу на чернозёме обыкновенном / Е.В. Агафонов, Ф.А. Понятовский, А.А. Громаков, В.В. Турчин, А.В. Черепанов – п. Персиановский – 2006. – 140 с.
16. Агафонов, Е.В. Птичий помет – важный ресурс повышения урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почв Ростовской области: учебное пособие / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев. - пос. Персиановский: Изд-во Донского ГАУ, 2013. - 70 с.
17. Агафонов, Е.В. Результаты применения подстилочного куриного помёта под сахарную свеклу / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев // Сахарная свекла. - № 6. - 2013. – С.11-12.
18. Агафонов, Е.В. Свойства и применение куриного помёта и биогумуса в полевом севообороте / Е.В. Агафонов, В.А. Ефремов, Л.Н. Агафонова – Новочеркасск. -2002. -128 с.

19. Агафонов, Е.В. Эффективность индюшиного помета в звене полевого севооборота на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, Н.С. Скуратов // полиметрический сетевой электронный журнал Кубанского аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) – Краснодар: КубГАУ, 2012. - № 10 (84).
20. Агеев, В.В. Системы удобрений в севооборотах Юга России : учеб. пособ. / В.В. Агеев, А.И. Подколзин / СГСХА. - Ставрополь, 2001. - 352 с.
21. Агрономия / Под. ред. Третьякова Н.Н. - М.: АСАДЕМА, 2004.-473 с.
22. Агропромышленный комплекс Ростовской области. - Ростов-на-Дону. - ООО "Альтаир", 2015.-56 с.
23. Адерихин, П.Г. Калий, его содержание, формы и распределение в почвах Центрально-Черноземной Области / П.Г. Адерихин, А.Б. Беляев // Почвоведение. – 1973. - №10. – С. 99-107.
24. Адрианов, С.Н. Запасы гумуса и элементов питания растений в дерновоподзолистых, серых лесных и черноземных почвах / С.Н. Адрианов // Агрохимия. – 1990. - №4. – С. 126-138.
25. Азизов, З.М. Изменение содержания валового азота и фосфора в черноземе южном под воздействием различных приемов основной обработки почвы и удобрений / З.М. Азизов, Л.Б. Сайфуллина // Плодородие. - № 5. - 2012. - С.18-19.
26. Акименко, Ю.В. "Динамика ферментативной активности чернозёма обыкновенного при загрязнении антибиотиками" / Ю.В. Акименко, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // Научный журнал КубГАУ, №85 (01), 2013.
27. Андреева, Н.Л. Новые технологии использования помёта / Н.Л. Андреева // Птицеводство. - 1996. - № 4. – С.34-35.
28. Андрюхов, В.Г. Подсолнечник в Центрально-Черноземной зоне / В.Г. Андрюхов, Н.Н. Иванов. Воронеж, 1975. - 95 с.
29. Ачканов, А.Я. Баланс гумуса на деградированном староорошаемом чернозёме в зависимости от способа основной обработки и системы удобрения / А.Я. Ачканов, В.П. Василько, А.В. Югов, Е.В. Животовская // Агрэкологический

мониторинг в земледелии Краснодарского края : Тр. Куб ГАУ. - Краснодар, 2008. - Вып. 431 (459). - с. 202 - 204.

30. Базилинская, М.В. Использование птичьего помета / М.В. Базилинская // Агрохимия.- 1998. - № 8. - С. 27.

31. Барбер, С.А. Биологическая доступность питательных веществ в почве / С.А. Барбер. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – 228 с.

32. Бацула, А.А. Органические удобрения / А.А. Бацула-2-е изд. перераб. и доп. – Киев: Урожай, 1988. – С. 3-39.

33. Бачило, Н.Г. Научные принципы использования пометных удобрений в условиях интенсивного земледелия / Н.Г. Бачило: дис ... докт. с.-х. наук.- Жодино, 1990. - 452 с.

34. Безуглова, О.С. Почвы Ростовской области: учебное пособие / О.С. Безуглова, М. М. Хырхырова. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. – 352 с.

35. Белевцев, Д.Н. Основные элементы технологии возделывания подсолнечника и клещевины в Ростовской области / Д.Н. Белевцев, В.Д. Горбаченко, Н.А. Зорин, В.И. Медведев // Агротехника и химизация масличных культур (Сб. науч. тр.). - Краснодар, 1983.-С.11-12.

36. Белевцев, Д.Н. Применение удобрений под подсолнечник в зоне неустойчивого увлажнения / Д.Н. Белевцев // Основная обработка почвы и удобрения под масличные культуры. –Краснодар, 1977. –С. 81–91.

37. Богомазов, Н.П. С учетом погодных условий / Н.П. Богомазов, С.М. Солдатов // Кукуруза и сорго. - 1991. - № 6. - С. 26-29.

38. Борисоник, З.Б. Подсолнечник / З.Б. Борисоник, И.Д. Ткалич, А.И. Науменко, И.В. Гречко, И.С. Николов // Киев. Урожай, 1981, с. 52-66.

39. Бунякин, И.Я. Влияние различной обеспеченности почвы фосфором и влагой на урожайность подсолнечника // Агрохимия. 1985.-№6.-С.34-46.

40. Бушнев, А.С. Особенности обработки почвы под подсолнечник / А.С. Бушнев // Земледелие. - № 8. - 2009. - С.13-15.

41. Бушнев, А.С. Изменение содержания гумуса и агрохимических свойств чернозёма выщелоченного при длительном применении различных си-

стем основной обработки почвы в севообороте с масличными культурами / А.С. Бушнев, Н.М. Тишков // Масличные культуры. - Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ масличных культур. - Вып. 1 (№157 - 158). - Краснодар, 2014. - с. 38 - 51.

42. Важенин, И.Г. О формах калия в почве и калийном питании растений / И.Г. Важенин, Г.И. Карасева // Почвоведение. - 1959 – №3. - С. 11-22.

43. Васильев, Д.С. Агротехника подсолнечника. - М.: Колос, 1983-197с.

44. Васильев, Д.С. Подсолнечник. - М.: Агропромиздат, 1990.-174 с.

45. Васильев, В.А. Справочник по органическим удобрениям / В.А. Васильев, Н.В. Филиппов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Росагропромиздат, 1988. - 134 с.

46. Виноградов, П.М. Агрохимическая характеристика разных видов куриного помета / П.М. Виноградов, Р.А. Розумна // Бюл. ВИУА. - 1976. -Вып. 32. - С. 112-117.

47. Гапиенко, А.А. Влияние удобрений на плодородие почвы и урожай силосной массы кукурузы / А.А. Гапиенко, М.Е. Сычевский // Агрохимия. - 1988. - № 11. - С. 52-57.

48. Гармаш, Г.А. Гуматизированные удобрения и их эффективность / Г.А. Гармаш, Н.Ю. Гармаш, А.В. Берестов // Агрохимический вестник. – 2013. - №2. – С.11-13.

49. Герасимов, В.Н. Влияние куриного помёта на свойства почв и урожайность сельскохозяйственных культур / В.Н. Герасимов, Н.П. Чекаев // Материалы Международной научной конференции «Агрохимические технологии, приемы и способы увеличения объемов производства высококачественной сельскохозяйственной продукции» (21-22 мая 2008 г.) ВНИИА. - Москва. -2008. -С.80-82.

50. Голубев, И.Г. Рециклинг отходов в АПК: справочник // И.Г. Голубев, И.А. Шванская, Л.Ю. Коноваленко, М.В. Лопатников – М.: Росинформагротех, 2011. – 296 с.

51. Горшенин, Д.В. Совершенствование приемов возделывания сортов и гибридов подсолнечника в степном Поволжье / Д.В. Горшенин, В.Б. Нарушев //



Плодородие. - № 1. - 2012. - С.30-33.

52. Горячев, В.П. Влияние бентонитовой глины и минеральных удобрений на урожайность подсолнечника и последствие в звене севооборота на чернозёме южном. Дисс. канд. с.-х. наук. - п. Персиановский, 2012. - 182 с.

53. Дабахова, Е.В. Влияние высоких доз птичьего помета на урожайность и качество кукурузы / Е.В. Дабахова, В.И. Титова, Г.Д. Гогмачадзе // Главный агроном. -2005. -№7. –С. 39-41.

54. Державин, Л.М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии /Л.М. Державин. - М.: Колос, 1992. – 270 с.

55. Дзанагов, С.Х. Отзывчивость подсолнечника на удобрения в севообороте на предкавказском черноземе карбонатном // Агрохимия. 1983. - №3. - С. 73-78.

56. Дзанагов, С.Х. Эффективность удобрений в севообороте и плодородие почв / С.Х. Дзанагов. - Владикавказ: Изд.-во "Горский университет", 1999. - 363 с.

57. Долгова, Т.В. Влияние ландшафтных условий на эффективность возделывания гороха полевого и овса / Т.В. Долгов, Н.В. Надежина, Ю.А. Чухнин // Плодородие. – 2012. -№1. – С. 21-22.

58. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов, - М.: Колос, 1979.-416с.

59. Донцов, В.Г. Урожайность и качество семян подсолнечника в зависимости от технологии возделывания в южной зоне Ростовской области / В.Г. Донцов, Н.Н. Попова, Л.П. Бельтюков, Р.Г. Бершанский // Зерновое хозяйство России. - № 2. - 2013. - С. 34-38.

60. Дрогалин П.В. Севооборот - урожай и качество / П.В. Дрогалин, В.И. Казанкова, Н.Д. Тарасенко - Краснодар: Кн. изд-во, 1983. - 112 с.

61. Дубинина, Н.Е. Решающий фактор- влагообеспеченность / Н.Е. Дубинина, Ф.Е. Овсянникова // Кукуруза и сорго.- 1991. - №6.-С. 17-19.

62. Дурдыбаев, С.Д. Утилизация отходов животноводства и птицеводства / С.Д. Дурдыбаев, В.С. Даниленко, В.П. Рязанцев. – М.: ВНИИТЭИ агропром, 1989. – 123 с.

63. Егоров, Н.С. Основы учения об антибиотиках / Н.С. Егоров, 5-ое издание, переработанное и дополненное // Москва: Издательство Московского университета, 1994.- 512 с.
64. Енкина, О.В. Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов Кубани / О.В. Енкина, Н.Ф. Коробской – Краснодар, 1999. – С. 86–107.
65. Енкина, О.В. Удобрение подсолнечника / О.В. Енкина, Б.К. Игнатъев, Н.Т. Агаркова // Подсолнечник: под общ. ред. В.С. Пустовойта. – М.: Колос, 1975 – С. 287-309.
66. Есаулко, А.Н. Пути оптимизации систем удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья / А.Н. Есаулко. – Ставрополь: Агрус, 2006. – 303 с.
67. Ефремов, В.Ф. Эффективность органических удобрений при зимнем внесении // Агрехимия. - 1980. - № 7. - С. 72-77.
68. Жиленко, С.В. Плодородие и продуктивность черноземов Кубани. Изд. МГУ, 2011.
69. Жукова, Л.М. Влияние длительного применения удобрений на фиксацию калия и аммония в различных почвах. В кн.: "Удобрение и плодородие почв". Под ред. Минеева В.Г. // Труды ВИУА. Вып. 2. М. 1974. С. 85 - 99.
70. Загорча, К.Л. Оптимизация системы удобрения в полевых севооборотах. - Кишинев, «Штиинца», 1990. -288 с.
71. Захарчук, П.В. Запасы, распределение и подвижность калия в сероземах / П.В. Захарчук // Почвоведение. – 1962. - №4. – С. 31.
72. Звягинцев, Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей / Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. 1978. №6. С. 48-54.
73. Зональные системы земледелия Ростовской области на период 2013 - 2020 годы - Ч. 1. / А.П. Авдеенко, Е.В. Агафонов, К.С. Артохин и др. - г. Ростов-на-Дону: 2012. - 233 с.
74. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013 - 2020 годы - Ч. 2. - г. Ростов-на-Дону: 2013. - 272 с./ под ред. В.Н. Василенко.

75. Ильинская, И.Н. Исследование содержания подвижного фосфора в почвах черноземов обыкновенных при различных способах обработки / И.Н. Ильинская, В.И. Малько, Л.И. Игнашева, С.А. Тарадин // Известия Оренбургского ГАУ. - № 5. - 2013. - С.34-37.

76. Каменев, Р.А. Применение индюшиного помёта при выращивании ярового ячменя на чернозёме обыкновенном / Р.А. Каменев / Комплексное применение средств химизации в адаптивно-ландшафтном земледелии: Материалы 44-й международной науч. конф. молодых учёных и специалистов 22-23 апр. 2010 г. - М.: ВНИИА, 2010. - С. 124-127.

77. Каменев, Р.А. Применение куриного и утиного помета под подсолнечник / Р.А. Каменев, О.О. Собочкина, А.С. Токарев // Инновационные пути развития АПК: проблемы и перспективы: материалы международной научно-практической конференции 6-8 февраля 2013 г. - пос. Персиановский. - 2013. Т. 2. – С.128-131.

78. Карабутов, А.П. Изменения агрохимических показателей чернозёма при длительном применении удобрений и обработок / А.П. Карабутов, Г.И. Уваров // Достижения науки и техники АПК. - 2011. - №7. - С. 25 - 28.

79. Караджова, Л.В., Бучучану М.И., Лесник В.С., Ротару Ф.Г. Достижения в селекции подсолнечника // Сельское хозяйство за рубежом. - 1984.- № 12. - 24-27.

80. Карапетян, А.Р. Формы калия в карбонатном черноземе при длительном применении калийных удобрений / А.Р. Карапетян // Биологический журнал Армении. – 1985. - №3. – С. 264-267.

81. Карпинец, Т.В. Оптимизация калийного режима эродированных типичных чернозёмов ЦЧЗ. - Автореферат дисс. канд. биол. наук, М., 1988. - 24 с.

82. Картамышева, А.А. "Эффективность производства масличных культур в Ростовской области" / Международная конференция молодых учёных и специалистов, ВНИИМК - 2009.

83. Квасов, А.Ю. "Влияние различных доз и сочетаний минеральных удобрений и природных цеолитов на урожай и качество семян подсолнечника в

условиях Центрально-Черноземного региона." - Автореф. дисс. канд. с.-х. наук, 2000. - Воронежский государственный аграрный университет имени к.д. Глинки. - 27 с.

84. Кидин, В.В. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур / В.В. Кидин // учеб. пособие. Ч. 1. - М.: Изд-во РГАУ - МСХА, 2008. -415 с.

85. Кидин, В.В. Система удобрения / В.В. Кидин // Учебник для бакалавров, обучающихся по направлению 110100 «Агрохимия и агропочвоведение». - М.: Изд-во РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. - 534 с. - ISBN 978-5-9675-0615-4

86. Кизяков, В.Е. Эффективность птичьего помета при допосевном внесении под кукурузу / В.Е. Кизяков // Бюл. всесоюз. науч.-исслед. института кукурузы. - Днепропетровск, 1985. - № 1 (64). - С. 38-40.

87. Кирюшин, В.И. Проблема минимализации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований / В.И. Кирюшин // Земледелие. - 2013. - №7. – С. 3-6.

88. Кордуняну, П.В. Удобрение и качественный состав белка и масла подсолнечника. - Кишинев, «Штиинца». 1982. -240 с.

89. Кордуняну, П.В. Удобрения продуктивность подсолнечника // Агрохимия. 1988. - N4. - С. 127-137.

90. Коробской, Н.Ф. Агроэкологические проблемы повышения плодородия черноземов Западного Предкавказья / Н.Ф. Коробской. Пушино, 1995. - 210 с.

91. Королева, А. Птичий помет повышает урожай и качество трав / А. Королева, М. Рогов //Земледелие. - 1995. - № 10. - С. 54-55.

92. Краевский, А.Н. Урожайность подсолнечника в зависимости от сроков и способов внесения минеральных удобрений / А.Н. Краевский, А.А. Карпенко // Технические культуры. 1993. - N3-4. - С.5-6.

93. Кузина, Е.В. Влияние способов основной обработки почвы на агрофизические параметры чернозема выщелоченного и продуктивность пшеницы / Е.В. Кузина // Земледелие. - № 4. - 2009. - С.24-25.

94. Кузьменко, О.В. Современное состояние производства продукции растениеводства в Ростовской области // Известия ОГАУ. 2012. № 37. – С. 170 – 174.
95. Куликова, А.Х. Влияние систем основной обработки почвы на содержание и качественный состав гумуса чернозема выщелоченного / А.Х. Куликова, Н.Г.Захаров // Плодородие. - 2010. - № 5. - С. 19-20.
96. Кутовая, О.В. Влияние различных доз минеральных удобрений на концентрацию ДНК и общую биологическую активность чернозема / О.В. Кутовая, Е.С. Василенко, А.К. Тхакахова, А.У. Павлюченко // Агрехимический вестник. – 2013. - №5. – С. 8-11.
97. Куфтов, А.Ф. Производство сухого помёта – дополнительный источник дохода птицефабрик / А.Ф. Куфтов, В.А. Девисилов, Ю.В. Котельников и др. // Птица и птицепродукты.- 2005.- № 3.- С.11-13.
98. Кушниренко, Е.Ф. Влияние высушивания почв на содержание подвижных форм калия и фосфора / Е.Ф. Кушниренко // Агрехимия. – 1971. - №7. – С. 55-59.
99. Листопадов, И.Н. Плодородие почвы в интенсивном земледелии / И.Н. Листопадов, И.М. Шапошникова. - М.: Россельхозиздат, 1984. - 205 с.
100. Лифаненкова, Т.П. Урожайность и водопотребление подсолнечника в зависимости от орошения и системы удобрения / Т.П. Лифаненкова, Р.В. Бижоев // Земледелие, 2013 - №7. – С. 33-35.
101. Логвинов, А.Я. Влияние длительного использования способов основной обработки почвы на урожайность сельскохозяйственных культур / А.Я. Логвинов // Зерновое хозяйство России. - № 5. - 2011. - С.48-52.
102. Лозановская, И.Н. Теория и практика использования органических удобрений / И.Н. Лозановская, Д.С. Орлов, П.Д. Попов // - М.: ВО Агропромиздат, 1987. - 95 с.
103. Лукашев, А.А. Эффективная система минеральных удобрений под подсолнечник // Достижения наук и техники АПК. 1989.-№7.-с. 31-32.

104. Лукомец, В.М. О состоянии и перспективах производства масличных культур в Южном Федеральном округе / Донская аграрная научно-практическая конференция «Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы»: Международный сборник научных трудов: ФГБОУ ВПО АЧГАА. – Зерноград, 2012. – С. 289-304.

105. Лысенко, В.П. Органическое удобрение / В.П. Лысенко // Агротехника и агротехнологии. - 2012. - № 3. – С. 50-54.

106. Лысенко, В.П. Птицефабрики России – поставщики эффективных экологически чистых удобрений / В.П. Лысенко, А.Ю. Семенцов // Достижения науки и техники АПК.-2002.-№ 5.- С.19-20.

107. Маастик, А.А. Экологические последствия применения агрохимикатов: удобрения / А.А. Маастик // Экологическая оценка последствий использования удобрений в наземных и пресноводных экосистемах: Тез. докл. - Пушкино, 1982. - С. 88-89.

108. Мажуга, Г.Е. Оптимальная система удобрения подсолнечника на обыкновенном черноземе // Удобрения и химические средства защиты растений в системе возделывания сельскохозяйственных культур в Ростовской области: Сб. науч. тр. ДонГАУ. -Персиановка, 1998. - С. - 72-83.

109. Мажуга, Г.Е. "Удобрение подсолнечника на обыкновенном мицелярно - карбонатном чернозёме в Ростовской области" - автореф. дисс. канд. с.-х. наук - пос. Персиановский, 1998 - 18 с.

110. Макаров, И.Л. Пути совершенствования обработки почвы / И.Л. Макаров, Н.И. Картамышев // Земледелие, 1998. - №5. - с. 17 - 18.

111. Маклецова, О. Влияние норм высева на продуктивность различных сортов подсолнечника в условиях южной правобережной микрозоны Саратовской области / О. Маклецова, Г. Караваева, А. Субботин // Главный агроном. - № 12. – 2013. – С. 30-31.

112. Малофеев, В.И. Технология производства и агротехническая эффективность удобрений на основе птичьего помета / В.И. Малофеев, Н.П. Гришанов,

Г.Ф. Фетисов // Приемы повышения плодородия почв в Центральном районе Нечерноземной зоны: Сб. науч. тр. - М., 1989. - С. 103-112.

113. Малюга, Н.Г. Подсолнечник. Биология и агротехника выращивания на юге России : монография / Н.Г. Малюга, А.А. Квашин, А.В. Загорулько. - Краснодар, 2011. - 302 с.

114. Марчук, И.У. "Удобрения и их использование" : Справочник / И.У. Марчук, А.В. Савчук, Е.А. Филонов, В.М. Макаренко, В.Е. Розстальный. - М.: 2011. - 350 с.

115. Мاستик, А.А. Экологические последствия применения агрохимикатов: удобрения / А.А. Мастик // Экологическая оценка последствий использования удобрений в наземных и пресноводных экосистемах: Тез. докл. - Пушкино, 1982. - С. 88-89.

116. Мачигин, Б.П. Поглощение фосфатов почвами Средней Азии. Сб.: Удобрение хлопчатника, Ташкент, 1948. - С. 43-51

117. Медведева, О.П. Фиксация калия удобрений в необменной форме и его доступность растениям / О.П. Медведева // Агрохимия. – 1971. - №12. – С.38-45.

118. Мингалев, С.К. Эффективность куриного помёта при удобрении сельскохозяйственных культур / С.К. Мингалев, В.Р. Лаптев, А.В. Абрамчук, О.В. Овсяникова // Аграрная наука.- 2000.- № 8.-С.17-18.

119. Минеев, В.Г. Агрохимия. / В.Г. Минеев.- Изд 2-е, перераб. и доп.-М.: Колос, 2004.-720 с.

120. Минеев, В.Г. Агрохимия и экологические функции калия / В.Г. Минеев. – М.: МГУ, 1999. – 332 с

121. Минеев, В.Г. Перспективы применения удобрений: Обзорная информация / В.Г. Минеев, Э.И. Шконде, Э.К. Благовещенская // -М., 1983.-60 с.

122. Мосолов, И.В. Физиологические основы применения удобрений / И.В. Мосолов – М.: Колос - 2-е изд., 1979. – 255 с.

123. Научные основы и рекомендации по эффективному применению органических удобрений : (По зонам страны) / ВАСХНИЛ, ВНИИ удобрений и аг-

ропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова ; [Выполн. Г.Е. Мерзлой и др.]; Под ред. Н.З. Милащенко, 216 с. 20 см, М.Б. и. 1991

124. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 7.0.11-2011 / Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления // официальное издание. Москва - Стандартиформ, 2012. – 11 с.

125. Никитишина, А.И. Продуктивность кукурузы при различной обеспеченности ее минеральным питанием и влагой // Агрехимия. - 1974. - № 10. - С. 85-93.

126. Никопольская, И.В. Влияние минеральных удобрений на корневое питание и продуктивность кукурузы, подсолнечника и озимой пшеницы // Бюл. ВНИИ кукурузы.- 1972. — Вып. 2 (25). - С. 39-42.

127. Новиков, М.Н. Птичий помет - ценное органическое удобрение / М.Н. Новиков, В.И. Хохлов, В.В. Рябков // - М.: Росагропромиздат, 1989. - 80 с.

128. Органические удобрения: Справочник / П.Д. Попов, В.И. Хохлов, А.А. Егоров и др. М.: Агропромиздат, 1988. - 207 с.

129. Орел, А.Н. Калий в черноземах Воронежской области / А.Н. Орел, В.Н. Романюк // Химия в сельском хозяйстве. – 1996. - №2. – С.3-6.

130. Ореховская, Е.П. Эффективность применения птичьего помёта / Е.П. Ореховская, М.И. Зырина // Бюл. ВИУА. - 1976. - Вып. 32. - С. 118-121.

131. Орлов, Л.П. Влияние птичьего помёта на урожай яровой пшеницы и однолетних трав / Л.П. Орлов, Н.А. Пунда // Приёмы интенсификации земледелия в Западной Сибири. - Новосибирск, 1983. - С. 17-21. (Науч. - техн. бюл. ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. - Вып. 8).

132. Панков, Н.В. Влияние жидкого навоза и птичьего помета на повышение плодородия почв Приморского края // Тез. докл.: Вопросы теории и практики повышения плодородия почв." М. -1984. - С. 158-160.

133. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев // - М., 1987. -512 с.



134. Перевалов, М.И. Запасы и распределение калия в дерново-подзолистых и черноземных почвах / М.И. Перевалов, Н.Н. Поддубный // Известия ТСХА. – 1977. - №4. – С. 101-107.

135. Петербургский, А.В. О рекомендациях по применению калийных удобрений / А.В. Петербургский // Химизация в сельском хозяйстве. - 1991. - №3. - С. 101-106.

136. Петрова, А.В. Содержание различных форм калия в эродированных карбонатных черноземах Краснодарского Края / А.В. Петрова // Агрохимия. – 1981. - №7. – С. 31-36.

137. Пивоварова, Е.Г. Влияние антропогенных воздействий на изменение содержания подвижных форм питательных веществ в почве / Е.Г. Пивоварова // Вестник Алтайского ГАУ. - 2005. - №2 (18). - с. 22 - 27.

138. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных культур / Б.П. Плешков - М. Агропромиздат. - 1987, 5-е изд.- 494 с.

139. Повстяной, В.В. Плодородие почвы, урожайность подсолнечника и вынос основных элементов питания / В.В. Повстяной, С.И. Баршадская // Состояние и перспективы развития агрономической науки. - Персиановский.-2007.-Т.1.- с.45-47.

140. Погорелов, Ю.Г. Выявление уровней обеспеченности выщелоченного чернозема обменным калием / Ю.Г. Погорелов // Факторы повышения эффективности использования азота и фосфора из удобрений сельскохозяйственными культурами: Тр. / Кубанского СХИ. – Краснодар, 1988. – Вып. 286 (314). – С. 22-26.

141. Покровский, В.Н. Антибиотики и бактерии / В.Н. Покровский. М.: Знание, 1990. 64с.

142. Полоус, В.С. Адаптивная система основной обработки почвы в зерно-пропашном севообороте на черноземе обыкновенном / В.С. Полоус, В.Г. Шурупов // Ростов-на-Дону. Изд.: СКНЦ ВШ ЮФУ АПСН, 2011. – 169 с.

143. Прокошев, В.В. Калий и калийные удобрения: практ. руководство / В.В. Прокошев, И.П. Дерюгин. – М.: Ледум, 2000. – 185 с.

144. Прокошев, В.В. К вопросу о состоянии калия и сопутствующих элементов в системе почва – растение – удобрение / В.В. Прокошев, Т.А. Соколова // Материалы 22-го междунар. коллоквиума «Выработка рекомендаций по применению калийных удобрений». - Солигорск, 1990. – Т.1. – С. 105-128.
145. Прянишников, Д.Н. Популярная агрохимия. - М. : Наука, 1965. - 397с.
146. Пунда, Н.А. Эффективность птичьего помета на черноземных почвах южной лесостепи Западной Сибири / Н.А. Пунда: дис ... канд. с.-х. наук - Омск, 1989. -195 с.
147. Пустовойт, В.С. Подсолнечник / В.С. Пустовойт. – М.: Колос, 1975. – 131 с.
148. Пчелкин, В.У. Почвенный калий и калийные удобрения / В.У. Пчелкин. - М.: Колос, 1996. - 336 с.
149. Рекомендации по применению в качестве удобрения птичьего помета / И.И. Гридасов, В.М. Андреева, А.В. Ряховский, С.С. Бахтияров - Оренбург, 1992. - 8 с.
150. Ряховский, А.В. Достоинства и недостатки органических удобрений / А.В. Ряховский, В.Н. Кравченко, С.И. Лысенко // Плодородие. - №3. -2007. – С. 2-3.
151. Сдобников, С.С. Использование торфопометного компоста под кормовые культуры / С.С. Сдобников, Г.Ф. Фетисов, Н.П. Гришанов // Бюл. ВИУА. - 1988. - Вып. № 88. - С. 21-26.
152. Сдобников, С.С. Физические, биологические свойства почвы и ее засоренность при различных способах внесения торфопометного компоста / С.С. Сдобников, Г.Ф. Фетисов, Н.П. Гришанов // Бюл. ВИУА. - 1988. - Вып. 88. - С. 26-30.
153. Сергенту, Е.П. Бесподстилочный птичий помет госпитцефабрик и его использование для удобрения полевых культур / Е.П. Сергенту, В.М. Барага // Эффективность использования удобрений в земледелии Молдавии. - Кишинев: «Штиинца», 1988. - С. 12-19.

154. Симакин, А.И. Удобрения, плодородие почв и урожай. Краснодар, Краснодарское книжное издательство, 1983 - с. 168-175.
155. Система удобрения / Под. ред. В.Н. Ефимова. – М.: КолосС, 2003. - 320 с.
156. Скориков, Э.А. Эффективность птичьего помета на южном черноземе / Э.А. Скориков, Н.П. Черняхова // Эффективность применения удобрений в почвах среднего Заволжья: межвуз. сб. - Ульяновск, 1990. - С. 121-125.
157. Скороходова, Н.В. Влияние термически высушенного куриного помета и сочетаний его с минеральными удобрениями на продуктивность кормового севооборота, качество продукции и плодородие почвы / Н.В. Скороходова, В.Ф. Ефремов // Агрехимия. - 1983. - № 12. - С. 60-67.
158. Смирнов, П.М. Агрехимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин // - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ВО Агрпромииздат, 1991. - С. 179-184.
159. Соловиченко, В.Д. Плодородие почвы и продуктивность выращиваемых культур при разных типах севооборотов, способах обработки почвы и уровне удобрения / В.Д. Соловиченко, В.Н. Самыкин // Достижения науки и техники АПК. - 2006. - №8. - с. 21 - 23.
160. Статистический сборник "Сельское хозяйство Ростовской области" стат. сборник / Ростов стат. - Ростов - н/Д, 2005. - 86 с.
161. Статистический сборник "Сравнительные показатели социально-экономического положения городов и районов Ростовской области" под ред. В.В. Емельянова : стат. сб. / Ростов стат. - Ростов-н/Д, 2011. - 409 с.
162. Степура, М.В. Фосфор в семенах подсолнечника / М.В. Степура, В.Г. Лобанов // Пищевая технология. - № 2-3. - 2009.- С.122-123.
163. Стулин, А.Ф. Продуктивность и качество подсолнечника, вынос элементов питания на черноземе выщелоченном при длительном применении удобрений / А.Ф. Стулин // Агрехимия. - № 2. - 2012. - С.47-51.
164. Сушеница, Б.А. Фосфатный уровень почв и его регулирование. - М.: Колос, 2007. - 376 с.

165. Тихонов, О.И., Бочкарёв Н.И., Дьяков А.Б., Биология, селекция и возделывание подсолнечника. - М.: Агропромиздат. 1991.-281 с.
166. Толстоусов, В.П., Удобрение и качество урожая. - М.: Колос, 1987.- 261 с.
167. Турусов, В.И. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника в Центрально-Чернозёмной зоне : диссертация доктора сельскохозяйственных наук : 06.01.01.- Каменная Степь, 2006. - 313 с.
168. Турчин, В.В. Обеспеченность чернозёма обыкновенного различными формами калия и эффективность калийных удобрений на озимой пшенице и кукурузе на силос. - Автореф. дисс. канд. с.-х. наук, 2007. - п. Персиановский. - 24 с.
169. Устенко, А.А. Болезни и вредители подсолнечника: Учебное пособие / А.А. Устенко, А.В. Усатов – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2010. – 110 с.
170. Фастюков, Л.С. Влияние длительного применения птичьего помёта на урожайность с/х культур севооборота / Л.С. Фастюков // Агротехника полевых культур в нечернозёмной зоне РСФСР.- М.- 1986.- С.75.
171. Федотов, В.А. Растениеводство Центрально-Черноземного региона / В.А. Федотов, В.В. Коломейченко // - Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 1998. - 270 с.
172. Фомичёв, Г.А. Влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность подсолнечника на черноземе южном степного Поволжья - Автореф. дисс. канд. с.-х. наук, 2011. - г. Саратов. - 20 с.
173. Хрусталева, Ю.П. Биоклиматические условия Ростовской области / Ю.П. Хрусталева, С.С. Андреев, Ю.Г. Андриади - Ростов-на-Дону, 2002. - 151 с.
174. Хвостиков, Ю.А. Влияние минеральных удобрений на продуктивность подсолнечника, возделываемого на черноземе обыкновенном. - Автореф. дисс. канд. с.-х. наук, 2007. - п. Персиановский. - 26 с.
175. Цветков, М.Л. Чизельная обработка почвы: прошлое, настоящее, будущее / М.Л. Цветков, В.Е. Мусохранов, С.И. Гилёв и др. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. -№11. – С.24-27.
176. Цуркан, М.А. Агрохимические основы применения различных орга-

нических удобрений в интенсивном земледелии Молдавии: Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. - Омск, 1985. - 32 с.

177. Цуркан, М.А. Агрохимические основы применения органических удобрений / М.А. Цуркан. - Кишинев, 1995. - 287 с.

178. Цуркан, М.А. Использование птичьего помета в сельском хозяйстве. - Кишинев, 1977. - 15 с.

179. Цыганок, В.Д. Подвижность и воспроизводство запаса обменного калия в почвах Молдавии / В.Д. Цыганок, Л.Г. Боян // Эффективность использования удобрений в земледелии Молдавии Кишинев, 1988. – С. 107-114.

180. Чекмарев, П.А. Состояние плодородия почв и мероприятия по его повышению в 2012 г. // П.А. Чекмарев / Агрохим. вестн. - 2012. -№ 1. –С. 2-4.

181. Чешенко, С.В. Удобрения подсолнечника на основе использования методов почвенной и растительной диагностики на выщелоченных черноземах Западного Предкавказья: Автореф. дис... канд. наук. - Краснодар, 1997. -25 с.

182. Чириков, Ф.В. Агрохимия калия и фосфора / Ф.В. Чириков. - М.: Сельхозиздат, 1956. – 464 с.

183. Чуканов, В.И. Жидкий бесподстилочный помет и его использование / В.И. Чуканов // Науч.-тех. бюл. ВАСХНИЛ. Сиб. отделение, 1984. - Вып. 49. - С. 24-27.

184. Чуканов, В.И. Сроки внесения бесподстилочного помета / В.И. Чуканов // Управление плодородием почв в интенсивных системах земледелия: Сб. науч. тр. - Новосибирск, 1988. - С. 58-64.

185. Чумаченко, И.Н. Запасы фосфора в почве и условия эффективного применения фосфорных удобрений под хлопчатник в орошаемых районах Средней Азии / И.Н. Чумаченко // - М., 1964. - С. 7, 18.

186. Шапошникова, И.М. Вынос питательных веществ с урожаями сельскохозяйственных культур в зоне недостаточного увлажнения / И.М. Шапошникова, Л.И. Макарова // Агрохимия. - 1970. - № 11. -С. 65-70.

187. Шеуджен, А.Х. Агрохимия / А.Х. Шеуджен, В.Т. Куркаев, Н.С. Котляров // – Майкоп. 2006. -1075 с.

188. Шеуджен, А.Х., Региональная агрохимия. Северный Кавказ / А.Х. Шеуджен, В.Т. Куркаев, Л.М. Онищенко // Под ред. И.Т. Трубилина. - Краснодар: КубГАУ, 2007. - 498 с.
189. Шеховцов, В.С. Влияние способов основной обработки каштановой почвы на содержание продуктивной влаги и урожайность подсолнечника / В.С. Шеховцов, Д.В. Калугин // Плодородие, 2012. - №2. - С. 28 - 30.
190. Шконде, Э.Н. Формы фосфора в навозе / Э.Н. Шконде // Вестник с.-х. науки. - 1962. - № 11. - С. 54-59.
191. Шкрудь, Р.Н. Выявленные резервы на службу урожая / Р.Н. Шкрудь, Н.И. Попов // Масличные культуры. — 1987. № 5. - С. 9 - 10.
192. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин // - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1989. - 639 с.
193. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко // Учебник для студентов вузов по агрономическим специальностям. М.: Колос, 2002. - 582 с.
194. Щерба, С.В. Методика полевого опыта с удобрениями / С.В. Щерба, Ф.А. Юдин // Агрохимические методы исследования почв. – М., 1975. –С. 526-584.
195. Эшанов, Н.Э. Действие птичьего помета и минеральных удобрений на микробиологическую деятельность почвы / Н.Э. Эшанов, С.Р. Сангинов, М.Р. Хасанов // Изв. акад. наук Таджикской ССР. - 1986. - № 1. -С. 61-64.
196. Юдин, Ф.А. Методика агрохимических исследований / Ф.А. Юдин. М.: Колос, 1980.-366 с.
197. Devin, J. Availability of phosphate as effected by duration of fertilizer contact with soil / J. Devin, D. Guhary, S. Larsen // Agric. Sol., 1968, v. 7-1, No 3.
198. Evangelou, V.P. New developments and perspectives on soil potassium quantity / intensity relation ships / V.P. Evangelou, J. Wang, R.E. Philips // Adv. in Agron. – New York. - London, 1994. – Vol. 52. – P. 173-227.

199. Feng Liu ,Guang-Guo Ying, Ran Tao, Jian-Liang Zhao, Ji-Feng Yang, Lan-Feng Zhao, 2009. Effects of six selected antibiotics on plant growth and soil microbial and enzymatic activities // *Environmental Pollution* 157, 1636–1642.
200. Finck, A. Der Nahstoffgehalt der Pflanzen bei Hochster-tragen und einige Hizweise zur Dungung / A. Finck // *Vortz.33 Hochschultag: Landw. Fak. Univ. Bonnam, 2 und 3 Okt. 1979 in Munster. Munster -Hiltrup.-1979.-S.179-186.*
201. Fitter H., A.A. relationship between phosphorus requirement, the immobilization of added phosphate, and the phosphate buffering capacity of colliery shales / A.A. Fitter H. // *Soil Sci.*, 1974, 25, N 1, P. 41-50.
202. Gultekin, A.H. Tarim topraginda bitki besleyici elementlerin rolu.Ekoloji dergisi / A.H. Gultekin, Y. Orgun // *Ekim-kasim-aralik 1994. S.13. s.27-31.*
203. Larson, S. Ageing of phosphate added to soil / S. Larson, A.E. Widdowson // *Soil Soi.*, 1976, 22, N 1, P. 5-7.
204. Merrien, A. Le facteur azote: ses paradoxes chez le tournesol / A. Merrien // *Perspect. agr*, 1987; T. 115. - p. 137-139.
205. Mutcscher, H Measurement and assessment of soil potassium / H. Mutcscher // *-IPI Research Topics №. 4 Int. Potash Inst. - Basel, 1995. –102 p.*
206. Nutrient losses in runoff from land-applied broiler litter / B.M. Hall, C.W. Wood, K.H. Yoo e. a. // *Highlights, agr. Res. - 1994. - Vol. 41, №2.-P. 13. L'influence de la fertilisation organique, organominerale et minerale sur la production de maïs et d'avoine cultuée sur les haldes de steril (protosol anthropique) de l'exploitation minière de rurface (Capus departement de Cluj (V) / G. Blaga, M. Dumitru, V. Benescu e. a. // *Bul. Univ. de stiinte agricole, Cluj - Napoca. Ser. agricultura si hordcultura. " 1993. - Vol. 47, №2.-P. 103-109.**
207. Schneider, A. Short – term release and fixation of Kin calcareous clay soils. Consequence for K buffer power prediction / A. Schneider // *Europ. J. Soil Sc.- 1997. – Vol. 48. - №3. - P. 499-512.*
208. van Beusichem, M.L. One hundredth molar calcium chloride extraction procedure. Part I: a review of soil chemical, analytical, and plant nutritional aspects /

van Beusichem M.L. // Commun. Soil Sci. Plant Anal. - 1998. - Vol. 29. - №11-14. - P. 1603-1623.

209. van Dist, A. Soil and plant factors affecting potassium availability /van Dist A. //Soil testing, plant analysis and fertilizer evaluation for potassium. Potash. Res. Inst. Of India Review Series 4. Proceed. group discuss. (November 22-23, 1985). - New Delhi: Model Press Private Ltd., 1987. P. 157-166.

210. Государственное научное учреждение всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта Российской академии сельскохозяйственных наук. Официальный сайт "Рекомендуемые гибриды подсолнечника. Скороспелая группа" <http://vniimk.ru/publication-41>

211. АгроНовости - общероссийская еженедельная бизнес-газета "Ростовская область" <http://agro-burs.ru/reference/detail.php?id=45>

212. Агропортал - все для специалистов агропромышленного комплекса. <http://agroinf.com/mikrobiologiya/-prevrashcheniye-mikroorganizmami-soyedineniy-azota.html>

213. Агропортал OKADE.RU "Подсолнечник - морфологические особенности" <http://www.okade.ru/agronomiya/300-podsolnechnik-morofologicheskie-osobennosti.html>

214. "Влияние антибиотиков на развитие микроорганизмов"(электронная библиотека). [http://revolution.allbest.ru/biology/00100917\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/biology/00100917_0.html)

215. "Влияние режима поливов и азотных удобрений на качество семян подсолнечника"[http://www.rusnauka.com/15\\_NNM\\_2012/Agricole/5\\_111143.doc.htm](http://www.rusnauka.com/15_NNM_2012/Agricole/5_111143.doc.htm)

216. Инвестиционный портал, "Климат Ростовской области" <http://invest-don.com/ru/klimat/>

217. Официальный портал правительства Ростовской области " Производственно-экономические показатели агропромышленного комплекса Ростовской области и соседних регионов России за 2013 год" <http://www.donland.ru/Default.aspx?pageid=124097>



218. Сообщество профессионалов агропромышленной отрасли agrodaily "Итоги аграрного года-2014" [http://agrodaily.ru/interview/itogi\\_agrarnogo\\_goda-2014\\_v\\_rostovskoi\\_oblasti/](http://agrodaily.ru/interview/itogi_agrarnogo_goda-2014_v_rostovskoi_oblasti/)

219. "Способы и нормы внесения удобрений под подсолнечник" <http://fermerland.com/rastenievodstvo/maslichnye-i-efiromaslichnye-kultury/podsolnechnik/239.html>

220. Федеральный портал protown.ru, "Климат Ростовской области" <http://www.protown.ru/information/hide/4338.html>

221. Экспертно - аналитический центр агробизнеса, Российский рынок семян подсолнечника и подсолнечного масла в 1990-2013 гг. <http://ab-centre.ru/articles/rossiyskiy-rynok-semyan-podsolnechnika-i-podsolnechnogo-masla-v-1990-2013-gg>

222. Электронная энциклопедия <http://enc-dic.com/colier/Antibiotiki-503>

223. Agro informer "Урожайность подсолнечника в Ростовской области" [http://agroinformer.com/news\\_view.html](http://agroinformer.com/news_view.html)

## СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Таблица 1 "Основные производители подсолнечника в 2005/2006 г., млн.т (В.М. Лукомец, 2006)".....	11
Таблица 2 "Вынос подсолнечником элементов питания на 1 т семян и соответствующее количество побочной продукции".....	16
Таблица 3 "Количественное поступление помётной массы от птицефабрики мощностью 400 тыс. кур-несушек (по данным В.П. Лысенко, 2002)".....	29
Таблица 4 "Агрохимические показатели чернозема обыкновенного (североприазовского)".....	45
Таблица 5 "Среднемноголетняя сумма осадков, температура и относительная влажность воздуха (Персиановская метеостанция)".....	47
Таблица 6 "Погодные условия в 2010-2011 сельскохозяйственном году (Персиановская метеостанция)".....	49
Таблица 7 "Погодные условия в 2011-2012 сельскохозяйственном году (Персиановская метеостанция)".....	50
Таблица 8 "Погодные условия в 2012-2013 сельскохозяйственном году (Персиановская метеостанция)".....	50
Таблица 9 "Погодные условия в мае - августе в 2011 - 2013 гг. и среднемноголетняя норма".....	51
Таблица 10 "Химический состав перепревшего индюшиного помета на подсолнечной лузге, % на абсолютно сухое вещество по годам".....	52
Таблица 11 "Содержание продуктивной влаги в почве под подсолнечником, мм".....	54
Рисунок 1 "Содержание продуктивной влаги в среднем за 2011 - 2013 гг., мм. (слой почвы 0 - 100 см)".....	56
Рисунок 2 "Содержание продуктивной влаги в среднем за 2011 - 2013 гг., мм. (слой почвы 0 - 60 см)".....	56

Таблица 12 "Динамика аммонийного азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении помёта, кг/га" .....	58
Рисунок 3 "Динамика аммонийного азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении помёта. Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га" .....	61
Рисунок 4 "Влияние применения помёта на содержание аммонийного азота в почве в среднем за вегетацию подсолнечника, кг/га в слое 0 - 40 см" .....	62
Таблица 13 "Динамика нитратного азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении помёта, кг/га" .....	64
Рисунок 5 "Динамика нитратного азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении помёта. Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га" .....	65
Рисунок 6 "Влияние применения помёта на содержание нитратного азота в почве в среднем за вегетацию подсолнечника, кг/га в слое 0-40 см" .....	68
Рисунок 7 "Влияние применения помёта на содержание нитратного азота в почве в целом за вегетацию подсолнечника. Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га в слое 0 - 40 см" .....	69
Таблица 14 "Динамика минерального азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении помёта, кг/га" .....	71
Рисунок 8 "Динамика минерального азота в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении помёта. Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га" .....	73
Рисунок 9 "Влияние применения помёта на содержание минерального азота в слое почвы 0-40 см в среднем за вегетацию подсолнечника, кг/га" .....	75
Рисунок 10 "Влияние применения помёта на содержание минерального азота в слое почвы 0 - 40 см в целом за вегетацию подсолнечника. Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га " .....	76
Рисунок 11 "Доля нитратного азота в составе минерального в почве под подсолнечником в течение вегетации. Среднее за 2011 - 2013 гг., слой 0 - 40 см, %" .....	77
Рисунок 12 "Изменение доли N-NO <sub>3</sub> и N-NH <sub>4</sub> в составе N <sub>мин</sub> в почве при внесении помёта в целом за вегетацию подсолнечника. Среднее по двум фазам обработки почвы за 2012 - 2013 гг., слой 0 - 40 см, %" .....	78
Таблица 15 "Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см под	

подсолнечником, мг/кг почвы" .....	81
Рисунок 13 "Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см при внесении помёта под подсолнечник. Среднее за 2011 - 2013 гг., мг/кг почвы" .....	85
Рисунок 14 "Среднее содержание подвижного фосфора в целом за вегетацию в слое почвы 0-40 см, мг/кг почвы" .....	87
Рисунок 15 "Влияние применения помёта на содержание подвижного фосфора в почве в целом за вегетацию подсолнечника. Среднее за 2011 - 2013 гг. в слое 0 - 40 см, кг/га почвы" .....	88
Таблица 16 Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см под подсолнечником, мг/кг почвы.....	90
Рисунок 16 "Динамика обменного калия в слое почвы 0-40, мг/кг почвы. Среднее за 2011 - 2013 гг." .....	98
Рисунок 17 "Влияние применения помёта на содержание обменного калия в среднем за вегетацию подсолнечника, мг/кг почвы в слое 0 - 40 см" .....	99
Рисунок 18 "Влияние применения помёта на содержание обменного калия в почве в целом за вегетацию подсолнечника. Среднее за 2011 - 2013 гг., мг/кг почвы в слое 0 - 40 см" .....	101
Таблица 17 "Биометрические показатели растений подсолнечника в 2011 г." .....	103
Таблица 18 "Биометрические показатели растений подсолнечника в 2012 г." .....	104
Таблица 19 "Биометрические показатели растений подсолнечника в 2013 г." .....	106
Таблица 20 "Биометрические показатели растений подсолнечника среднее за 2011 - 2013 гг." .....	107
Таблица 21 "Влияние применения помёта на содержание азота в растениях подсолнечника в 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество" .....	108
Рисунок 19 "Содержание азота в растениях подсолнечника в период бутонизация - цветение в среднем за 2011-2013 гг., % на сухое вещество" .....	111
Рисунок 20 "Содержание азота в семенах и побочной продукции в среднем за 2011-2013 гг., % на сухое вещество" .....	112

Таблица 22 "Влияние применения помёта на содержание $P_2O_5$ в растениях подсолнечника в 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество" .....	114
Рисунок 21 "Содержание фосфора в семенах и побочной продукции в среднем за 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество" .....	116
Таблица 23 "Влияние применения помёта на содержание $K_2O$ в растениях в 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество" .....	118
Рисунок 22 "Содержание калия в семенах и побочной продукции в среднем за 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество" .....	120
Таблица 24 "Урожайность подсолнечника в 2011 - 2013 гг., т/га" .....	122
Рисунок 23 "Влияние применения помета на урожайность подсолнечника, т/га. Среднее за 2012, 2013 гг." .....	124
Таблица 25 "Масличность семян подсолнечника в 2011 году" .....	126
Таблица 26 "Масличность семян подсолнечника в 2012 году" .....	128
Таблица 27 "Масличность семян подсолнечника в 2013 году" .....	129
Рисунок 24 "Зависимость масличности семян подсолнечника от соотношения минерального азота и подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в период бутонизация - цветение" .....	131
Таблица 28 "Масличность семян подсолнечника, среднее за 2011 - 2013 гг." .....	132
Рисунок 25 "Влияние применения помета на содержание растительного жира в урожае с 1 га, кг. Среднее за 2012, 2013 гг." .....	133
Рисунок 26 "Зависимость изменений урожайности от содержания $N-NO_3$ в почве под подсолнечником по обоим фонам обработки почвы" .....	134
Рисунок 27 "Зависимость изменений урожайности от содержания $N-NO_3$ в почве под подсолнечником по фону вспашка" .....	135
Рисунок 28 "Зависимость изменений урожайности от содержания $N_{мин}$ в почве под подсолнечником по фону вспашка" .....	135
Рисунок 29 "Зависимость изменений содержания $N_{мин}$ в почве под подсолнечником по фону вспашка от количества азота в гектарной дозе помёта" .....	136
Таблица 29 "Вынос NPK с урожаем основной и побочной продукции, среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га" .....	140

Таблица 30 "Общий вынос NPK надземной биомассой подсолнечника. Среднее за 2011 - 2013 гг., кг/га" .....	141
Таблица 31 "Содержание N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O в перепревшем индюшином помёте при естественной влажно-сти" .....	143
Таблица 32 "Коэффициент использования азота из помёта" .....	145
Таблица 33 "Расход элементов питания на 1 тонну семян. Среднее за 2011 - 2013 гг., кг" .....	146
Таблица 34 "Экономическая оценка применения помёта под подсолнечник, среднее за 2011 - 2013 гг., расстояние перевозки помёта 5 км." .....	147
Таблица 35 "Экономическая эффективность применения помёта в зависимости от расстояния перевозок, среднее за 2012, 2013 гг." .....	149

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

Содержание продуктивной влаги в почве под подсолнечником

в 2011 - 2013 гг., мм

Слой почвы, см	Срок отбора				
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	среднее за вегетацию
2011 г.					
Фон - дискование					
0-20	17,5	5,0	0	21,6	11,0
20-40	22,5	12,2	5,5	7,1	11,8
40-60	29,7	13,7	8,3	6,0	14,4
60-80	27,1	18,0	9,1	7,2	15,4
80-100	36,1	20,9	12,8	5,7	18,9
Фон - вспашка					
0-20	16,2	4,5	0	19,4	10,0
20-40	20,5	8,3	2,0	6,7	9,4
40-60	30,2	13,0	9,7	5,0	14,5
60-80	26,6	16,5	11,6	6,3	15,3
80-100	34,4	19,3	9,9	4,7	17,1
2012 г.					
Фон - дискование					
0-20	27,0	4,2	0,7	3,5	8,9
20-40	34,6	8,1	6,9	5,5	13,8
40-60	28,0	9,2	10,6	7,1	13,7
60-80	30,5	12,2	10,3	8,8	15,5
80-100	33,5	15,2	14,6	10,0	18,3
Фон - вспашка					
0-20	26,0	3,8	2,9	4,6	9,3
20-40	35,3	7,0	5,4	6,2	13,5
40-60	27,6	11,2	9,4	7,9	14,0
60-80	28,8	12,5	10,2	8,5	15,0
80-100	32,1	19,4	12,7	11,5	18,9
2013 г.					
Фон - дискование					
0-20	11,9	0	1,5	10,5	6,0
20-40	25,2	0	1,6	8,6	8,9
40-60	24,4	1,0	1,4	10,2	9,3
60-80	24,5	4,2	1,7	4,5	8,7
80-100	28,7	5,2	1,6	5,3	10,2
Фон - вспашка					
0-20	12,2	0	1,1	11,3	6,2
20-40	27,0	0	1,0	10,5	9,6
40-60	26,4	4,2	1,5	8,1	10,1
60-80	26,2	4,0	1,9	5,2	9,3
80-100	33,3	12,5	2,0	4,1	13,0

## Динамика аммонийного, нитратного и минерального азота в слое почвы 0-40

см под подсолнечником при внесении минеральных удобрений, кг/га

Вариант	Фон - дискование				Фон - вспашка			
	Бутонизация	Цветение	Уборка	Среднее за период бут.-уб.	Бутонизация	Цветение	Уборка	Среднее за период бут.-уб.
<b>2011 год</b>								
N-NH <sub>4</sub>								
контроль	28,2	35,8	29,1	31,0	22,7	34,2	24,6	27,2
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	28,2	34,8	22,7	28,6	28,2	30,6	27,0	28,6
N-NO <sub>3</sub>								
контроль	36,4	19,2	34,2	29,9	10,8	36,8	19,2	22,3
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	17,7	30,4	24,9	24,3	16,3	20,1	20,7	19,0
N мин.								
контроль	64,6	54,9	63,3	60,9	33,5	71,0	43,9	49,5
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	45,9	65,2	47,6	52,9	44,5	50,7	47,7	47,6
<b>2012 год</b>								
N-NH <sub>4</sub>								
контроль	46,3	38,8	48,9	44,6	45,4	53,2	60,8	53,1
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	54,5	53,9	43,2	50,5	48,8	64,1	52,5	55,1
N-NO <sub>3</sub>								
контроль	40,6	35,4	11,0	29,0	77,4	46,5	19,1	47,7
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	58,4	33,1	15,4	35,6	97,5	42,8	17,4	52,6
N мин.								
контроль	86,9	74,2	59,8	73,6	122,8	99,7	79,9	101,0
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	112,9	87,0	58,7	86,1	146,3	106,9	69,9	108,0
<b>2013 год</b>								
N-NH <sub>4</sub>								
контроль	8,8	8,1	30,7	15,9	6,0	13,8	24,0	14,6
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	12,3	8,6	19,0	13,3	9,0	15,7	18,6	14,4
N-NO <sub>3</sub>								
контроль	27,0	7,0	6,4	13,5	7,7	9,0	8,7	8,5
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	15,4	8,3	19,7	14,5	16,2	12,6	25,1	18,0
N мин.								
контроль	35,8	15,1	37,1	29,3	13,7	22,8	32,7	23,1
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	27,7	16,9	38,8	27,8	25,2	28,3	43,7	32,4
<b>Среднее за 2011 - 2013 гг.</b>								
N-NH <sub>4</sub>								
контроль	41,1	27,6	36,2	30,5	24,7	33,7	36,5	31,6
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	31,7	32,4	28,3	30,8	28,7	36,8	32,7	32,7
N-NO <sub>3</sub>								
контроль	34,7	20,5	17,2	24,1	32,0	30,8	15,7	26,2
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	30,5	23,9	20,0	24,8	43,3	25,2	27,7	29,9
N мин.								
контроль	75,8	48,1	53,4	54,6	56,7	64,5	52,2	57,8
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	62,2	56,4	48,4	55,6	88,7	62,0	60,4	62,6



## Приложение 3

Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении минеральных удобрений, мг/кг почвы

Вариант	Фон - дискование				Фон - вспашка			
	Бутонизация	Цветение	Уборка	Среднее	Бутонизация	Цветение	Уборка	Среднее
<b>2011 год</b>								
контроль	10,4	7,6	6,2	8,1	10,2	6,6	5,8	7,5
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	8,9	7,4	6,3	7,9	12,1	7,2	6,0	7,8
<b>2012 год</b>								
контроль	4,6	10,2	10,6	8,5	5,6	7,4	8,2	7,1
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	7,5	9,0	10,0	8,8	9,5	7,5	8,8	8,6
<b>2013 год</b>								
контроль	5,2	7,8	11,5	8,2	5,4	6,6	11,0	7,7
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	11,2	9,5	11,2	10,6	10,5	9,5	9,5	9,8
<b>Среднее за 2011 - 2013 гг.</b>								
контроль	6,7	8,5	9,4	8,3	7,1	6,9	8,3	7,4
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	9,2	8,6	9,2	9,1	10,7	8,1	8,1	8,7

## Приложение 4

Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см под подсолнечником при внесении минеральных удобрений, мг/кг почвы

Вариант	Фон - дискование				Фон - вспашка			
	Бутонизация	Цветение	Уборка	Среднее	Бутонизация	Цветение	Уборка	Среднее
<b>2011 год</b>								
контроль	348	199	282	276	327	250	219	265
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	364	226	261	284	398	243	282	308
<b>2012 год</b>								
контроль	423	399	475	432	436	427	443	435
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	414	413	429	419	415	401	413	410
<b>2013 год</b>								
контроль	319	264	271	285	246	251	223	240
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	345	283	275	301	299	263	263	275
<b>Среднее за 2011 - 2013 гг.</b>								
контроль	363	287	343	331	336	309	295	313
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	374	307	322	335	371	302	319	331

## Приложение 5

Содержание N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O в растениях подсолнечника при внесении минеральных удобрений в 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество

Элемент	Год	Бутонизация		Цветение		Семена		Стебли + корзинки	
		дискование	вспашка	дискование	вспашка	дискование	вспашка	дискование	вспашка
N	2011	2,57	2,71	2,15	2,18	3,96	3,80	1,27	1,01
	2012	2,44	2,61	2,07	2,17	2,91	2,86	1,11	1,03
	2013	3,21	2,92	1,50	1,31	3,51	4,00	1,23	1,46
	Ср. за 2011 - 2013	2,74	2,75	1,91	1,89	3,46	3,55	1,20	1,17
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2011	0,22	0,25	0,30	0,32	0,38	0,34	0,11	0,10
	2012	0,24	0,27	0,24	0,27	0,39	0,40	0,10	0,12
	2013	0,33	0,21	0,20	0,20	0,32	0,36	0,17	0,18
	Ср. за 2011 - 2013	0,26	0,24	0,25	0,26	0,36	0,37	0,13	0,13
K <sub>2</sub> O	2011	3,00	3,11	3,57	3,61	1,38	1,38	3,03	2,30
	2012	3,72	3,59	1,84	2,20	1,90	1,90	2,53	2,47
	2013	3,12	3,21	2,55	2,15	1,93	1,88	2,16	2,09
	Ср. за 2011 - 2013	3,28	3,30	2,65	2,65	1,74	1,72	2,57	2,29

## Приложение 6

Содержание фосфора в растениях подсолнечника в период бутонизация - цветение в среднем за 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество

Вариант	Фон - дискование	Фон - вспашка
<b>Бутонизация</b>		
контроль	<b>0,25</b>	<b>0,25</b>
ИП 10 т/га	0,24	0,24
ИП 15 т/га	0,26	0,26
ИП 20 т/га	0,27	0,27
ИП 25 т/га	0,28	0,31
<b>Цветение</b>		
контроль	<b>0,22</b>	<b>0,22</b>
ИП 10 т/га	0,25	0,25
ИП 15 т/га	0,24	0,25
ИП 20 т/га	0,23	0,25
ИП 25 т/га	0,26	0,25

Содержание калия в растениях подсолнечника в период  
бутонизация - цветение в среднем за 2011 - 2013 гг., % на сухое вещество

Вариант	Фон - дискование	Фон - вспашка	Фон - дискование	Фон - вспашка
Бутонизация			Цветение	
контроль	<b>3,33</b>	<b>3,31</b>	<b>2,73</b>	<b>2,79</b>
ИП 10 т/га	3,35	3,32	2,88	2,98
ИП 15 т/га	3,34	3,42	2,87	2,99
ИП 20 т/га	3,40	3,44	2,96	2,99
ИП 25 т/га	3,40	3,41	3,08	3,02
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	3,28	3,30	2,65	2,65

Элементы структуры урожайности подсолнечника в 2011 - 2013 гг.

Вариант	2011 г.			2012 г.			2013 г.		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Фон - дискование									
контроль	193	12	48	173	12	37	121	6	18
ИП 5 т/га	-	-	-	175	12	43	126	9	25
ИП 7,5 т/га	-	-	-	195	13	48	141	10	27
ИП 10 т/га	198	15	62	206	16	51	151	12	29
ИП 15 т/га	230	19	73	225	17	55	148	11	30
ИП 20 т/га	220	16	66	221	16	51	145	10	30
ИП 25 т/га	232	14	52	174	16	50	135	9	31
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	202	16	63	180	13	47	137	10	29
Фон - вспашка									
контроль	190	13	50	176	12	38	148	11	31
ИП 5 т/га	-	-	-	182	13	44	152	14	45
ИП 7,5 т/га	-	-	-	187	17	52	157	15	50
ИП 10 т/га	205	16	66	207	17	52	163	16	59
ИП 15 т/га	203	20	73	199	16	51	150	17	57
ИП 20 т/га	205	17	71	191	16	50	148	18	56
ИП 25 т/га	205	17	69	197	14	43	148	15	56
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	196	16	63	177	14	43	162	12	38

1 - высота растений, см; 2 - диаметр корзинки, см; 3 - масса семян с корзинки, г.

## Приложение 9

## Урожайность побочной продукции подсолнечника в 2011 - 2013 гг., т/га

Вариант	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Фон - дискование			
контроль	1,98	5,56	2,80
5,0 т/га	-	7,28	5,05
7,5 т/га	-	7,59	4,37
10 т/га	3,07	7,68	5,06
15 т/га	3,10	7,51	5,14
20 т/га	3,12	7,57	4,33
25 т/га	2,66	7,26	5,43
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	2,32	6,50	4,10
Фон - вспашка			
контроль	2,11	5,53	3,53
5,0 т/га	-	6,94	5,90
7,5 т/га	-	7,04	5,73
10 т/га	2,66	7,17	5,65
15 т/га	2,74	7,55	6,80
20 т/га	2,91	6,80	6,91
25 т/га	3,08	6,77	7,02
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	3,22	6,95	4,80

## Приложение 10

## Вынос азота растениями подсолнечника с урожаем основной и побочной продукции, кг/га

вариант	Вынос с урожаем семян			Вынос побочной продукцией			Общий вынос		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Фон - дискование									
контроль	50,0	33,3	18,8	22,5	47,5	30,0	72,5	80,8	48,8
ИП 5 т/га	-	40,1	27,5	-	68,8	55,2	-	108,9	82,7
ИП 7,5 т/га	-	47,7	31,6	-	82,7	52,6	-	130,4	84,2
ИП 10 т/га	65,7	51,6	36,6	32,1	96,8	61,8	97,8	148,4	98,4
ИП 15 т/га	74,0	56,0	37,9	35,5	122,3	70,3	109,5	178,3	108,2
ИП 20 т/га	72,3	53,8	40,3	48,0	127,4	60,3	120,3	181,2	100,6
ИП 25 т/га	58,6	53,4	44,5	38,3	118,9	70,2	96,9	172,3	114,7
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	71,3	43,5	31,9	29,4	72,0	50,2	100,7	115,5	82,1
Фон - вспашка									
контроль	49,1	32,3	33,8	24,1	48,8	44,5	73,2	81,1	78,3
ИП 5 т/га	-	38,4	50,5	-	68,7	71,9	-	107,1	122,4
ИП 7,5 т/га	-	46,8	55,6	-	72,2	76,6	-	119,0	132,2
ИП 10 т/га	66,4	51,6	65,6	33,9	86,8	81,0	100,3	138,4	146,6
ИП 15 т/га	76,7	53,4	67,6	36,3	105,3	95,1	113,0	158,7	162,7
ИП 20 т/га	76,2	54,6	70,7	38,8	116,3	97,3	115,0	170,9	168,0
ИП 25 т/га	82,6	48,2	74,8	43,1	101,9	97,3	125,7	150,1	172,1
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	68,1	38,9	48,6	32,5	71,3	70,0	100,6	110,2	118,6

## Приложение 11

Вынос фосфора растениями с урожаем основной  
и побочной продукции, кг/га

вариант	Вынос с урожаем семян			Вынос побочной про- дукцией			Общий вынос		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Фон - дискование									
контроль	4,7	4,4	1,7	2,0	6,5	4,0	6,7	10,9	5,7
ИП 5 т/га	-	5,9	2,6	-	8,5	8,6	-	14,4	11,2
ИП 7,5 т/га	-	6,3	3,0	-	8,2	7,5	-	14,5	10,5
ИП 10 т/га	5,9	6,6	3,3	3,3	9,0	8,7	9,2	15,6	12,0
ИП 15 т/га	8,6	7,4	3,5	3,9	8,8	10,2	12,5	16,2	13,7
ИП 20 т/га	7,4	7,8	3,5	4,5	8,9	9,7	11,9	16,7	13,2
ИП 25 т/га	7,3	6,3	3,4	3,1	9,1	10,3	10,4	15,4	13,7
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	6,8	5,8	2,9	2,5	6,4	7,0	9,3	12,2	9,9
Фон - вспашка									
контроль	5,0	4,9	3,5	2,5	8,0	6,0	7,5	12,9	9,5
ИП 5 т/га	-	5,6	5,1	-	7,5	10,6	-	13,1	15,7
ИП 7,5 т/га	-	6,5	5,7	-	8,2	10,8	-	14,7	16,5
ИП 10 т/га	6,6	6,5	7,5	3,4	7,7	12,9	10,0	14,2	20,4
ИП 15 т/га	7,0	6,7	7,5	4,2	7,4	13,5	11,2	14,1	21,0
ИП 20 т/га	7,4	7,0	7,2	4,2	10,4	14,9	11,6	17,4	22,1
ИП 25 т/га	8,6	5,5	6,4	5,0	11,6	15,8	13,6	17,1	22,2
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	6,1	5,4	4,4	3,2	8,1	8,6	9,3	13,5	13,0

## Приложение 12

Вынос калия растениями с урожаем основной  
и побочной продукции, кг/га

вариант	Вынос с урожаем семян			Вынос побочной про- дукцией			Общий вынос		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Фон - дискование									
контроль	19,1	22,6	9,7	51,7	124,6	78,1	70,8	147,2	87,8
ИП 5 т/га	-	26,2	14,3	-	173,1	102,3	-	199,3	116,6
ИП 7,5 т/га	-	28,3	16,3	-	196,7	108,9	-	225,0	125,2
ИП 10 т/га	24,2	30,8	17,6	88,4	206,7	129,8	112,6	237,5	147,4
ИП 15 т/га	28,3	35,1	18,7	89,6	194,7	129,1	117,9	229,8	147,8
ИП 20 т/га	26,3	29,6	18,6	91,3	198,9	132,2	117,6	228,5	150,8
ИП 25 т/га	20,9	25,8	18,9	82,4	189,5	144,7	103,3	215,3	163,6
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	24,8	28,4	17,5	70,2	164,4	88,6	95,0	192,8	106,1
Фон - вспашка									
контроль	21,5	19,7	18,9	60,8	126,9	88,3	82,3	146,6	107,2
ИП 5 т/га	-	23,0	23,0	-	168,0	149,7	-	191,0	172,7
ИП 7,5 т/га	-	28,6	26,1	-	169,8	150,1	-	198,4	176,2
ИП 10 т/га	26,2	30,6	31,2	76,4	171,0	187,4	102,6	201,6	218,6
ИП 15 т/га	31,9	26,6	30,7	79,4	161,7	183,0	111,3	188,3	213,7
ИП 20 т/га	31,2	25,6	31,7	91,9	164,6	183,5	123,1	190,2	215,2
ИП 25 т/га	30,9	23,4	30,1	99,8	161,5	171,8	130,7	184,9	201,9
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	24,7	25,8	22,8	74,2	171,4	100,2	98,9	197,2	123,0

Баланс N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O при возделывании подсолнечника

вариант	N				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				K <sub>2</sub> O			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Средний за 2011 - 2013 гг.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Средний за 2011 - 2013 гг.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Средний за 2011 - 2013 гг.
Фон - дискование												
контроль	-50,0	-33,3	-18,8	-34,0	-4,7	-4,4	-1,7	-3,6	-19,1	-22,6	-9,7	-17,1
ИП 5 т/га	-	75,9	49,5	62,7*	-	72,1	125,4	98,8*	-	89,8	74,7	82,3*
ИП 7,5 т/га	-	126,3	84,4	105,4*	-	110,7	190,0	150,4*	-	145,7	116,7	131,2*
ИП 10 т/га	85,3	180,4	117,4	127,7	209,1	149,4	253,7	204,1	181,8	201,2	159,4	180,8
ИП 15 т/га	148,0	292,0	193,1	211,0	314,4	226,6	382,5	307,8	280,7	312,9	247,3	280,3
ИП 20 т/га	229,7	410,2	267,7	302,5	422,6	304,2	510,5	412,4	385,7	434,4	335,4	385,2
ИП 25 т/га	319,4	526,6	340,5	395,5	530,7	383,7	639,6	518,0	494,1	554,2	424,1	490,8
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	-21,3	6,5	18,1	1,1	43,2	44,2	47,1	44,8	25,2	21,6	32,5	26,4
Фон - вспашка												
контроль	-49,1	-32,3	-33,8	-38,4	-5	-4,9	-3,5	-4,5	-21,5	-19,7	-18,9	-20,0
ИП 5 т/га	-	77,6	26,5	52,1*	-	72,4	122,9	97,7*	-	93,0	66,0	79,5*
ИП 7,5 т/га	-	127,2	60,4	93,8*	-	110,5	187,3	148,9*	-	145,4	106,9	126,2*
ИП 10 т/га	84,6	180,4	88,4	117,8	208,4	149,5	249,5	202,5	179,8	201,4	145,8	175,7
ИП 15 т/га	150,3	294,6	163,4	202,8	316,0	227,3	378,5	307,3	277,1	321,4	235,3	277,9
ИП 20 т/га	225,8	409,4	237,3	290,8	422,6	305,0	506,8	411,5	380,8	438,4	322,3	380,5
ИП 25 т/га	295,4	531,8	310,2	379,1	529,4	384,5	636,6	516,8	484,1	556,6	412,9	484,5
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	-18,1	11,1	1,4	-1,9	43,9	44,6	45,6	44,7	25,3	24,2	27,2	25,6

\*средний баланс за 2012, 2013 гг.

Коэффициент использования  $P_2O_5$  и  $K_2O$  из помёта

вариант	$P_2O_5$				$K_2O$			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2011 - 2013 гг.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2011 - 2013 гг.
Фон - дискование								
ИП 5 т/га	-	4,5	4,3	4,4*	-	44,9	32,4	38,7*
ИП 7,5 т/га	-	3,1	2,5	2,8*	-	44,7	28,1	36,4*
ИП 10 т/га	1,2	3,0	2,5	2,2	20,3	38,9	33,7	31,0
ИП 15 т/га	1,8	2,3	2,1	2,1	15,2	23,7	22,6	20,5
ИП 20 т/га	1,2	1,9	1,5	1,5	11,4	17,5	17,8	15,6
ИП 25 т/га	0,7	1,2	1,2	1,0	6,3	11,7	17,1	11,7
$N_{50}P_{50}K_{50}$	5,2	2,6	8,4	5,4	48,4	91,2	36,6	58,7
Фон - вспашка								
ИП 5 т/га	-	0,3	4,8	2,6*	-	38,3	73,6	56,0*
ИП 7,5 т/га	-	1,5	3,6	2,6*	-	29,8	51,9	40,9*
ИП 10 т/га	1,2	0,8	4,2	2,1	9,9	23,7	62,9	32,2
ИП 15 т/га	1,1	0,5	3,0	1,5	9,4	12,0	40,0	20,5
ИП 20 т/га	1,0	1,4	2,5	1,6	9,9	9,4	30,5	16,6
ИП 25 т/га	1,1	1,1	2,0	1,4	9,4	6,6	21,4	12,5
$N_{50}P_{50}K_{50}$	3,6	1,2	7,0	3,9	33,2	101,2	31,6	55,3

\* - Среднее за 2012 - 2013 гг.

## Приложение 15

Экономическая эффективность применения помёта в зависимости от расстояния перевозок,  
среднее за 2011 - 2013 гг.

Вариант	Условно чистый доход, руб./га				Себестоимость 1 кг семян, кг./га				Рентабельность, %			
Фон - дискование												
	расстояние, км				расстояние, км				расстояние, км			
	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25
контроль	3423				9,02				33			
ИП 10,0 т/га	6175	5175	4175	3175	8,12	8,75	9,37	10,00	48	37	28	20
ИП 15,0 т/га	6961	5461	3961	2461	8,04	8,90	9,75	10,60	49	35	23	13
ИП 20,0 т/га	4325	2325	325	-1675	9,36	10,58	11,80	13,02	28	13	2	-8
ИП 25,0 т/га	1335	-1165	-3665	-6165	11,10	12,78	14,46	16,14	8	-6	-17	-26
Фон - вспашка												
контроль	5405				7,97				51			
ИП 10,0 т/га	10753	9753	8753	7753	6,62	7,12	7,62	8,12	81	68	57	48
ИП 15,0 т/га	10005	8505	7005	5505	7,10	7,83	8,57	9,30	69	53	40	29
ИП 20,0 т/га	8195	6195	4195	2195	7,88	8,89	9,89	10,90	52	35	21	10
ИП 25,0 т/га	5795	3295	795	-1705	8,93	10,26	11,58	12,90	34	17	4	-7

Примечание: жирным шрифтом выделены варианты с минимальным превышением контроля,  
заштрихованы - оптимальные



## Результаты корреляционного анализа данных

Условие	Линейная корреляция			Криволинейная корреляция			Множественная корреляция		
	общая	диск.	всп.	общая	диск.	всп.	общая	диск.	всп.
урож. и амм. азот почвы	0,21	0,31	0,41	0,35	<b>0,63</b>	<b>0,78</b>	-	-	-
урож. и нитр. азот почвы	<b>0,68</b>	0,35	<b>0,80</b>	<b>0,75</b>	0,46	<b>0,82</b>	-	-	-
урож. и мин. азот почвы	<b>0,68</b>	0,39	<b>0,83</b>	<b>0,73</b>	<b>0,50</b>	<b>0,88</b>	-	-	-
урож. и фос. почвы	0,02	0,31	-0,30	0,13	0,27	<b>0,66</b>	-	-	-
урож. и калий почвы	0,11	-0,17	-0,11	0,43	0,21	0,29	-	-	-
урож. и сод. азота в помёте	-0,02	0,19	-0,19	0,46	<b>0,56</b>	<b>0,62</b>	-	-	-
урож. и сод. фос. в помёте	0,29	0,10	0,48	0,40	<b>0,55</b>	<b>0,59</b>	-	-	-
урож. и сод. калия в помёте	0,09	0,15	0,04	<b>0,54</b>	<b>0,73</b>	0,45	-	-	-
сод.аз. в пом. и сод.амм.аз. в поч.	0,13	0,36	0,03	<b>0,56</b>	<b>0,79</b>	<b>0,58</b>	-	-	-
сод.аз. в пом. и сод.нитр.аз. в поч.	0,07	0,40	-0,16	<b>0,64</b>	<b>0,69</b>	<b>0,76</b>	-	-	-
сод.аз. в пом. и сод.минер.аз. в поч.	0,08	0,44	-0,13	<b>0,77</b>	<b>0,81</b>	<b>0,85</b>	-	-	-
сод.фос. в пом. и сод.фос. в поч.	-0,34	-0,38	-0,34	<b>0,51</b>	<b>0,55</b>	0,45	-	-	-
сод.калия. в пом. и сод.калия в поч.	0,16	<b>-0,59</b>	<b>0,78</b>	0,20	<b>0,53</b>	<b>0,77</b>	-	-	-
масличность и сод. аз. в сем.	0,34	0,13	<b>0,70</b>	<b>0,68</b>	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	-	-	-
масличность и сод. аз. в поб.пр.	0,11	-0,39	0,39	0,49	<b>0,54</b>	<b>0,66</b>	-	-	-
масличность и сод. фос. в сем.	-0,14	0,05	-0,41	0,21	0,34	<b>0,58</b>	-	-	-
Урож. и мин.аз. + фос. почвы							<b>0,70</b>	<b>0,50</b>	<b>0,83</b>

### Дисперсионный анализ данных

*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот, 2011 (1)*

Вариант	Повторения, X		
контроль (дискование)	93,3	97,6	101,9
ИП 10,0 т/га	56,7	60,5	55,8
ИП 15,0 т/га	64,4	69,7	68,4
ИП 20,0 т/га	109,0	111,3	117,7
ИП 25,0 т/га	70,4	75,1	75,3
контроль (вспашка)	25,6	29,2	31,8
ИП 10,0 т/га	53,6	55,7	54,4
ИП 15,0 т/га	73,9	78,2	76,6
ИП 20,0 т/га	79,5	82,5	82,5
ИП 25,0 т/га	76,1	78,5	76,7
сумма	702,5	738,3	741,1

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (702,5^2 + 738,3^2 + 741,1^2) : 2 * 5 - 158689,59 = 92,65$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 68,26$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 3,79$$

$t_{05} =$  (табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб.  $C_z$ )

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 3,79}{3}} = 1,59$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 1,59 = 3,34$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 3,79}{3 * 5}} = 0,71$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,71 = 1,49$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 3,79}{3 * 2}} = 1,12$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 1,12 = 2,35$$

*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот, 2011 (2)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	25,8	29,3	29,5	28,2
ИП 10,0 т/га	33,5	35,3	35,9	34,9
ИП 15,0 т/га	21,9	18,5	21,9	20,8
ИП 20,0 т/га	21,1	26,7	24,2	24,0
ИП 25,0 т/га	32,0	27,7	33,2	31,0
контроль (вспашка)	21,3	23,4	23,5	22,7
ИП 10,0 т/га	27,0	29,4	28,2	28,2
ИП 15,0 т/га	28,0	30,4	29,8	29,4
ИП 20,0 т/га	26,4	28,5	26,2	27,0
ИП 25,0 т/га	26,3	29,2	26,2	27,2
сумма	263,3	278,4	278,6	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (263,3^2 + 278,4^2 + 278,6^2) : 2 * 5 - 22429,74 = 15,4$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 54,69$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 3,04$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 3,04}{3}} = 1,42$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 1,42 = 2,98$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 3,04}{3 * 5}} = 0,64$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,64 = 1,34$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 3,04}{3 * 2}} = 1,01$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 1,01 = 2,12$$

*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот, 2011 (3)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	33,1	37,0	37,2	35,8
ИП 10,0 т/га	28,4	32,1	31,7	30,7
ИП 15,0 т/га	41,2	44,3	45,6	43,7
ИП 20,0 т/га	37,0	41,5	41,2	39,9
ИП 25,0 т/га	40,1	45,2	42,0	42,4
контроль (вспашка)	31,1	37,2	34,2	34,2
ИП 10,0 т/га	33,5	28,3	30,0	30,6
ИП 15,0 т/га	31,4	27,5	27,9	28,9
ИП 20,0 т/га	34,0	31,6	33,7	33,1
ИП 25,0 т/га	54,4	45,0	53,4	50,9
сумма	364,2	369,7	376,9	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (364,2^2 + 369,7^2 + 376,9^2) : 2 * 5 - 41129,22 = 8,11$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 145,59$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 8,09$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 8,09}{3}} = 2,32$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 2,32 = 4,87$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 8,09}{3 * 5}} = 1,04$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 1,04 = 2,18$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 8,09}{3 * 2}} = 1,64$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 1,64 = 3,44$$

*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот, 2011 (4)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	27,1	31,8	28,5	29,1
ИП 10,0 т/га	28,4	25,1	25,3	26,3
ИП 15,0 т/га	25,6	20,3	21,5	22,5
ИП 20,0 т/га	26,7	28,9	26,0	27,2
ИП 25,0 т/га	25,5	18,5	21,4	21,8
контроль (вспашка)	22,3	25,6	25,9	24,6
ИП 10,0 т/га	22,4	17,4	23,2	21,0
ИП 15,0 т/га	26,0	25,4	21,8	24,4
ИП 20,0 т/га	21,4	26,4	23,2	23,7
ИП 25,0 т/га	28,6	26,2	29,2	28,0
сумма	254,0	245,6	246,0	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (254,0^2 + 245,6^2 + 246,0^2) : 2 * 5 - 18530,65 = 4,49$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 114,70$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 6,37$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 6,37}{3}} = 2,06$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 2,06 = 4,33$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 6,37}{3 * 5}} = 0,92$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,92 = 1,93$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 6,37}{3 * 2}} = 1,46$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 1,46 = 3,07$$

*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот, 2012 (1)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	41,3	46,5	49,9	45,9
ИП 5,0 т/га	57,1	61,2	63,2	60,5
ИП 7,5 т/га	70,4	66,6	67,8	68,3
ИП 10,0 т/га	77,0	73,6	74,4	75,0
ИП 15,0 т/га	78,9	75,2	77,8	77,3
ИП 20,0 т/га	80,1	86,8	86,0	84,3
ИП 25,0 т/га	56,2	55,6	71,2	61,0
контроль (вспашка)	58,4	63,3	61,8	61,2
ИП 5,0 т/га	55,1	53,9	61,1	56,7
ИП 7,5 т/га	53,2	57,4	56,6	55,7
ИП 10,0 т/га	52,4	58,9	55,2	55,5
ИП 15,0 т/га	53,1	62,2	54,2	56,5
ИП 20,0 т/га	74,1	66,3	70,6	70,3
ИП 25,0 т/га	51,3	44,0	46,0	47,1
сумма	858,6	871,5	895,8	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (858,6^2 + 871,5^2 + 895,8^2) : 2 * 7 - 164175,02 = 50,97$$

$$C_z = C_u(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 391,9$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 15,07$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 15,07}{3}} = 3,17$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 3,17 = 6,53$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 15,07}{3 * 7}} = 1,20$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,20 = 2,47$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 15,07}{3 * 2}} = 2,24$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 2,24 = 4,61$$

*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот 2012, (2)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	87,2	83,4	88,2	86,3
ИП 5,0 т/га	51,0	46,6	46,6	48,1
ИП 7,5 т/га	47,3	54,2	47,2	49,6
ИП 10,0 т/га	44,5	51,4	53,2	49,7
ИП 15,0 т/га	46,2	50,2	47,8	48,1
ИП 20,0 т/га	33,1	40,2	40,2	37,8
ИП 25,0 т/га	25,5	30,2	29,0	28,2
контроль (вспашка)	42,6	46,2	47,5	45,4
ИП 5,0 т/га	50,2	47,9	55,2	51,1
ИП 7,5 т/га	57,3	64,2	56,9	59,5
ИП 10,0 т/га	64,2	64,6	70,9	66,6
ИП 15,0 т/га	64,2	70,1	67,0	67,1
ИП 20,0 т/га	64,0	68,6	66,9	66,5
ИП 25,0 т/га	36,9	42,2	47,9	42,3
сумма	714,2	760,0	764,5	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (714,2^2 + 760,0^2 + 764,5^2) : 2 * 7 - 119328,04 = 110,67$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 234,54$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 9,02$$

$t_{05}$  = (табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб.  $C_z$ )

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 9,02}{3}} = 2,45$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 2,45 = 5,05$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 9,02}{3 * 7}} = 0,93$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,93 = 1,92$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 9,02}{3 * 2}} = 1,73$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,73 = 3,56$$

*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот, 2012 (3)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	36,2	40,4	39,8	38,8
ИП 5,0 т/га	49,2	53,2	50,6	51,0
ИП 7,5 т/га	54,3	60,3	56,4	57,0
ИП 10,0 т/га	56,6	59,6	63,2	59,8
ИП 15,0 т/га	55,2	60,3	60,4	58,6
ИП 20,0 т/га	43,0	49,8	44,9	45,9
ИП 25,0 т/га	33,5	42,1	39,2	38,3
контроль (вспашка)	50,2	54,6	54,9	53,2
ИП 5,0 т/га	33,6	37,4	36,4	35,8
ИП 7,5 т/га	33,8	38,4	36,4	36,2
ИП 10,0 т/га	35,8	40,8	39,8	38,8
ИП 15,0 т/га	62,3	57,2	59,5	59,7
ИП 20,0 т/га	69,6	69,9	62,6	67,4
ИП 25,0 т/га	52,0	50,9	61,2	54,7
сумма	665,3	714,9	705,3	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (665,3^2 + 714,9^2 + 705,3^2) : 2 * 7 - 103555,01 = 98,86$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 198,07$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 7,62$$

$t_{05} =$  (табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб.  $C_z$ )

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 7,62}{3}} = 2,25$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 2,25 = 4,64$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 7,62}{3 * 7}} = 0,85$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,85 = 1,75$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 7,62}{3 * 2}} = 1,59$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,59 = 3,28$$



*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот, 2012 (4)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	46,3	50,6	49,9	48,9
ИП 5,0 т/га	43,2	47,6	45,4	45,4
ИП 7,5 т/га	46,5	45,9	41,0	44,5
ИП 10,0 т/га	48,5	42,6	49,6	46,9
ИП 15,0 т/га	45,1	54,5	47,6	49,1
ИП 20,0 т/га	53,2	46,2	46,9	48,8
ИП 25,0 т/га	47,5	53,5	53,6	51,5
контроль (вспашка)	57,1	64,3	61,0	60,8
ИП 5,0 т/га	35,5	42,4	37,8	38,6
ИП 7,5 т/га	36,9	43,4	41,8	40,7
ИП 10,0 т/га	45,1	52,5	50,0	49,2
ИП 15,0 т/га	53,4	56,7	56,9	55,7
ИП 20,0 т/га	55,2	59,9	57,6	57,6
ИП 25,0 т/га	44,1	49,9	49,4	47,8
сумма	657,6	710,0	688,5	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (657,6^2 + 710,0^2 + 688,5^2) : 2 * 7 - 100655,89 = 99,11$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 210,68$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 8,10$$

$t_{05}$  = (табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб.  $C_z$ )

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 8,10}{3}} = 2,32$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 2,32 = 4,78$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 8,10}{3 * 7}} = 0,88$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,88 = 1,81$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 8,10}{3 * 2}} = 1,64$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,64 = 3,38$$

*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот, 2013 (1)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	57,6	64,2	62,0	61,3
ИП 5,0 т/га	67,7	71,3	78,4	72,5
ИП 7,5 т/га	84,3	76,2	81,8	80,8
ИП 10,0 т/га	90,3	96,5	94,8	93,9
ИП 15,0 т/га	95,3	102,5	98,2	98,7
ИП 20,0 т/га	96,6	94,2	90,1	93,6
ИП 25,0 т/га	86,5	84,2	81,2	84,0
контроль (вспашка)	52,2	57,8	55,6	55,2
ИП 5,0 т/га	64,7	60,4	59,4	61,5
ИП 7,5 т/га	68,4	63,4	62,6	64,8
ИП 10,0 т/га	77,7	72,4	75,1	75,1
ИП 15,0 т/га	84,5	77,4	79,8	80,6
ИП 20,0 т/га	85,5	78,5	83,9	82,6
ИП 25,0 т/га	73,4	66,8	68,0	69,4
сумма	1084,7	1065,8	1070,9	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (1084,7^2 + 1065,8^2 + 1070,9^2) : 2 * 7 - 247081,38 = 13,66$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 328,43$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 12,63$$

$t_{05}$  = (табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб.  $C_z$ )

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 12,63}{3}} = 2,90$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 2,90 = 5,97$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 12,63}{3 * 7}} = 1,10$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,10 = 2,27$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 12,63}{3 * 2}} = 2,05$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 2,05 = 4,22$$

*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот, 2013 (2)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	7,5	9,6	9,2	8,8
ИП 5,0 т/га	12,5	9,6	11,4	11,2
ИП 7,5 т/га	15,7	11,2	15,2	14,0
ИП 10,0 т/га	18,3	15,5	14,8	16,2
ИП 15,0 т/га	18,5	19,4	21,8	19,9
ИП 20,0 т/га	11,3	16,5	15,2	14,3
ИП 25,0 т/га	12,1	9,5	10,8	10,8
контроль (вспашка)	6,3	5,2	6,6	6,0
ИП 5,0 т/га	7,8	6,3	8,0	7,4
ИП 7,5 т/га	10,5	8,9	9,2	9,5
ИП 10,0 т/га	11,6	8,5	13,2	11,1
ИП 15,0 т/га	16,8	12,4	14,9	14,7
ИП 20,0 т/га	13,4	19,8	19,8	17,7
ИП 25,0 т/га	16,4	10,4	10,2	12,3
сумма	178,7	162,8	180,3	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (178,7^2 + 162,8^2 + 180,3^2) : 2 * 7 - 6482,74 = 13,37$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 113,83$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 4,38$$

$t_{05}$  = (табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб.  $C_z$ )

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 4,38}{3}} = 1,71$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,71 = 3,52$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 4,38}{3 * 7}} = 0,65$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,65 = 1,34$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 4,38}{3 * 2}} = 1,21$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,21 = 2,49$$

*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот, 2013 (3)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	6,3	8,9	9,2	8,1
ИП 5,0 т/га	5,5	7,9	7,6	7,0
ИП 7,5 т/га	9,8	6,2	7,2	7,7
ИП 10,0 т/га	8,8	6,1	9,8	8,2
ИП 15,0 т/га	13,8	12,6	12,8	13,1
ИП 20,0 т/га	11,1	12,6	11,6	11,8
ИП 25,0 т/га	13,4	8,9	8,4	10,2
контроль (вспашка)	15,3	11,3	14,8	13,8
ИП 5,0 т/га	10,2	14,3	14,8	13,1
ИП 7,5 т/га	10,2	13,5	14,6	12,8
ИП 10,0 т/га	14,6	11,4	14,5	13,5
ИП 15,0 т/га	17,1	13,5	14,4	15,0
ИП 20,0 т/га	14,6	10,4	13,8	12,9
ИП 25,0 т/га	14,2	9,9	14,2	12,8
сумма	164,9	147,5	167,7	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (164,9^2 + 147,5^2 + 167,7^2) : 2 * 7 - 5488,00 = 17,11$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 91,43$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 3,52$$

$t_{05} =$  (табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб.  $C_z$ )

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 3,52}{3}} = 1,53$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,53 = 3,15$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 3,52}{3 * 7}} = 0,58$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,58 = 1,19$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 3,52}{3 * 2}} = 1,08$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,08 = 2,22$$

*Дисперсия. NPK в почве, аммонийный азот, 2013 (4)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	33,2	26,5	32,4	30,7
ИП 5,0 т/га	22,8	16,6	16,4	18,6
ИП 7,5 т/га	22,5	17,3	21,6	20,5
ИП 10,0 т/га	22,6	26,8	22,5	24,0
ИП 15,0 т/га	33,5	27,4	30,5	30,5
ИП 20,0 т/га	26,6	21,4	23,4	23,8
ИП 25,0 т/га	22,6	17,4	20,6	20,2
контроль (вспашка)	28,1	22,4	21,6	24,0
ИП 5,0 т/га	19,5	16,4	16,8	17,6
ИП 7,5 т/га	24,4	20,4	21,2	22,0
ИП 10,0 т/га	25,5	21,1	23,9	23,5
ИП 15,0 т/га	21,1	26,4	25,6	24,4
ИП 20,0 т/га	21,1	24,4	25,2	23,6
ИП 25,0 т/га	21,4	16,8	15,9	18,0
сумма	344,9	301,3	317,6	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (344,9^2 + 301,3^2 + 317,6^2) : 2 * 7 - 22116,92 = 69,33$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 150,43$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 5,79$$

$t_{05} =$  (табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб.  $C_z$ )

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 5,79}{3}} = 1,96$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,96 = 4,04$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 5,79}{3 * 7}} = 0,74$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,74 = 1,52$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 5,79}{3 * 2}} = 1,39$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,39 = 2,86$$

*Дисперсия. NPK в почве, нитратный азот, 2011 (1)*

Вариант	Повторения, X		
контроль (дискование)	37,5	42,3	41,2
ИП 10,0 т/га	47,4	51,3	50,1
ИП 15,0 т/га	59,2	59,9	63,6
ИП 20,0 т/га	92,1	94,5	92,5
ИП 25,0 т/га	66,3	65,8	70,2
контроль (вспашка)	22,3	25,4	21,8
ИП 10,0 т/га	49,4	50,2	50,0
ИП 15,0 т/га	81,4	85,2	83,3
ИП 20,0 т/га	92,2	95,3	95,7
ИП 25,0 т/га	62,4	66,4	67,9
сумма	610,2	636,3	636,3

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (610,2^2 + 636,3^2 + 636,3^2) : 2 * 5 - 118164,53 = 45,41$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 39,99$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 2,22$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 2,22}{3}} = 1,22$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 1,22 = 2,56$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 2,22}{3 * 5}} = 0,54$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,54 = 1,14$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 2,22}{3 * 2}} = 0,86$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,86 = 1,81$$

*Дисперсия. NPK в почве, нитратный азот, 2011 (2)*

Вариант	Повторения, X		
	контроль (дискование)	34,5	37,4
ИП 10,0 т/га	10,2	11,4	12,6
ИП 15,0 т/га	4,7	4,9	4,8
ИП 20,0 т/га	13,2	13,9	13,4
ИП 25,0 т/га	16,3	16,0	15,9
контроль (вспашка)	10,6	11,2	10,6
ИП 10,0 т/га	17,3	16,5	17,2
ИП 15,0 т/га	17,4	17,6	17,8
ИП 20,0 т/га	15,4	16,4	15,9
ИП 25,0 т/га	33,8	36,7	35,6
сумма	173,4	182	181,2

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (173,4^2 + 182,0^2 + 181,2^2) : 2 * 5 - 9597,99 = 4,51$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 9,83$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,55$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,55}{3}} = 0,61$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,61 = 1,27$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,55}{3 * 5}} = 0,27$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,27 = 0,57$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,55}{3 * 2}} = 0,43$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,43 = 0,90$$

*Дисперсия. NPK в почве, нитратный азот, 2011 (3)*

Вариант	Повторения, X		
	контроль (дискование)	18,5	19,6
ИП 10,0 т/га	36,0	37,4	36,7
ИП 15,0 т/га	46,2	44,8	48,4
ИП 20,0 т/га	23,6	22,1	24,2
ИП 25,0 т/га	50,4	48,9	51,6
контроль (вспашка)	37,4	35,6	37,4
ИП 10,0 т/га	39,5	40,2	39,9
ИП 15,0 т/га	16,8	16,9	17,5
ИП 20,0 т/га	33,5	32,6	33,1
ИП 25,0 т/га	86,6	85,3	87,0
сумма	388,5	383,4	395,2

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (388,5^2 + 383,4^2 + 395,2^2) : 2 * 5 - 45404,08 = 7,01$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 11,92$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,66$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,66}{3}} = 0,66$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,66 = 1,39$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,66}{3 * 5}} = 0,30$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,30 = 0,62$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,66}{3 * 2}} = 0,47$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,47 = 0,98$$



*Дисперсия. NPK в почве, нитратный азот, 2011 (4)*

Вариант	Повторения, X		
контроль (дискование)	33,2	34,6	34,8
ИП 10,0 т/га	63,9	64,3	62,0
ИП 15,0 т/га	53,2	55,4	55,2
ИП 20,0 т/га	76,2	78,4	77,0
ИП 25,0 т/га	98,2	101,2	103,0
контроль (вспашка)	18,4	19,6	19,6
ИП 10,0 т/га	62,5	68,2	62,8
ИП 15,0 т/га	26,6	25,4	26,6
ИП 20,0 т/га	93,5	94,5	94,0
ИП 25,0 т/га	98,4	101,3	100,2
сумма	624,1	642,9	635,2

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (624,1^2 + 642,9^2 + 635,2^2) : 2 * 5 - 120612,16 = 17,87$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 31,16$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,73$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,73}{3}} = 1,07$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 1,07 = 2,26$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,73}{3 * 5}} = 0,48$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,48 = 1,01$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,73}{3 * 2}} = 0,76$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,76 = 1,59$$

*Дисперсия. NPK в почве, нитратный азот, 2012 (1)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	144,2	141,2	156,2	147,2
ИП 5,0 т/га	155,4	158,3	158,2	157,3
ИП 7,5 т/га	171,4	173,4	173,4	172,7
ИП 10,0 т/га	202,3	201,5	199,6	201,1
ИП 15,0 т/га	178,6	181,7	181,8	180,7
ИП 20,0 т/га	173,6	172,3	169,4	171,8
ИП 25,0 т/га	184,8	182,7	185,4	184,3
контроль (вспашка)	126	126,4	126,2	126,2
ИП 5,0 т/га	162,6	161,4	164,4	162,8
ИП 7,5 т/га	173,2	172,0	171,4	172,2
ИП 10,0 т/га	201,8	200,6	202,4	201,6
ИП 15,0 т/га	178	177,8	179	178,3
ИП 20,0 т/га	136,6	137,9	138,6	137,7
ИП 25,0 т/га	112,8	114,6	113,7	113,7
сумма	2301,3	2301,8	2319,7	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (2301,3^2 + 2301,8^2 + 2319,7^2) : 2 * 7 - 1141075,23 = 15,7$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 154,63$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 5,95$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 5,95}{3}} = 1,99$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,99 = 4,10$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 5,95}{3 * 7}} = 0,75$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,75 = 1,55$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 5,95}{3 * 2}} = 1,41$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,41 = 2,90$$

*Дисперсия. NPK в почве, нитратный азот, 2012 (2)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	39,5	41,4	40,8	40,6
ИП 5,0 т/га	95,4	97,3	97,0	96,6
ИП 7,5 т/га	74,6	76,6	77,4	76,2
ИП 10,0 т/га	90,2	89,2	89,4	89,6
ИП 15,0 т/га	108,6	110,6	110,3	109,8
ИП 20,0 т/га	101,6	100,8	101,2	101,2
ИП 25,0 т/га	82,6	83,2	82,6	82,8
контроль (вспашка)	77,2	78,3	76,6	77,4
ИП 5,0 т/га	85,2	86,2	86,3	85,9
ИП 7,5 т/га	86,3	85,2	86,2	85,9
ИП 10,0 т/га	89,5	87,9	87,6	88,3
ИП 15,0 т/га	152,6	154,6	153,2	153,5
ИП 20,0 т/га	144,0	146,0	148,3	146,1
ИП 25,0 т/га	107,1	110,4	110,6	109,4
сумма	1334,4	1347,7	1347,5	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (1334,4^2 + 1347,7^2 + 1347,5^2) : 2 * 7 - 386611,34 = 8,30$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 27,42$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,05$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,05}{3}} = 0,84$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,84 = 1,73$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,05}{3 * 7}} = 0,32$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,32 = 0,65$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,05}{3 * 2}} = 0,59$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,59 = 1,22$$

*Дисперсия. NPK в почве, нитратный азот, 2012 (3)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	35,2	34,2	36,8	35,4
ИП 5,0 т/га	37,0	37,6	36,4	37,0
ИП 7,5 т/га	49,2	53,6	51,4	51,4
ИП 10,0 т/га	56,6	56,0	53,5	55,4
ИП 15,0 т/га	57,8	59,4	58,8	58,7
ИП 20,0 т/га	57,3	58,6	57,2	57,7
ИП 25,0 т/га	65,2	67,4	65,4	66,0
контроль (вспашка)	46,4	47,3	45,8	46,5
ИП 5,0 т/га	40,2	38,5	40,4	39,7
ИП 7,5 т/га	44,6	43,5	45,6	44,6
ИП 10,0 т/га	17,3	20,3	20,4	19,3
ИП 15,0 т/га	19,0	19,0	17,4	18,5
ИП 20,0 т/га	19,4	20,0	19,1	19,5
ИП 25,0 т/га	20,9	22,0	21,8	21,6
сумма	566,1	577,4	570,0	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (566,1^2 + 577,4^2 + 570^2) : 2 * 7 - 69906,72 = 4,71$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 34,57$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,33$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,33}{3}} = 0,94$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,94 = 1,94$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,33}{3 * 7}} = 0,36$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,36 = 0,73$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,33}{3 * 2}} = 0,67$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,67 = 1,37$$

*Дисперсия. NPK в почве, нитратный азот, 2012 (4)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	10,4	11,6	11,0	11,0
ИП 5,0 т/га	11,0	10,4	9,2	10,2
ИП 7,5 т/га	15,1	13,6	13,6	14,1
ИП 10,0 т/га	31,8	33,2	33,6	32,9
ИП 15,0 т/га	62,6	60,8	60,1	61,2
ИП 20,0 т/га	59,4	59,0	59,8	59,4
ИП 25,0 т/га	29,6	31,5	29,8	30,3
контроль (вспашка)	18,9	19,8	18,5	19,1
ИП 5,0 т/га	28,5	27,4	28,6	28,2
ИП 7,5 т/га	14,6	15,4	13,7	14,6
ИП 10,0 т/га	43,6	44,3	47,6	45,2
ИП 15,0 т/га	65,4	66,5	64,6	65,5
ИП 20,0 т/га	52,4	54,6	54,0	53,7
ИП 25,0 т/га	28,3	26,2	27,5	27,3
сумма	471,6	474,3	471,6	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (471,6^2 + 474,3^2 + 471,6^2) : 2 * 7 - 47840,63 = 0,32$$

$$C_z = C_u(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 30,2$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,16$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,16}{3}} = 0,88$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,88 = 1,81$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,16}{3 * 7}} = 0,33$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,33 = 0,68$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,16}{3 * 2}} = 0,62$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,62 = 1,28$$

*Дисперсия. NPK в почве, нитратный азот, 2013 (1)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	128,3	130,5	130,4	129,7
ИП 5,0 т/га	131,4	130,6	130,1	130,7
ИП 7,5 т/га	163,6	166,4	164,6	164,9
ИП 10,0 т/га	164,6	165,3	163,2	164,4
ИП 15,0 т/га	166,7	169	169,2	168,3
ИП 20,0 т/га	211,7	217,8	213,3	214,3
ИП 25,0 т/га	228,9	226,7	226,5	227,4
контроль (вспашка)	76,1	76,4	72,2	74,9
ИП 5,0 т/га	98,4	99,4	98,2	98,7
ИП 7,5 т/га	149,6	142,6	148,2	146,8
ИП 10,0 т/га	144,9	145,6	142,5	144,3
ИП 15,0 т/га	154,7	152,5	156,8	154,7
ИП 20,0 т/га	193,7	195,7	192,0	193,8
ИП 25,0 т/га	206,2	209,4	205,8	207,1
сумма	2218,8	2227,9	2213,0	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (2218,8^2 + 2227,9^2 + 2213,0^2) : 2 * 7 - 1055990,57 = 8,06$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 98,04$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 3,77$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 3,77}{3}} = 1,59$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,59 = 3,27$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 3,77}{3 * 7}} = 0,60$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,60 = 1,23$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 3,77}{3 * 2}} = 1,21$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,21 = 2,31$$

*Дисперсия. НРК в почве, нитратный азот, 2013 (2)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	27,8	27,0	26,2	27,0
ИП 5,0 т/га	14,0	13,0	14,3	13,8
ИП 7,5 т/га	22,6	21,4	22,3	22,1
ИП 10,0 т/га	17,2	19,2	18,6	18,3
ИП 15,0 т/га	11,0	11,4	12,6	11,7
ИП 20,0 т/га	16,8	15,2	16,4	16,1
ИП 25,0 т/га	32,8	30,1	35,2	32,7
контроль (вспашка)	7,9	7,9	7,2	7,7
ИП 5,0 т/га	13,1	13,6	13,8	13,5
ИП 7,5 т/га	15,4	16,7	15,8	16,0
ИП 10,0 т/га	23,7	23,0	23,8	23,5
ИП 15,0 т/га	36,2	37,2	35,1	36,2
ИП 20,0 т/га	38,6	39,8	38,9	39,1
ИП 25,0 т/га	41,6	41,6	40,0	41,1
сумма	318,7	317,1	320,2	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (318,7^2 + 317,1^2 + 320,2^2) : 2 * 7 - 21760,38 = 0,34$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 27,09$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,04$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,04}{3}} = 0,83$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,83 = 1,72$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,04}{3 * 7}} = 0,31$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,31 = 0,65$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,04}{3 * 2}} = 0,59$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,59 = 1,21$$

*Дисперсия. NPK в почве, нитратный азот, 2013 (3)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	6,8	7,8	6,4	7,0
ИП 5,0 т/га	8,5	9,6	8,8	9,0
ИП 7,5 т/га	14,0	12,9	13,9	13,6
ИП 10,0 т/га	5,6	5,8	6,0	5,8
ИП 15,0 т/га	14,5	15,4	14,1	14,7
ИП 20,0 т/га	7,3	6,8	7,1	7,1
ИП 25,0 т/га	16,3	15,9	16,7	16,3
контроль (вспашка)	9,1	8,5	9,4	9,0
ИП 5,0 т/га	4,8	4,9	5,8	5,2
ИП 7,5 т/га	8,6	7,8	7,9	8,1
ИП 10,0 т/га	19,4	20,0	19,4	19,6
ИП 15,0 т/га	13,5	14,6	13,2	13,8
ИП 20,0 т/га	16,1	15,7	16,5	16,1
ИП 25,0 т/га	18,6	18,4	19,4	18,8
сумма	163,1	164,1	164,6	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (163,1^2 + 164,1^2 + 164,6^2) : 2 * 7 - 5758,74 = 0,09$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 7,37$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,28$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,28}{3}} = 0,43$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,43 = 0,90$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,28}{3 * 7}} = 0,16$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,16 = 0,34$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,28}{3 * 2}} = 0,31$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,31 = 0,63$$



*Дисперсия. НРК в почве, нитратный азот, 2013 4*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	6,2	6,6	6,4	6,4
ИП 5,0 т/га	13,5	11,8	12,1	12,5
ИП 7,5 т/га	6,2	7,5	6,0	6,6
ИП 10,0 т/га	17,4	16,8	17,6	17,3
ИП 15,0 т/га	8,7	9,3	8,6	8,9
ИП 20,0 т/га	12,4	11,1	11,9	11,8
ИП 25,0 т/га	19,4	20,4	19,4	19,7
контроль (вспашка)	8,6	9,4	8,2	8,7
ИП 5,0 т/га	21,6	22,4	21,4	21,8
ИП 7,5 т/га	13,4	11,6	12,5	12,5
ИП 10,0 т/га	15,7	14,4	15,1	15,1
ИП 15,0 т/га	5,2	4,8	5,6	5,2
ИП 20,0 т/га	22,6	23,1	22,9	22,9
ИП 25,0 т/га	10,0	10,2	9,8	10,0
сумма	180,9	179,4	177,5	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (180,9^2 + 179,4^2 + 177,5^2) : 2 * 7 - 6886,40 = 0,42$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 9,09$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,35$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,35}{3}} = 0,48$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,48 = 0,99$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,35}{3 * 7}} = 0,18$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,18 = 0,38$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,35}{3 * 2}} = 0,34$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,34 = 0,70$$

*Дисперсия. NPK в почве, минеральный азот, 2011 (1)*

Вариант	Повторения, X		
контроль (дискование)	76,2	78,4	79,0
ИП 10,0 т/га	107,0	108,7	106,3
ИП 15,0 т/га	126,9	128,8	129,2
ИП 20,0 т/га	176,8	174,3	176,0
ИП 25,0 т/га	140,4	142,6	140,0
контроль (вспашка)	52,2	52,6	51,2
ИП 10,0 т/га	103,5	104,7	105,3
ИП 15,0 т/га	159,7	160,3	158,4
ИП 20,0 т/га	175,0	176,5	176,1
ИП 25,0 т/га	144,2	142,9	141,4
сумма	1261,9	1269,8	1262,9

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (1261,9^2 + 1269,8^2 + 1262,9^2) : 2 * 5 - 479966,31 = 3,70$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 23,64$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,31$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,31}{3}} = 0,93$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,93 = 1,95$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,31}{3 * 5}} = 0,42$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,42 = 0,88$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,31}{3 * 2}} = 0,66$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,66 = 1,39$$

*Дисперсия. НРК в почве, минеральный азот, 2011 (2)*

Вариант	Повторения, X		
контроль (дискование)	65,2	65,4	63,2
ИП 10,0 т/га	47,0	46,1	46,0
ИП 15,0 т/га	25,0	27,6	24,1
ИП 20,0 т/га	36,4	38,4	37,6
ИП 25,0 т/га	46,2	48,6	46,4
контроль (вспашка)	32,4	34,8	33,4
ИП 10,0 т/га	45,6	44,1	45,8
ИП 15,0 т/га	46,8	48,0	46,2
ИП 20,0 т/га	42,8	43,8	42,1
ИП 25,0 т/га	62,5	63,6	62,0
сумма	449,9	460,4	446,8

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (2^2 + 2^2 + 2^2) : 2 * 5 - 61390,68 = 10,16$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 14,7$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,82$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,82}{3}} = 0,74$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,74 = 1,55$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,82}{3 * 5}} = 0,33$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,33 = 0,69$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,82}{3 * 2}} = 0,52$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,52 = 1,10$$

*Дисперсия. NPK в почве, минеральный азот, 2011 (3)*

Вариант	Повторения, X		
контроль (дискование)	54,6	53,8	56,2
ИП 10,0 т/га	67,8	66,4	67,8
ИП 15,0 т/га	89,0	91,7	89,5
ИП 20,0 т/га	62,2	64,8	62,6
ИП 25,0 т/га	93,2	91,7	93,1
контроль (вспашка)	73,5	69,3	70,1
ИП 10,0 т/га	69,6	71,5	70,3
ИП 15,0 т/га	46,1	47,3	44,9
ИП 20,0 т/га	65,8	67,4	65,4
ИП 25,0 т/га	137,0	138,4	136,2
сумма	758,8	762,3	756,1

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (758,8^2 + 762,3^2 + 756,1^2) : 2 * 5 - 172854,66 = 1,93$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 31,21$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,73$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,73}{3}} = 1,08$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 1,08 = 2,26$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,73}{3 * 5}} = 0,48$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,48 = 1,01$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,73}{3 * 2}} = 0,76$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,76 = 1,59$$

*Дисперсия. NPK в почве, минеральный азот, 2011 (4)*

Вариант	Повторения, X		
контроль (дискование)	64,5	62,4	63,0
ИП 10,0 т/га	90,8	90,0	88,2
ИП 15,0 т/га	76,2	78,4	76,6
ИП 20,0 т/га	105,2	104,8	103,1
ИП 25,0 т/га	121,4	123,5	122,5
контроль (вспашка)	45,2	44,3	42,1
ИП 10,0 т/га	84,6	86,2	85,8
ИП 15,0 т/га	51,4	49,7	51,0
ИП 20,0 т/га	116,5	118,4	117,8
ИП 25,0 т/га	127,2	129,4	127,4
сумма	883,0	887,1	877,5

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (883^2 + 887,1^2 + 877,5^2) : 2 * 5 - 233659,53 = 4,64$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 21,59$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,20$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,20}{3}} = 0,89$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,89 = 1,88$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,20}{3 * 5}} = 0,40$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,40 = 0,84$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,20}{3 * 2}} = 0,63$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,63 = 1,33$$

*Дисперсия. НРК в почве, минеральный азот, 2012 (1)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	192,6	194,6	192,2	193,1
ИП 5,0 т/га	218,4	218,6	216,4	217,8
ИП 7,5 т/га	241,6	240,0	241,4	241,0
ИП 10,0 т/га	275,7	275,6	276,6	276,0
ИП 15,0 т/га	257,6	259,4	257,2	258,1
ИП 20,0 т/га	256,3	255,2	256,8	256,1
ИП 25,0 т/га	244,5	246,8	244,6	245,3
контроль (вспашка)	187,1	187,6	187,6	187,4
ИП 5,0 т/га	219,2	220,5	218,8	219,5
ИП 7,5 т/га	228,6	228,6	226,5	227,9
ИП 10,0 т/га	256,4	258,6	256,3	257,1
ИП 15,0 т/га	234,6	234,2	235,6	234,8
ИП 20,0 т/га	207,6	209,6	206,8	208,0
ИП 25,0 т/га	161,4	161,4	159,6	160,8
сумма	3181,6	3190,7	3176,4	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (3181,6^2 + 3190,7^2 + 3176,4^2) : 2 * 7 - 2170896,95 = 7,48$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 23,81$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,92$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,92}{3}} = 0,78$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,78 = 1,61$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,92}{3 * 7}} = 0,30$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,30 = 0,61$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,92}{3 * 2}} = 0,55$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,55 = 1,14$$

*Дисперсия. NPK в почве, минеральный азот, 2012 (2)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	125,6	127,6	127,4	126,9
ИП 5,0 т/га	144,9	145,6	143,5	144,7
ИП 7,5 т/га	123,6	126,8	127,0	125,8
ИП 10,0 т/га	139,2	140,4	138,5	139,4
ИП 15,0 т/га	156,8	158,7	158,2	157,9
ИП 20,0 т/га	138,0	140,4	138,6	139,0
ИП 25,0 т/га	111,2	110,8	111,0	111,0
контроль (вспашка)	121,8	124,6	121,9	122,8
ИП 5,0 т/га	158,5	157,9	154,6	157,0
ИП 7,5 т/га	147,0	144,4	145,0	145,5
ИП 10,0 т/га	153,5	154,6	156,6	154,9
ИП 15,0 т/га	220,6	221,6	219,2	220,5
ИП 20,0 т/га	211,4	213,5	212,5	212,5
ИП 25,0 т/га	152,6	152,5	150,0	151,7
сумма	2104,7	2119,4	2104,0	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (2104,7^2 + 2119,4^2 + 2104,0^2) : 2 * 7 - 953448,80 = 10,8$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 40,15$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,54$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,54}{3}} = 1,01$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,01 = 2,09$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,54}{3 * 7}} = 0,38$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,38 = 0,79$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,54}{3 * 2}} = 0,72$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,72 = 1,48$$

*Дисперсия. NPK в почве, минеральный азот, 2012 (3)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	75,6	73,5	73,4	74,2
ИП 5,0 т/га	86,8	89,6	87,6	88,0
ИП 7,5 т/га	107,2	108,6	109,0	108,3
ИП 10,0 т/га	116,8	114,2	114,6	115,2
ИП 15,0 т/га	116,4	118,6	116,8	117,3
ИП 20,0 т/га	103,6	104,8	102,4	103,6
ИП 25,0 т/га	103,4	105,8	103,6	104,3
контроль (вспашка)	100,4	100,2	98,6	99,7
ИП 5,0 т/га	104,3	105,6	106,4	105,4
ИП 7,5 т/га	82,6	80,4	79,3	80,8
ИП 10,0 т/га	57,4	58,6	58,4	58,1
ИП 15,0 т/га	78,6	78,6	77,4	78,2
ИП 20,0 т/га	86,5	88,6	86,0	87,0
ИП 25,0 т/га	75,8	75,8	77,3	76,3
сумма	1295,4	1302,9	1290,8	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (1295,4^2 + 1302,9^2 + 1290,8^2) : 2 * 7 - 360121,40 = 5,33$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 33,73$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,30$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,30}{3}} = 0,93$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,93 = 1,92$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,30}{3 * 7}} = 0,35$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,35 = 0,72$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,30}{3 * 2}} = 0,66$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,66 = 1,36$$



*Дисперсия. NPK в почве, минеральный азот, 2012 (4)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	58,6	60,4	60,4	59,8
ИП 5,0 т/га	55,6	56,8	54,4	55,6
ИП 7,5 т/га	57,4	59,8	58,6	58,6
ИП 10,0 т/га	79,4	80,6	79,4	79,8
ИП 15,0 т/га	110,8	109,2	110,9	110,3
ИП 20,0 т/га	108,0	109,4	107,2	108,2
ИП 25,0 т/га	80,0	83,2	82,2	81,8
контроль (вспашка)	78,2	80,0	81,5	79,9
ИП 5,0 т/га	76,0	77,2	77,2	76,8
ИП 7,5 т/га	59,6	53,2	53,2	55,3
ИП 10,0 т/га	93,4	95,8	94,3	94,5
ИП 15,0 т/га	121,4	122	120,4	121,3
ИП 20,0 т/га	111,9	108,6	113,4	111,3
ИП 25,0 т/га	75,1	76,7	73,4	75,1
сумма	1165,4	1172,9	1166,5	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (1165,4^2 + 1172,9^2 + 1166,5^2) : 2 * 7 - 292467,22 = 2,34$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 71,68$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 2,76$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 2,76}{3}} = 1,36$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,36 = 2,79$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 2,76}{3 * 7}} = 0,51$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,51 = 1,06$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 2,76}{3 * 2}} = 0,96$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,96 = 1,98$$

*Дисперсия. НРК в почве, минеральный азот, 2013 (1)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	190,3	190,2	192,4	191,0
ИП 5,0 т/га	202,4	205,6	201,6	203,2
ИП 7,5 т/га	246,5	246,4	244,4	245,8
ИП 10,0 т/га	257,4	259,5	258,0	258,3
ИП 15,0 т/га	266,4	268,4	266,4	267,1
ИП 20,0 т/га	306,4	308,5	308,8	307,9
ИП 25,0 т/га	312,4	311,4	310,5	311,4
контроль (вспашка)	129,6	131,6	129,0	130,1
ИП 5,0 т/га	161,8	159,3	159,1	160,1
ИП 7,5 т/га	212,0	210,0	212,7	211,6
ИП 10,0 т/га	219,2	220,6	218,4	219,4
ИП 15,0 т/га	234,6	236,3	235,2	235,4
ИП 20,0 т/га	296,4	295,4	297,4	296,4
ИП 25,0 т/га	275,4	275,2	278,9	276,5
сумма	3310,8	3318,4	3312,8	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (3310,8^2 + 3318,4^2 + 3312,8^2) : 2 * 7 - 2353413,43 = 2,22$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 49,65$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,91$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,91}{3}} = 1,13$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,13 = 2,32$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,91}{3 * 7}} = 0,43$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,43 = 0,88$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,91}{3 * 2}} = 0,80$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,80 = 1,64$$

*Дисперсия. NPK в почве, минеральный азот, 2013 (2)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	34,2	36,8	36,5	35,8
ИП 5,0 т/га	26,8	24,6	23,4	24,9
ИП 7,5 т/га	36,5	35,6	36,1	36,1
ИП 10,0 т/га	34,4	35,2	33,6	34,4
ИП 15,0 т/га	32,6	30,4	31,8	31,6
ИП 20,0 т/га	31,8	29,9	29,5	30,4
ИП 25,0 т/га	43,5	42,4	44,6	43,5
контроль (вспашка)	12,4	13,6	15,0	13,7
ИП 5,0 т/га	21,8	21,4	19,6	20,9
ИП 7,5 т/га	24,6	26,7	25,1	25,5
ИП 10,0 т/га	35,1	35,4	33,2	34,6
ИП 15,0 т/га	49,3	51,3	52,2	50,9
ИП 20,0 т/га	58,4	56,9	55,0	56,8
ИП 25,0 т/га	52,4	54,0	54,0	53,5
сумма	493,8	494,2	489,6	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (493,8^2 + 494,2^2 + 489,6^2) : 2 * 7 - 51983,38 = 0,92$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 41,99$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,62$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,62}{3}} = 1,04$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,04 = 2,14$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,62}{3 * 7}} = 0,39$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,39 = 0,81$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,62}{3 * 2}} = 0,73$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,73 = 1,51$$

*Дисперсия. NPK в почве, минеральный азот, 2013 (3)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	14,8	15,8	14,6	15,1
ИП 5,0 т/га	16,2	15,4	16,2	15,9
ИП 7,5 т/га	21,2	22,4	20,4	21,3
ИП 10,0 т/га	14,9	13,0	13,7	13,9
ИП 15,0 т/га	32,4	24,8	26,4	27,8
ИП 20,0 т/га	16,4	19,6	20,8	18,9
ИП 25,0 т/га	27,5	26,7	25,4	26,5
контроль (вспашка)	22,1	23,6	22,6	22,8
ИП 5,0 т/га	17,8	19,6	17,4	18,3
ИП 7,5 т/га	19,5	21,6	21,6	20,9
ИП 10,0 т/га	35,3	31,8	32,4	33,2
ИП 15,0 т/га	27,8	29,3	28,9	28,7
ИП 20,0 т/га	29,0	29,5	28,5	29,0
ИП 25,0 т/га	30,8	32,5	31,4	31,6
сумма	325,7	325,6	320,3	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (325,7^2 + 325,6^2 + 320,3^2) : 2 * 7 - 22476,35 = 1,36$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 65,52$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 2,52$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 2,52}{3}} = 1,30$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 1,30 = 2,67$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 2,52}{3 * 7}} = 0,49$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,49 = 1,01$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 2,52}{3 * 2}} = 0,92$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,92 = 1,89$$

*Дисперсия. НРК в почве, минеральный азот, 2013 (4)*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	38,6	35,3	37,4	37,1
ИП 5,0 т/га	33,0	29,9	30,0	31,0
ИП 7,5 т/га	26,3	27,9	27,1	27,1
ИП 10,0 т/га	41,0	42,6	40,6	41,4
ИП 15,0 т/га	38,6	40,8	38,8	39,4
ИП 20,0 т/га	35,7	36,4	34,3	35,5
ИП 25,0 т/га	38,7	40,8	40,2	39,9
контроль (вспашка)	33,2	33,5	31,4	32,7
ИП 5,0 т/га	38,6	40,0	39,6	39,4
ИП 7,5 т/га	33,9	35,8	33,9	34,5
ИП 10,0 т/га	37,5	38,9	39,4	38,6
ИП 15,0 т/га	30,3	30,3	28,6	29,7
ИП 20,0 т/га	45,7	46,3	47,4	46,5
ИП 25,0 т/га	29,0	28,6	26,4	28,0
сумма	500,1	507,1	495,1	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (500,1^2 + 507,1^2 + 495,1^2) : 2 * 7 - 53735,84 = 5,19$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 33,0$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 1,27$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,27}{3}} = 0,92$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,92 = 1,89$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 1,27}{3 * 7}} = 0,35$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,35 = 0,72$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 1,27}{3 * 2}} = 0,65$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,65 = 1,34$$

*Фосфор в слое почвы 0-40 см, бутонизация, 2011 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	9,9	11,2	10,1	10,4
ИП 10,0 т/га	13,9	12,6	13,9	13,5
ИП 15,0 т/га	11,0	12,4	10,4	11,3
ИП 20,0 т/га	11,4	12,8	12,4	12,2
ИП 25,0 т/га	11,6	11,0	10,6	11,1
контроль (вспашка)	11,4	9,4	9,8	10,2
ИП 10,0 т/га	14,8	13,6	13,8	14,1
ИП 15,0 т/га	11,5	13,2	11,4	12,0
ИП 20,0 т/га	12,2	14,5	13,0	13,2
ИП 25,0 т/га	10,1	11,6	11,2	11,0
сумма	117,8	122,3	116,6	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (117,8^2 + 122,3^2 + 116,6^2) : 2 * 5 - 4241,16 = 1,81$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 13,00$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,72$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,72}{3}} = 0,69$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,69 = 1,45$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,72}{3 * 5}} = 0,31$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,31 = 0,65$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,72}{3 * 2}} = 0,49$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,49 = 1,03$$

*Фосфор в слое почвы 0-40 см, бутонизация, 2012 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	4,3	4,4	5,2	4,6
ИП 5,0 т/га	8,9	8,4	8,4	8,6
ИП 7,5 т/га	8,5	9,4	8,7	8,9
ИП 10,0 т/га	8,8	8,4	9,2	8,8
ИП 15,0 т/га	8,2	8,8	8,2	8,4
ИП 20,0 т/га	9,4	10,6	10,0	10,0
ИП 25,0 т/га	11,4	10,5	10,4	10,8
контроль (вспашка)	5,4	6,1	5,2	5,6
ИП 5,0 т/га	5,3	5,8	5,3	5,5
ИП 7,5 т/га	7,0	8,1	6,9	7,3
ИП 10,0 т/га	7,6	7,2	8,0	7,6
ИП 15,0 т/га	9,4	8,8	9,0	9,1
ИП 20,0 т/га	10,3	11,4	11,2	11,0
ИП 25,0 т/га	7,3	8,4	7,6	7,8
сумма	111,8	116,3	113,3	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (111,8^2 + 116,3^2 + 113,3^2) : 2 * 7 - 2775,09 = 0,75$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 5,58$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,21$$

$t_{05} =$  (табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб.  $C_z$ )

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,21}{3}} = 0,37$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,37 = 0,76$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,21}{3 * 7}} = 0,14$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,14 = 0,29$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,21}{3 * 2}} = 0,26$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,26 = 0,54$$

*Фосфор в слое почвы 0-40 см, бутонизация, 2013 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	4,9	5,3	5,4	5,2
ИП 5,0 т/га	6,4	6,1	5,8	6,1
ИП 7,5 т/га	5,7	5,9	6,0	5,9
ИП 10,0 т/га	7,1	8,2	7,4	7,6
ИП 15,0 т/га	6,9	5,9	6,0	6,3
ИП 20,0 т/га	6,6	6,4	5,6	6,2
ИП 25,0 т/га	6,6	6,3	6,2	6,4
контроль (вспашка)	5,5	5,0	5,6	5,4
ИП 5,0 т/га	7,9	8,6	9,2	8,6
ИП 7,5 т/га	5,8	5,3	5,9	5,7
ИП 10,0 т/га	4,2	5,2	5,0	4,8
ИП 15,0 т/га	3,5	4,2	3,6	3,8
ИП 20,0 т/га	7,5	8,4	7,7	7,9
ИП 25,0 т/га	6,3	7,1	6,4	6,6
сумма	84,9	87,9	85,8	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (84,9^2 + 87,9^2 + 85,8^2) : 2 * 7 - 1592,24 = 0,34$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 4,86$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,19$$

$t_{05} =$  (табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб.  $C_z$ )

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,19}{3}} = 0,36$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,36 = 0,74$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,19}{3 * 7}} = 0,13$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,13 = 0,27$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,19}{3 * 2}} = 0,25$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,25 = 0,52$$



*Фосфор в слое почвы 0-40 см, перед посевом, 2012 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	11,3	12,2	11,5	11,7
ИП 5,0 т/га	13,6	12,4	14,1	13,4
ИП 7,5 т/га	16,0	16,8	16,4	16,4
ИП 10,0 т/га	19,3	20,1	20,0	19,8
ИП 15,0 т/га	18,4	17,9	17,8	18,0
ИП 20,0 т/га	18,6	18,0	18,6	18,4
ИП 25,0 т/га	18,4	18,9	19,0	18,8
контроль (вспашка)	14,2	14,9	14,3	14,5
ИП 5,0 т/га	17,5	18,2	17,9	17,9
ИП 7,5 т/га	19,1	18,2	20,6	19,3
ИП 10,0 т/га	21,8	21,1	21,5	21,5
ИП 15,0 т/га	21,5	22,3	21,2	21,7
ИП 20,0 т/га	18,5	19,3	19,2	19,0
ИП 25,0 т/га	16,7	17,4	17,8	17,3
сумма	244,9	247,7	249,9	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (244,9^2 + 247,7^2 + 249,9^2) : 2 * 7 - 13126,339 = 0,9$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 7,79$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,3$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,3}{3}} = 0,45$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,45 = 0,93$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,3}{3 * 7}} = 0,17$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,17 = 0,35$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,3}{3 * 2}} = 0,32$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,32 = 0,66$$

*Фосфор в слое почвы 0-40 см, перед посевом, 2013 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	8,8	9,6	8,9	9,1
ИП 5,0 т/га	11,6	12,6	11,8	12,0
ИП 7,5 т/га	11,9	11,6	12,2	11,9
ИП 10,0 т/га	11,4	12,6	11,4	11,8
ИП 15,0 т/га	11,8	12,5	11,9	12,1
ИП 20,0 т/га	10,3	10,6	10,8	10,6
ИП 25,0 т/га	10,7	10,1	10,4	10,4
контроль (вспашка)	9,1	9,6	9,1	9,3
ИП 5,0 т/га	11,9	12,7	12,6	12,4
ИП 7,5 т/га	12,4	11,7	12,1	12,1
ИП 10,0 т/га	12,6	13,5	12,4	12,8
ИП 15,0 т/га	12,3	12,9	12,3	12,5
ИП 20,0 т/га	10,5	11,2	11,2	11,0
ИП 25,0 т/га	9,2	9,6	10,6	9,8
сумма	154,5	160,8	157,7	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (154,5^2 + 160,8^2 + 157,7^2) : 2 * 7 - 5326,88 = 1,42$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 4,34$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,17$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,17}{3}} = 0,34$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,34 = 0,70$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,17}{3 * 7}} = 0,13$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,13 = 0,27$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,17}{3 * 2}} = 0,24$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,24 = 0,49$$

*Фосфор в слое почвы 0-40 см, перед посевом, 2011 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	12,3	15,1	14,8	14,1
ИП 10,0 т/га	13,8	16,4	16,6	15,6
ИП 15,0 т/га	14,9	15,8	16,9	15,9
ИП 20,0 т/га	16,9	16,3	16,3	16,5
ИП 25,0 т/га	14,0	15,2	15,4	14,9
контроль (вспашка)	14,4	15,1	17,6	15,7
ИП 10,0 т/га	18,3	19,4	18,9	18,9
ИП 15,0 т/га	18,3	17,4	19,6	18,4
ИП 20,0 т/га	19,1	20,3	20,2	19,9
ИП 25,0 т/га	21,0	20,3	22,6	21,3
сумма	163,0	171,3	178,9	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (163,0^2 + 171,3^2 + 178,9^2) : 2 * 5 - 8779,14 = 12,65$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 12,73$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,71$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,71}{3}} = 0,69$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,69 = 1,45$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,71}{3 * 5}} = 0,31$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,31 = 0,65$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,71}{3 * 2}} = 0,49$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,49 = 1,03$$

*Фосфор в слое почвы 0-40 см, цветение, 2011 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	7,2	8,0	7,6	7,6
ИП 10,0 т/га	10,5	11,3	10,6	10,8
ИП 15,0 т/га	11,6	12,8	12,8	12,4
ИП 20,0 т/га	11,8	11,0	11,1	11,3
ИП 25,0 т/га	11,4	12,3	11,9	11,9
контроль (вспашка)	3,4	3,3	4,1	3,6
ИП 10,0 т/га	8,1	8,8	8,5	8,5
ИП 15,0 т/га	8,3	8,6	8,0	8,3
ИП 20,0 т/га	10,9	11,8	11,0	11,2
ИП 25,0 т/га	7,3	8,6	7,7	7,9
сумма	90,5	96,5	93,3	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (90,5^2 + 96,5^2 + 93,3^2) : 2 * 5 - 2618,94 = 1,8$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 2,82$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,16$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,16}{3}} = 0,33$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,33 = 0,69$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,16}{3 * 5}} = 0,15$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,15 = 0,32$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,16}{3 * 2}} = 0,23$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,23 = 0,48$$

*Фосфор в слое почвы 0-40 см, цветение 2012 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	9,8	10,4	10,4	10,2
ИП 5,0 т/га	10,6	10,8	10,3	10,6
ИП 7,5 т/га	11,1	12,3	11,7	11,7
ИП 10,0 т/га	12,5	12,5	13,0	12,7
ИП 15,0 т/га	12,5	12,1	12,3	12,3
ИП 20,0 т/га	12,6	11,2	11,9	11,9
ИП 25,0 т/га	11,3	10,1	10,4	10,6
контроль (вспашка)	7,1	8,1	7,0	7,4
ИП 5,0 т/га	8,9	8,7	7,2	8,3
ИП 7,5 т/га	9,4	8,9	11,4	9,9
ИП 10,0 т/га	11,5	12,4	11,7	11,9
ИП 15,0 т/га	11,4	12,2	12,4	12,0
ИП 20,0 т/га	12,6	12,0	12,8	12,5
ИП 25,0 т/га	11,4	12,4	11,4	11,7
сумма	152,7	154,1	153,9	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (152,7^2 + 154,1^2 + 153,9^2) : 2 * 7 - 5053,44 = 0,08$$

$$C_z = C_y (\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v (\text{скорректированная модель}) = 11,0$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,42$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,42}{3}} = 0,53$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,53 = 1,09$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,42}{3 * 7}} = 0,2$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,2 = 0,41$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,42}{3 * 2}} = 0,37$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,37 = 0,76$$

*Фосфор в слое почвы 0-40 см, цветение 2013 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	7,3	8,2	7,8	7,8
ИП 5,0 т/га	6,0	5,9	7,2	6,4
ИП 7,5 т/га	7,7	8,3	8,3	8,1
ИП 10,0 т/га	6,5	7,6	7,8	7,3
ИП 15,0 т/га	8,4	9,3	8,2	8,6
ИП 20,0 т/га	7,8	8,4	8,4	8,2
ИП 25,0 т/га	9,6	10,0	9,8	9,8
контроль (вспашка)	6,4	6,9	6,4	6,6
ИП 5,0 т/га	6,8	7,4	6,8	7,0
ИП 7,5 т/га	6,9	7,4	7,2	7,2
ИП 10,0 т/га	7,4	6,8	6,4	6,9
ИП 15,0 т/га	7,6	7,7	7,7	7,7
ИП 20,0 т/га	9,5	10,2	9,4	9,7
ИП 25,0 т/га	9,8	10,6	10,2	10,2
сумма	107,7	114,7	111,6	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (107,7^2 + 114,7^2 + 111,6^2) : 2 * 7 - 2656,10 = 1,75$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 3,68$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,14$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,14}{3}} = 0,31$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,31 = 0,64$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,14}{3 * 7}} = 0,12$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,12 = 0,25$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,14}{3 * 2}} = 0,22$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,22 = 0,45$$

*Фосфор в слое почвы 0-40 см, уборка 2011 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	5,8	6,6	6,2	6,2
ИП 10,0 т/га	13,2	13,6	14,6	13,8
ИП 15,0 т/га	10,4	11,4	10,6	10,8
ИП 20,0 т/га	9,0	9,8	8,8	9,2
ИП 25,0 т/га	11,3	11,6	11,8	11,6
контроль (вспашка)	2,2	3,2	3,0	2,8
ИП 10,0 т/га	6,2	6,4	5,6	6,1
ИП 15,0 т/га	7,2	8,0	7,6	7,6
ИП 20,0 т/га	10,7	11,2	10,8	10,9
ИП 25,0 т/га	8,0	8,6	8,0	8,2
сумма	84,0	90,4	87,0	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (84,0^2 + 90,4^2 + 87,0^2) : 2 * 5 - 2277,67 = 2,05$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 2,17$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,12$$

$t_{05} =$  (табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб.  $C_z$ )

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,12}{3}} = 0,28$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,28 = 0,59$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,12}{3 * 5}} = 0,13$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,13 = 0,27$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,12}{3 * 2}} = 0,20$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,10 * 0,20 = 0,42$$

*Фосфор в слое почвы 0-40 см, уборка, 2012 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	10,3	10,9	10,6	10,6
ИП 5,0 т/га	11,3	12,7	12,8	12,3
ИП 7,5 т/га	14,0	15,0	13,8	14,3
ИП 10,0 т/га	14,0	14,6	13,9	14,2
ИП 15,0 т/га	12,5	13,4	13,0	13,0
ИП 20,0 т/га	13,2	13,3	12,5	13,0
ИП 25,0 т/га	11,6	11,3	11,2	11,4
контроль (вспашка)	8,1	7,9	8,6	8,2
ИП 5,0 т/га	8,8	9,4	9,1	9,1
ИП 7,5 т/га	10,4	10,4	10,9	10,6
ИП 10,0 т/га	12,4	13,4	13,6	13,1
ИП 15,0 т/га	13,1	14	13,4	13,5
ИП 20,0 т/га	13,5	13,2	15,0	13,9
ИП 25,0 т/га	12,6	12,2	11,9	12,2
сумма	165,8	171,7	170,3	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (165,8^2 + 171,7^2 + 170,3^2) : 2 * 7 - 6139,54 = 1,36$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 6,18$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,24$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,24}{3}} = 0,4$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,4 = 0,82$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,24}{3 * 7}} = 0,15$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,15 = 0,31$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,24}{3 * 2}} = 0,28$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,28 = 0,58$$



*Фосфор в слое почвы 0-40 см, уборка 2013 г.*

Вариант	Повторения, X			Среднее
контроль (дискование)	10,9	11,7	11,8	11,5
ИП 5,0 т/га	14,7	14,2	14,5	14,5
ИП 7,5 т/га	13,7	12,9	13,0	13,2
ИП 10,0 т/га	15,4	16,1	15,6	15,7
ИП 15,0 т/га	12,6	13,4	12,4	12,8
ИП 20,0 т/га	12,4	13,6	12,7	12,9
ИП 25,0 т/га	12,2	12,6	13,0	12,6
контроль (вспашка)	10,8	10,8	11,4	11,0
ИП 5,0 т/га	11,6	10,8	11,5	11,3
ИП 7,5 т/га	12,4	12,6	13,1	12,7
ИП 10,0 т/га	13,7	13,0	13,0	13,2
ИП 15,0 т/га	12,2	13,6	12,0	12,6
ИП 20,0 т/га	13,4	13,3	12,6	13,1
ИП 25,0 т/га	8,7	9,6	9,8	9,4
сумма	174,7	178,2	176,4	

$$C_p = \sum P^2 : La * Lb - C = (174,7^2 + 178,2^2 + 176,4^2) : 2 * 7 - 6670,44 = 0,44$$

$$C_z = C_y(\text{скорректированный итог}) - C_p - C_v(\text{скорректированная модель}) = 6,27$$

$$C_z / \text{степень св. для } C_z = 0,24$$

$$t_{05} = (\text{табл. данные, Б.А. Доспехов, стр.317, для степени своб. } C_z)$$

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,24}{3}} = 0,40$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,40 = 0,82$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * Lb}} = \sqrt{\frac{2 * 0,24}{3 * 7}} = 0,15$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,15 = 0,31$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n * La}} = \sqrt{\frac{2 * 0,24}{3 * 2}} = 0,28$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,06 * 0,28 = 0,58$$

*Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта. Урожайность  
подсолнечника в 2011 г., ц/га*

Влияние доз индюшиного помёта и минеральных удобрений на урожайность  
подсолнечника по фонам вспашка и дискование.

Вид обработки почвы (А)	Доза помёта и минеральных удобрений (В)	Повторения, Х				Суммы, V	Среднее
		1	2	3	4		
вспашка	контроль	15,82	16,10	15,45	16,00	63,37	15,84
	10 т/га	19,00	19,12	22,04	21,76	81,92	20,48
	15 т/га	22,12	24,28	22,84	22,48	91,72	22,93
	20 т/га	23,20	23,32	21,64	20,32	88,48	22,12
	25 т/га	21,76	21,04	20,48	23,20	86,48	21,62
	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	17,32	18,10	18,24	17,90	71,56	17,89
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	19,20	18,90	20,18	21,17	79,45	19,86
N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	23,40	22,70	22,80	23,10	92,00	23,00	
дискование	контроль	15,86	15,45	15,12	15,01	61,44	15,36
	10 т/га	19,92	18,92	18,56	19,36	76,76	19,19
	15 т/га	24,28	20,92	24,28	21,56	91,04	22,76
	20 т/га	20,56	21,40	19,12	21,28	82,36	20,59
	25 т/га	15,32	17,48	15,68	15,48	63,96	15,99
	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	16,80	17,61	17,21	17,25	68,87	17,21
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	18,90	20,10	20,67	20,15	79,82	19,96
N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	22,40	21,70	23,15	23,80	91,05	22,76	
суммы Р	-	315,86	317,14	317,46	319,82	1270,28	19,85

$$N = I_A * I_B * n = 2 * 8 * 4 = 64$$

$$C = \sum x^2 : N = (1270,28)^2 : 64 = 25212,68$$

$$C_y = \sum X^2 - C = (15,82^2 + 19,00^2 + \dots + 23,80^2) - 25212,68 = 478,69$$

$$C_p = \sum P^2 : I - C = (315,86^2 + 317,14^2 + 317,46^2 + 319,82^2) : 2 * 8 - 25212,68 = 0,51$$

$$C_v = \sum V^2 : n = (63,37^2 + 81,92^2 + \dots + 91,05^2) : 4 - 25212,68 = 431,82$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = 478,69 - 0,51 - 431,82 = 46,36$$

Определение главных эффектов и взаимодействий

Вид обработки почвы	Доза помёта и минеральных удобрений, т/га								Суммы А
	контроль	10	15	20	25	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	
вспашка	63,37	81,92	91,72	88,48	86,48	71,56	79,45	92,00	654,98
дискование	61,44	76,76	91,04	82,36	63,96	68,87	79,82	91,05	615,3
суммы В	124,81	158,68	182,76	170,84	150,44	140,43	159,27	183,05	1270,28

$$C_a = \sum A^2 : I_b * n - C = (654,98^2 + 615,3^2) : 8 * 4 - 25212,68 = 24,6$$

при (L<sub>a</sub> - 1) = (2-1) = 1 степени свободы

$$C_b = \sum B^2 : L_a * n - C = (124,81^2 + 158,68^2 + \dots + 183,05^2) : 2 * 4 - 25212,68 = 358,75$$

при (L<sub>b</sub> - 1) = (8-1) = 7 степенях свободы

$$C_{ab} = C_v - C_a - C_b = 431,82 - 24,6 - 358,75 = 48,47$$

при (L<sub>a</sub> - 1) \* (L<sub>b</sub> - 1) = (2-1) \* (8-1) = 7 степенях свободы

## Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта

Дисперсия.	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fф	F <sub>05</sub>
общая	478,69	63	-	-	-
повторений	0,51	3	-	-	-
Вид обработки почвы А	24,6	1	24,6	23,88	4,05
доза помёта и мин удобрений В	358,75	7	51,25	49,76	2,23
взаимодействия АВ	48,47	7	6,92	6,72	2,23
остаток (ошибки)	46,36	45	1,03	-	-

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$Sd = \sqrt{\frac{2S2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,03}{4}} = 0,72 \text{ ц/га}$$

$$НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,02 * 0,72 = 1,45 \text{ ц/га} = 0,15 \text{ т/га}$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$Sd = \sqrt{\frac{2S2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,03}{4 * 8}} = 0,25 \text{ ц/га}$$

$$НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,02 * 0,25 = 0,51 \text{ ц/га} = 0,05 \text{ т/га}$$

3. Для фактора В (доза помёта и минеральных удобрений) определяют:

$$Sd = \sqrt{\frac{2S2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 1,03}{4 * 2}} = 0,51 \text{ ц/га}$$

$$НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,02 * 0,51 = 1,03 \text{ ц/га} = 0,1 \text{ т/га}$$

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта. Урожайность подсолнечника в 2012 г., ц/га

Влияние доз индюшиного помёта и минеральных удобрений на урожайность подсолнечника по фонам вспашка и дискование.

Вид обработки почвы (А)	Доза помёта и минеральных удобрений (В)	Повторения, X				Суммы, V	Среднее
		1	2	3	4		
вспашка	контроль	13,2	12,7	13,3	14,4	<b>53,6</b>	13,4
	5 т/га	15,4	14,8	16,0	15,7	<b>61,9</b>	15,5
	7,5 т/га	18,5	18,9	19,0	17,5	<b>73,9</b>	18,5
	10 т/га	18,7	18,8	18,4	18,0	<b>73,9</b>	18,5
	15 т/га	17,9	17,8	18,1	18,4	<b>72,2</b>	18,1
	20 т/га	17,5	17,9	18,9	17,0	<b>71,3</b>	17,8
	25 т/га	14,9	14,3	15,8	16,2	<b>61,2</b>	15,3
	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	14,3	14,2	14,2	14,5	<b>57,2</b>	14,3
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	14,8	15,2	15,3	14,9	<b>60,2</b>	15,1
N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	17,9	17,7	17,3	17,8	<b>70,7</b>	17,7	
дискование	контроль	13,4	13,4	13,0	12,8	<b>52,6</b>	13,2
	5 т/га	14,6	15,1	15,8	15,5	<b>61</b>	15,3
	7,5 т/га	16,4	17,0	17,2	18,0	<b>68,6</b>	17,2

	Продолжение таблицы						
	10 т/га	18,6	17,3	17,9	18,8	<b>72,6</b>	18,2
	15 т/га	17,7	21,4	19,6	19,3	<b>78</b>	19,5
	20 т/га	17,4	19,0	18,0	18,1	<b>72,5</b>	18,1
	25 т/га	17,3	18,0	17,0	18,0	<b>70,3</b>	17,6
	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	14,7	14,3	14,3	14,2	<b>57,5</b>	14,4
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	16,2	16,8	17,1	16,4	<b>66,5</b>	16,6
	N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	15,8	15,2	15,7	16,1	<b>62,8</b>	15,7
суммы Р	-	<b>325,2</b>	<b>329,8</b>	<b>331,9</b>	<b>331,6</b>	<b>1318,5</b>	<b>16,5</b>

$$N = l_A * l_B * n = 2 * 10 * 4 = 80$$

$$C = \sum x^2 : N = (1318,5)^2 : 80 = 21730,53$$

$$C_y = \sum X^2 - C = (13,2^2 + 15,4^2 + \dots + 16,1^2) - 21730,53 = 287,87$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = (325,2^2 + 329,8^2 + 331,9^2 + 331,6^2) : 2 * 10 - 21730,53 = 1,44$$

$$C_v = \sum V^2 : n = (53,6^2 + 61,9^2 + \dots + 62,8^2) : 4 - 21730,53 = 265,1$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = 287,87 - 1,44 - 265,1 = 21,33$$

#### Определение главных эффектов и взаимодействий

Вид обработки почвы	Доза помёта и минеральных удобрений, т/га										Суммы А
	контроль	5	7,5	10	15	20	25	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	
вспашка	53,6	61,9	73,9	73,9	72,2	71,3	61,2	57,2	60,2	70,7	656,1
дискование	52,6	61,0	68,6	72,6	78,0	72,5	70,3	57,5	66,5	62,8	662,4
суммы В	106,2	122,9	142,5	146,5	150,2	143,8	131,5	114,7	126,7	133,5	1318,5

$$C_a = \sum A^2 : l_b * n - C = (656,1^2 + 662,4^2) : 10 * 4 - 21730,53 = 0,49$$

при  $(l_a - 1) = (2 - 1) = 1$  степени свободы

$$C_b = \sum B^2 : l_a * n - C = (106,2^2 + 122,9^2 + \dots + 133,5^2) : 2 * 4 - 21730,53 = 233,63$$

при  $(l_b - 1) = (10 - 1) = 9$  степенях свободы

$$C_{ab} = C_v - C_a - C_b = 265,1 - 0,49 - 233,63 = 30,98$$

при  $(l_a - 1) * (l_b - 1) = (2 - 1) * (10 - 1) = 9$  степенях свободы

#### Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fф	F <sub>05</sub>
общая	287,87	79	-	-	-
повторений	1,44	3	-	-	-
вид обработки почвы А	0,49	1	0,49	1,32	4,02
доза помёта и мин удобрений В	233,63	9	25,96	70,16	2,06
взаимодействия АВ	30,98	9	3,44	9,30	2,06
остаток (ошибки)	21,33	57	0,37	-	-

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$Sd = \sqrt{\frac{2S2}{n}} = \sqrt{\frac{2*0,37}{4}} = 0,43 \text{ ц/га}$$

$$НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,01 * 0,43 = 0,86 \text{ ц/га} = 0,09 \text{ т/га}$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$Sd = \sqrt{\frac{2S2}{n}} = \sqrt{\frac{2*0,37}{4*10}} = 0,14 \text{ ц/га}$$

$$НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,01 * 0,14 = 0,28 \text{ ц/га} = 0,03 \text{ т/га}$$

3. Для фактора В (дозы удобрений) определяют:

$$Sd = \sqrt{\frac{2S2}{n}} = \sqrt{\frac{2*0,37}{4*2}} = 0,30 \text{ ц/га}$$

$$НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,01 * 0,30 = 0,60 \text{ ц/га} = 0,06 \text{ т/га}$$

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта. Урожайность подсолнечника в 2013 г., ц/га

Влияние доз индюшиного помёта и минеральных удобрений на урожайность подсолнечника по фонам вспашка и дискование.

Вид обработки почвы (А)	Доза помёта и минеральных удобрений (В)	Повторения, X				Суммы, V	Среднее
		1	2	3	4		
вспашка	контроль	11,0	11,3	10,8	10,9	<b>44,0</b>	11,0
	5 т/га	15,5	16,1	15,9	15,7	<b>63,2</b>	15,8
	7,5 т/га	17,7	17,9	17,5	17,3	<b>70,4</b>	17,6
	10 т/га	20,9	21,0	21,1	20,6	<b>83,6</b>	20,9
	15 т/га	20,6	20,0	20,9	19,7	<b>81,2</b>	20,3
	20 т/га	20,1	19,7	19,8	20,0	<b>79,6</b>	19,9
	25 т/га	19,9	19,7	19,6	20,0	<b>79,2</b>	19,8
	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	12,6	12,8	12,0	12,2	<b>49,6</b>	12,4
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	13,3	13,4	13,6	13,7	<b>54,0</b>	13,5
N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	12,0	12,4	12,3	12,1	<b>48,8</b>	12,2	
дискование	контроль	6,3	6,1	5,7	5,9	<b>24,0</b>	6,0
	5 т/га	8,4	9,0	8,8	8,6	<b>34,8</b>	8,7
	7,5 т/га	9,7	9,5	9,3	9,5	<b>38,0</b>	9,5
	10 т/га	10,0	10,6	9,8	10,4	<b>40,8</b>	10,2
	15 т/га	10,6	10,2	10,4	10,4	<b>41,6</b>	10,4
	20 т/га	10,7	10,3	10,9	10,5	<b>42,4</b>	10,6
	25 т/га	11,1	11,2	10,9	10,8	<b>44,0</b>	11,0
	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	8,3	7,9	8,0	8,2	<b>32,4</b>	8,1
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	10,0	10,6	9,6	10,2	<b>40,4</b>	10,1
N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	9,7	9,9	10,1	9,5	<b>39,2</b>	9,8	
суммы P	-	<b>258,4</b>	<b>259,6</b>	<b>257,0</b>	<b>256,2</b>	<b>1031,2</b>	<b>12,9</b>

$$N = 1_A * 1_B * n = 2 * 10 * 4 = 80$$

$$C = \sum x^2 : N = (1031,2)^2 : 80 = 13292,17$$

$$C_y = \sum X^2 - C = (11,0^2 + 15,5^2 + \dots + 9,5^2) - 13292,17 = 1565,73$$

$$C_p = \sum P^2 : 1 - C = (258,4^2 + 259,6^2 + 257,0^2 + 256,2^2) : 2 * 10 - 13292,17 = 0,34$$

$$C_v = \sum V^2 : n = (44,0^2 + 63,2^2 + \dots + 39,2^2) : 4 - 13292,17 = 1561,28$$

$$Cz = C_y - C_p - C_v = 1565,73 - 0,34 - 1561,28 = 4,11$$

### Определение главных эффектов и взаимодействий

Вид обработки почвы	Доза помёта и минеральных удобрений, т/га										Суммы А
	контроль	5	7,5	10	15	20	25	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	
вспашка	44,0	63,2	70,4	83,6	81,2	79,6	79,2	49,6	54,0	48,8	653,6
дискование	24,0	34,8	38,0	40,8	41,6	42,4	44,0	32,4	40,4	39,2	377,6
суммы В	68,0	98,0	108,4	124,4	122,8	122,0	123,2	82,0	94,4	88,0	1031,2

$$C_a = \sum A^2 : L_b * n - C = (653,6^2 + 377,6^2) : 10 * 4 - 13292,17 = 952,2$$

при (L<sub>a</sub> - 1) = (2-1) = 1 степени свободы

$$C_b = \sum B^2 : L_a * n - C = (68,0^2 + 98,0^2 + \dots + 88,0^2) : 2 * 4 - 13292,17 = 454,76$$

при (L<sub>b</sub> - 1) = (10-1) = 9 степенях свободы

$$C_{ab} = C_v - C_a - C_b = 1561,28 - 952,2 - 454,76 = 154,32$$

при (L<sub>a</sub> - 1) \* (L<sub>b</sub> - 1) = (2-1) \* (10-1) = 9 степенях свободы

Таблица 3 – Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fф	F <sub>05</sub>
общая	1565,73	79	-	-	-
повторений	0,34	3	-	-	-
вид обработки почвы А	952,2	1	952,2	13225,00	4,02
доза помёта и мин удобрений В	454,76	9	50,53	701,81	2,06
взаимодействия АВ	154,32	9	17,1	237,5	2,06
остаток (ошибки)	4,11	57	0,072	-	-

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,072}{4}} = 0,19 \text{ ц/га}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,01 * 0,19 = 0,38 \text{ ц/га} = 0,04 \text{ т/га}$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,072}{4 * 10}} = 0,06 \text{ ц/га}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,01 * 0,06 = 0,12 \text{ ц/га} = 0,01 \text{ т/га}$$

3. Для фактора В (доза помёта) определяют:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,072}{4 * 2}} = 0,13 \text{ ц/га}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,01 * 0,13 = 0,26 \text{ ц/га} = 0,03 \text{ т/га}$$

## Средняя урожайность за 3 года

Влияние доз индюшиного помёта и минеральных удобрений на урожайность подсолнечника по фонам вспашка и дискование.

Вид обработки почвы (А)	Доза помёта и минеральных удобрений (В)	Повторения, X			Суммы, V	Среднее
		1	2	3		
дискование	контроль	15,40	13,20	6,00	<b>34,60</b>	11,53
	10 т/га	19,20	18,20	10,20	<b>47,60</b>	15,87
	15 т/га	22,80	19,50	10,40	<b>52,70</b>	17,57
	20 т/га	20,60	18,10	10,60	<b>49,30</b>	16,43
	25 т/га	16,00	17,60	11,00	<b>44,60</b>	14,87
	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	17,20	14,40	8,10	<b>39,70</b>	13,23
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	20,00	16,60	10,10	<b>46,70</b>	15,57
	N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	22,80	15,70	9,80	<b>48,30</b>	16,10
вспашка	контроль	15,80	13,40	11,00	<b>40,20</b>	13,40
	10 т/га	20,50	18,50	20,90	<b>59,90</b>	19,97
	15 т/га	22,90	18,10	20,30	<b>61,30</b>	20,43
	20 т/га	22,10	17,80	19,90	<b>59,80</b>	19,93
	25 т/га	21,60	15,30	19,80	<b>56,70</b>	18,90
	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	17,90	14,30	12,40	<b>44,60</b>	14,87
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	19,90	15,10	13,50	<b>48,50</b>	16,17
	N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	23,00	17,70	12,20	<b>52,90</b>	17,63
суммы P	-	<b>317,70</b>	<b>263,50</b>	<b>206,20</b>	<b>787,40</b>	16,40

$$N = l_A * l_B * n = 2 * 8 * 3 = 48$$

$$C = \sum x^2 : N = (787,4)^2 : 48 = 12916,64$$

$$C_y = \sum X^2 - C = (15,4^2 + 19,2^2 + \dots + 12,2^2) - 12916,64 = 886,4$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = (317,7^2 + 263,5^2 + 206,2^2) : 2 * 8 - 12916,64 = 388,61$$

$$C_v = \sum V^2 : n = (34,6^2 + 47,6^2 + \dots + 52,9^2) : 3 - 12916,64 = 297,43$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = 886,4 - 388,61 - 297,43 = 200,36$$

Таблица – Определение главных эффектов и взаимодействий

Вид обработки почвы	Доза помёта, т/га								Суммы А
	кон-троль	10	15	20	25	N <sub>25</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	
дискование	34,60	47,60	52,70	49,30	44,60	39,70	46,70	48,30	363,50
вспашка	40,20	59,90	61,30	59,80	56,70	44,60	48,50	52,90	423,90
суммы В	74,80	107,50	114,00	109,10	101,30	84,30	95,20	101,20	787,40

$$C_a = \sum A^2 : l_b * n - C = (363,5^2 + 423,9^2) : 8 * 3 - 12916,64 = 76,00$$

$$\text{при } (l_a - 1) = (2 - 1) = 1 \text{ степени свободы}$$

$$C_b = \sum B^2 : l_a * n - C = (74,80^2 + 107,50^2 + \dots + 101,20^2) : 2 * 3 - 12916,64 = 203,82$$

$$\text{при } (l_b - 1) = (8 - 1) = 7 \text{ степенях свободы}$$

$$C_{ab} = C_v - C_a - C_b = 297,43 - 76,00 - 203,82 = 17,61$$

$$\text{при } (l_a - 1) * (l_b - 1) = (2 - 1) * (8 - 1) = 7 \text{ степенях свободы}$$

## Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fф	F <sub>05</sub>
общая	886,4	47	-	-	-
повторений	388,61	2	-	-	-
вид обработки почвы А	76,00	1	76,00	11,38	4,17
доза помёта и мин удобрений В	203,82	7	29,12	4,36	2,34
взаимодействия АВ	17,61	7	2,52	0,38	2,34
остаток (ошибки)	200,36	30	6,68	-	-

1. Для оценки существенных различий определяют:

$$Sd = \sqrt{\frac{2S2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 6,68}{3}} = 2,11 \text{ ц/га}$$

$$НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,04 * 2,11 = 4,30 \text{ ц/га} = 0,43 \text{ т/га}$$

2. Для фактора А (вид обработки почвы) определяют:

$$Sd = \sqrt{\frac{2S2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 6,68}{3 * 8}} = 0,75 \text{ ц/га}$$

$$НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,04 * 0,75 = 1,53 \text{ ц/га} = 0,15 \text{ т/га}$$

3. Для фактора В (доза помёта) определяют:

$$Sd = \sqrt{\frac{2S2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 6,68}{3 * 2}} = 1,49 \text{ ц/га}$$

$$НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,04 * 1,49 = 3,04 \text{ ц/га} = 0,30 \text{ т/га}$$