

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕН-
НЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Ващенко Алексей Викторович

**УДОБРЕНИЕ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА РАЗНОГО СРОКА
СЕВА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ НИЖНЕГО ДОНА**

06.01.04 - Агрехимия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научные руководители:

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заслуженный деятель науки
РФ Е.В. Агафонов

доктор сельскохозяйственных наук,
доцент Р.А. Каменев

пос. Персиановский – 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 Значение подсолнечника и особенности его питания	10
1.2 Эффективность внесения минеральных удобрений под подсолнечник	13
1.3 Микробиологическая фиксация атмосферного азота	20
1.4 Эффективность использования бактериальных препаратов с ассоциативными штаммами азотфиксаторов в растениеводстве	24
2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	43
2.1 Почвы	43
2.2 Климат и погодные условия в зоне проведения полевых опытов	44
2.3 Методика проведения полевых и лабораторных исследований	50
3. СОДЕРЖАНИЕ И ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ И ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ В ПОЧВЕ	53
3.1 Содержание продуктивной влаги в почве в течение вегетации подсолнечника	53
3.2 Содержание элементов минерального питания растений в почве под подсолнечником	59
3.2.1 Содержание нитратного азота в почве в течение вегетации подсолнечника	59
3.2.2 Содержание подвижного фосфора в почве в течение вегетации подсолнечника	63
3.2.3 Содержание обменного калия в почве в течение вегетации подсолнечника	70
4. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ И СОДЕРЖАНИЕ В НИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ	75
4.1 Влияние удобрений на формирование вегетативной массы растений подсолнечника	75
4.2 Содержание элементов питания в растениях подсолнечника	83
5. УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ МАСЛОСЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА	100
5.1 Урожайность маслосемян подсолнечника	100
5.2 Эффективность удобрений и биопрепаратов от обеспеченности почвы элементами минерального питания	106
5.3 Масличность и сбор масла в урожае подсолнечника	106
6. ВЫНОС И БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА	116

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА	134
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	139
Предложения производству	143
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	144
Приложение 1 " Погодные условия при проведении полевых опытов "	158
Приложение 2 " Содержание продуктивной влаги в почве в 2012 году, мм "	159
Приложение 3 " Содержание продуктивной влаги в почве в 2013 году, мм "	159
Приложение 4 " Содержание продуктивной влаги в почве в 2014 году, мм "	160
Приложение 5 " Динамика нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Донской 1448 "	160
Приложение 6 " Динамика нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Патриот "	161
Приложение 7 " Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., мг/кг. Гибрид Донской 1448 "	161
Приложение 8 " Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Патриот "	161
Приложение 9 " Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Донской 1448 "	162
Приложение 10 " Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Патриот "	163
Приложение 11 " Урожайность вегетативной массы подсолнечника, т/га. Гибрид Донской 1448 "	163
Приложение 12 " Урожайность вегетативной массы подсолнечника, т/га. Гибрид Патриот "	164
Приложение 13 " Урожайность вегетативной массы подсолнечника в среднем за 2012-2014 гг., т/га "	164
Приложение 14 "Акты внедрения"	165
Приложение 15 "Дисперсионный анализ данных"	169

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. Масличные культуры являются основными сельскохозяйственными культурами, обеспечивающие продовольственную безопасность страны, так как их выращивание составляет основу сельскохозяйственного производства России (В.М. Лукомец, 2012; О.И. Горянин, Т.А. Горянина, 2013).

В Российской Федерации основной масличной культурой является подсолнечник, на который относится более 85% произведенного растительного масла, что составляет 6,0 млн. т. При этом больше половины производства приходится на Южный федеральный округ (Н.Г. Малюга, 2011). Объемы производства маслосемян подсолнечника в Ростовской области достигают 22% от производимого в Российской Федерации (А.А. Устенко, А.В. Усатов, 2010). Но при этом урожайность маслосемян подсолнечника в регионе составляет только 1,3-1,5 т/га (Официальный портал правительства Ростовской области). В первую очередь это обусловлено не соблюдением элементов агротехнологии выращивания и недостатком применения минеральных и органических удобрений (Л.П. Бельтюков и др., 2017).

Объемы производства маслосемян подсолнечника в ближайшей перспективе необходимо увеличить до 1 млн. т., повысив урожайность маслосемян до 1,8 т/га (Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы).

Повышение продуктивности сельскохозяйственных культур возможно при использовании современных сортов и гибридов при условии совершенствования агротехнологий их возделывания (Д.В. Виноградов, 2011).

В настоящее время помимо применения минеральных удобрений всё более широкое распространение в практике сельскохозяйственного производства находят бактериальные препараты, применение которых повышает урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. Они увеличивают в ризо-

сфере растений фиксацию атмосферного азота, что эквивалентно применению 25-40 кг/га д.в. азотных минеральных удобрений, вырабатывают физиологически активные вещества, которые принимают участие в жизнедеятельности растений, подавляют жизнедеятельность фитопатогенных почвенных микроорганизмов, а также стрессовых реакций у культурных растений к неблагоприятным факторам окружающей среды (А.А. Завалин, 2010).

Увеличивающийся интерес к современному биологическому земледелию, в том числе и к ассоциативной азотфиксации, обусловлен результатом ряда экономических и экологических составляющих современного сельскохозяйственного производства (Д.М. Сытников, 2012).

Основным фактором повышения урожайности маслосемян подсолнечника является увеличение объемов внесения минеральных удобрений. В условиях Ростовской области с 1990 г. учеными Донского ГАУ проводились полевые опыты по совершенствованию системы удобрения подсолнечника, основанной на обеспеченности почвы элементами минерального питания и доступной почвенной влагой (Е.В. Агафонов и др., 1998; Д.А. Батаков, 2001; Ю.А. Хвостиков, 2007; В.П. Горячев, 2012; Д.А. Манашов, 2015). Но при этом для новых гибридов такой работы не проводилось. Также в условиях Нижнего Дона не определялось влияние на урожайность подсолнечника бактериальных препаратов, в составе которых находятся активные штаммы ассоциативных азотфиксаторов. При этом известно, что использование азотных минеральных удобрений под подсолнечник может отрицательно влиять на содержание масла в семенах (Е.П. Плешков, 1987).

Установление положительного эффекта от биопрепаратов, а также их применение как частичной замены азотных минеральных удобрений, может являться перспективным направлением совершенствования системы удобрения подсолнечника.

Степень разработанности темы исследований. С 2005 по 2020 годы на кафедре агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова ФГБОУ ВО

Донского госагроуниверситета проводятся полевые и лабораторные опыты по изучению эффективности применения в земледелии биологических препаратов со штаммами ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов для повышения плодородия почвы и продуктивности основных сельскохозяйственных культур в условиях Нижнего Дона: зерновое сорго – Е.В. Агафонов, С.В. Абраменко (2005), орошаемый арбуз – Е.В. Агафонов, В.С. Барыкин (2010), баклажан – Е.В. Агафонов, Б.С. Фарский (2012), просо – Е.В. Агафонов, В.В. Клыков (2013), картофель – Е.В. Агафонов, Н.П. Каменский (2015), лён масличный – И.В. Нужнов и др. (2016), кукуруза на зерно – А.А. Севостьянова (2019).

Результаты, полученные в ходе полевых опытов, показывают высокую эффективность использования биологических препаратов на полевых и овощных культурах. Но научно-обоснованные рекомендации об эффективности внедрения ассоциативных азотфиксаторов в агротехнологию выращивания гибридов подсолнечника разного срока созревания на черноземных почвах Нижнего Дона в литературе отсутствуют. Это и являлось основанием для установления возможности применения ассоциативных азотфиксаторов на посевах подсолнечника.

Цель и задачи исследований. Целью исследований являлось изучение эффективности применения минеральных удобрений и биологических препаратов со штаммами ассоциативных микроорганизмов-азотфиксаторов на гибридах подсолнечника разного срока созревания на черноземе обыкновенном Нижнего Дона.

Задачи исследований:

- изучить действие штаммов азотфиксаторов и минеральных удобрений на обеспеченность почвы нитратным азотом, подвижным фосфором и обменным калием в течение вегетации гибридов подсолнечника;
- определить изменения биометрических показателей растений под влиянием биопрепаратов и минеральных удобрений, концентрацию NPK в растениях на различных этапах органогенеза подсолнечника;

- установить влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на урожайность и качество маслосемян гибридов разного срока созревания;
- рассчитать вынос и баланс NPK при выращивании подсолнечника;
- определить экономическую и биоэнергетическую эффективность использования бактериальных препаратов и минеральных удобрений на гибридах подсолнечника разного срока созревания.

Научная новизна. На черноземе обыкновенном Нижнего Дона выявлено эффективное действие минеральных удобрений и биопрепаратов со штаммами ассоциативных микроорганизмов-азотфиксаторов на урожайность и качество маслосемян подсолнечника; установлена оптимальная доза азотно-фосфорных минеральных удобрений под гибриды подсолнечника разного срока созревания; определены активные, вирулентные и толерантные к аборигенной микрофлоре штаммы микроорганизмов с ассоциативными азотфиксаторами для предпосевной обработки семян подсолнечника; рассчитана экономическая и биоэнергетическая эффективность использования минеральных удобрений и бактериальных препаратов в системе удобрения подсолнечника.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установлены особенности питания растений гибридов подсолнечника разного срока созревания при применении минеральных удобрений и инокуляции посевного материала бактериальными препаратами с активными штаммами ассоциативных микроорганизмов-азотфиксаторов в условиях недостаточного увлажнения чернозёмных почв Нижнего Дона. Рекомендуемые дозы минеральных удобрений и штаммы биопрепаратов позволяют увеличить урожайность маслосемян подсолнечника и улучшить качество продукции с получением высоких показателей экономической и биоэнергетической эффективности.

Апробация рекомендуемых элементов системы удобрения гибридов подсолнечника разного срока созревания в хозяйствах Аксайского и Мясниковского районов Ростовской области в 2020 году повысила урожайность маслосемян

на 0,43-0,56 т/га, выход условно чистого дохода – на 4330-6250 руб./га и рентабельность производства - на 18-22%.

Объекты и предмет исследований. Объектами исследований являлись: среднеспелый гибрид подсолнечника Патриот и среднераннеспелый гибрид Донской 1448. Оригинатор: ГНУ Донская опытная станция им. Л.А. Жданова ВНИИМК Россельхозакадемии; биопрепараты, разработанные во Всероссийском институте сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИСХМ) г. Санкт-Петербург, которые содержат штаммы ассоциативных микроорганизмов-азотфиксаторов: Мизорин 7, Флавобактерин, ПГ-5 и 17-1.

Предметом исследований являлась динамика изменений содержания основных элементов минерального питания растений подсолнечника на черноземе обыкновенном Нижнего Дона, которые обуславливают формирование продуктивности гибридов подсолнечника.

Методология и методы исследования. При выполнении работы использовались научные материалы по применению минеральных удобрений и биопрепаратов в растениеводстве и агротехнологиях выращивания подсолнечника. При сборе, обработке и анализе результатов исследований применялись лабораторные и полевые методы проведения экспериментов, дисперсионный и корреляционный анализ, экономическая и биоэнергетическая оценка.

Положения, представленные на защиту:

1. Закономерности увеличения биометрических показателей растений под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов.

2. Показатели эффективности применения различных доз азотно-фосфорного и полного минерального удобрения от обеспеченности почвы подвижными формами элементов питания растений.

3. Характер изменения урожайности и качества маслосемян гибридов подсолнечника разного срока созревания под влиянием минеральных удобрений и бактериальных препаратов.

4. Целесообразность применения на гибридах подсолнечника разных сроков созревания бактериальных препаратов со штаммами ассоциативных микроорганизмов-азотфиксаторов Флавобактерин и ПГ-5.

Достоверность результатов. Полученные экспериментальные данные подтверждаются и обосновываются проведением полевых опытов, лабораторно-аналитических работ, математическим и корреляционным анализом, практическим внедрением разработанных элементов системы удобрения подсолнечника в хозяйствах Ростовской области.

Апробация работы. Полученные результаты докладывались на конференциях, проведённых в ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» (2014, 2015, 2019, 2020 гг.), в ФГБОУ ВО «Курганская ГСХА имени Т.С. Мальцева» (2020 г.).

Публикации. Данные проведенных исследований опубликованы в 10 печатных работах, пять из которых входят в перечень журналов, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Объём и структура диссертации. Диссертационная работа напечатана на 174 страницах компьютерного текста, включает 48 таблиц и 17 рисунков; состоит из введения, 7 глав, заключения, предложений производству и 19 приложений. Использованная литература включает 120 источников, из которых 12 - иностранные авторы.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Значение подсолнечника и особенности его питания

Континентом происхождения подсолнечника считается Северная Америка, где распространены его дикорастущие формы. На сегодняшний день эта культура широко возделывается во всех странах. Наибольшие площади выращивания сосредоточены в России, Аргентине, Украине, Молдавии, Румынии, Турции, Испании, США, Болгарии, Югославии, Австрии, Венгрии и Казахстане. В Российской Федерации к основным регионам выращивания подсолнечника относятся Северный Кавказ, Центрально-Черноземная зона, Поволжье и южные районы Сибири (А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизенек, 2013).

Подсолнечник входит в обширный полиморфный род *Helianthus* семейства астровые – *Asteraceae*. Культура является однолетним растением с прямым и стеблем, высота которого составляет от 0,5 до 2,6 м. Корневая система мощная стержневая, которая проникает в почву на глубину 1,5-3,5 м. Продуктивность этой культуры зависит от погодных условий и влагообеспеченности почвы в течение вегетации, содержания в почве макро и микроэлементов, нормы высева и способа основной обработки почвы (Т.П. Лифаненкова, Р.В. Бижоев, 2013).

После прорастания семян корневая система усиленно развивается. Скорость формирования корня обгоняет нарастание надземной вегетативной массы. К фазе 7-8 листьев корень может проникать на глубину до 1 метра. Полное формирование корневой системы завершается к фазе цветения. Корневая масса к фазе 7-9 листьев составляет 25-30% от общей массы растения. Но к уборке её количество снижается до 12-14% (В.В. Кидин, 2012).

При незначительной глубине промокания почвы в засушливых условиях корни подсолнечника не проникают ниже её границы, и вся масса корней оста-

ется в поверхностном слое. Это снижает его способность растения противостоять летней засухе.

Подсолнечник характеризуется как засухоустойчивая культура. Но в целом потребление воды в течение вегетации большое. На формирование 10 кг маслосемян культура потребляет 13-20 т воды, за вегетационный период общее потребление влаги составляет 4000-5200 т/га (В.К. Балов, 2006). С увеличением влагообеспеченности подсолнечника его водопотребление повышается. Но уровень водопотребления культурой зависит и от других факторов, в том числе климатических. Наибольшее значение на увеличение запасов продуктивной влаги составляет осенне-зимнее накопление. Но и выпадающие осадки в течение вегетации способствуют формированию высокой урожайности маслосемян (Д.С. Васильев, 1990).

Подсолнечник не предъявляет особых требований к типу почвы и её физико-механическим свойствам. В основных зонах распространения данной культуры практически все почвы пригодны для его возделывания (Ю.П. Буряков, 1983). Оптимальная плотность почвы для подсолнечника составляет 1,25-1,35 г/см³, а при уплотнении до 1,5 г/см³ урожайность снижается на 28%.

Культура интенсивно произрастет на всех типах почвы. Наиболее активно вегетирует и формирует высокие урожаи маслосемян на черноземах различных типов с рН 6,0-8,0 суглинситого или субпесчаного гранулометрического состава. На почвах тяжелым механическим составом, а также с признаками заболачивания, и на песчаных подсолнечник вегетирует плохо. Культура не произрастает на кислых и засоленных почвах (В.Г. Минеев, 2004; А.Х. Шеуджен и др., 2007).

Подсолнечник является культурой, неустойчивой к засолению, и снижает урожай уже при 0,1-0,4% засолении. Растения подсолнечника на разных этапах вегетации по-разному реагируют на изменение внешней среды. Выделяют следующие фазы вегетации подсолнечника: прорастание семян, появление всходов, первая и вторая пары листьев, третья и четвёртая пары листьев, пятая и

шестая, седьмая и восьмая пары листьев, бутонизация, цветение, рост и налив семян, созревание (физиологическая спелость), полное созревание (хозяйственная спелость), (Д.С. Васильев, 1983).

Подсолнечник является одной из наиболее рентабельных сельскохозяйственных культур, обеспечивающих стабильный рост экономики агропредприятий. Стоимость маслосемян этой культуры в 2-3 раза больше, чем основной продукции большинства зерновых культур при практически равных затратах на выращивание урожая (В.Б. Нарушев, Д.В. Горшенин, 2013).

Подсолнечник очень требователен к условиям минерального питания и плодородия почвы. По уровню выноса азота и фосфора превышает большинство сельскохозяйственных культур, а по выносу калия превосходит практически все культуры. Он потребляет элементы питания растений во время всего вегетационного периода. Поглощение NPK растением увеличивается в процессе формирования вегетативной массы и маслосемян.

Максимальное содержание азота в сухом веществе растений фиксируется в первой фазы развития. В дальнейшем концентрация азота уменьшается до фазы полной спелости семян подсолнечника. Снижение концентрации фосфора и калия проявляется не так сильно (Ф.И. Горбаченко, 2003). К фазе цветения культура поглощает 57% азота, 90% фосфора и 85% калия от общего количества за весь период вегетации. От фазы цветения до полной спелости, когда нарастание надземной массы завершается, потребление NPK из почвы замедляется: культура использует из почвы NPK в соотношении 3:1:6. После завершения фазы цветения формирование органического вещества идёт за счёт реутилизации ранее поглощенных элементов растениями (А.М. Кондрашёва, 2011).

Питательные элементы оказывают неодинаковое влияние на формирование вегетативной массы подсолнечника и маслосемян. Азот способствует интенсивному формированию вегетативной массы, образованию крупных растений и корзинок. Но при этом профицит азота отрицательно отражается на содержании масла в семенах.

Фосфор обеспечивает формирование мощной корневой системы, интенсивной закладке зачаточных цветков в корзинке. При высоком фосфорном питании усиливается развитие растений. Они более экономично поглощают влагу.

Подсолнечник относится к калиелюбивым культурам. Калий улучшает фотосинтез, усиливает углеводный баланс в растительном организме.

После завершения фазы цветения формирование органического вещества происходит в основном за счёт реутилизации ранее поглощенных элементов питания. В семенах к фазе полной спелости содержание азота составляет около 55% от общей массы и фосфора – до 75%. Оставшаяся часть NPK концентрируется в вегетативной массе. Содержание калия в семенах достаточно незначительное (менее 10%). Наибольшая его часть сосредоточена в надземной вегетативной массе (Д.С. Васильев, 1990).

Лучшие предшественники подсолнечника - озимая пшеница, кукуруза и однолетние травы. Плохим предшественником является сахарная свекла - урожайность при этом снижается в два раза (В.В. Кидин, С.П. Торшин, 2017).

Раньше подсолнечник считали культурой раннего срока посева. Современные высокомасличные сорта и гибриды подсолнечника с тонкой лузгой для прорастания требуют более высоких температур. При очень ранних сроках посева семена подсолнечника могут заплесневеть и потерять всхожесть. Кроме этого, всходы сильно зарастают сорняками. Поэтому подсолнечник лучше высевать через 10-15 дней после ранних яровых культур при температуре почвы 10...12⁰С (З.М. Пыщева, 1998).

1.2 Эффективность внесения минеральных удобрений под подсолнечник

Минеральные удобрения являются наиболее эффективным, но в тоже время и высокочувствительным средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому их внесение должно являться научно-

обоснованным, способствовать наибольшему поглощению растениями NPK, обеспечивать высокую рентабельность и формирование максимальной урожайности (В.Н. Багринцева, И.Н. Иващенко, 2015).

Урожайность подсолнечника представляет собой конечный итог целого комплекса морфологических, биохимических, микробиологических изменений, происходящих под влиянием корневого питания растений. Одно из наиболее важных рычагов увеличения продуктивности растений подсолнечника является оптимизация питания растений, что обеспечивается применением минеральных и органических удобрений, а также способствует формированию благоприятных условий для почвенной биоты (В.А. Кулыгин и др., 2017).

Минеральные удобрения являются эффективным средством формирования высоких урожаев подсолнечника. Но их действие напрямую зависит от биологических особенностей сорта и гибрида, содержания в почве NPK, сроков и способов применения. Во многих районах возделывания подсолнечника, особенно на черноземных и темно-каштановых почвах оптимальным является применение азотно-фосфорных удобрений с соотношением 1:1,5 или 1:1. Применение калийных удобрений обосновано на почвах с низким запасом его доступных форм, либо на легких почвах по механическому составу.

Потребление азота из почвы растениями подсолнечника зависит от его формы в почве. Нитратный азот, поглощенный растениями, в процессе первичной ассимиляции, восстанавливается до аммония, который потом входит в синтез аминокислот, белков, ферментов и других органических соединений.

Концентрация фосфора наибольшая в растениях в основном на начальном этапе вегетации вплоть до фазы бутонизация. В течение вегетации для образования маслосемян растения используют фосфор за счёт реутилизации.

По мнению И.У. Марчука И.У. и др. (2011) на формирование 1 т семян подсолнечника необходимо, кг/га : N - 58; P₂O₅ - 22; K₂O - 130.

По сведениям Донского НИИСХ (Листопадов И.Н., 1984) потребление на 1 т семян подсолнечника достигает: N - 55-68; P₂O₅ - 9-15; K₂O - 90-130 кг.

А.Х. Шеуджен, В.Т. Куркаев, Л.М. Онищенко (2007) сообщают, что вынос подсолнечником на 1 т семян составляет: азот - 54, фосфор - 25, калий - 140 кг.

По данным В.В. Кидина (2012) для формирования 1 т семян подсолнечника и такое же количество вегетативной массы поглощение NPK составляет: N - 45-65, P₂O₅ - 20-25, K₂O - 140-170, Ca - 15, Mg - 13 кг. Соответственно биологический вынос (вегетативная масса и корни) на 30-40 % больше по сравнению с хозяйственным выносом.

Дозу основного минерального удобрения определяют по фактическому содержанию подвижных форм NPK в почве и прежде всего, доступного фосфора, так как его содержание наиболее тесно коррелирует с урожайностью от количества этого элемента в почве, исходя из данных почвенной диагностики или содержания на агрохимических картограммах.

При средней градации обеспеченности почвы доступным фосфором необходимую норму удобрения целесообразно применить не осенью под вспашку, а припосевным способом весной одновременно с помощью туковысевающих сеялок. По агрохимической эффективности доза N₂₀₋₃₀P₃₀, которую внесли при севе, эквивалентна дозе N₄₀₋₆₀P₆₀, которую запахали под зябь. Но анализ экономической оценки внутрипочвенного внесения фосфорных удобрений в 1,6-2,2 раза больше. Для локального применения целесообразно использовать не туковые смеси, а комплексные минеральные удобрения с одинаковым соотношением NP. Доза минерального удобрения N₁₀₋₁₅P₁₀₋₁₅ при внутрипочвенном применении является минимальной, её нужно вносить только при дефиците удобрений.

Целесообразность послепосевного применения удобрений определяется исходя из необходимости в дополнительном применении NPK и в первую очередь микроудобрений. Применение удобрений прикорневым способом культиваторами-растениепитателями редко бывает эффективной. В первую очередь это связано с размещением удобрений далеко от корневой системы и дефицитом

почвенной влаги. Высокоэффективно в настоящее время применение удобрений некорневым способом по вегетирующим растениям подсолнечника комплексными удобрениями, в составе которых находятся макро- и микроэлементы. Оптимальным является фаза образования трёх-четырёх пар настоящих листьев, но, как правило, не позднее двенадцати листьев. Широкое применение для обработки посевов нашли удобрения акварин, кристаллон, кемир, агромастер в дозе 2-3 кг/га. Этот агрохимический прием целесообразно использовать в комплексе со средствами защиты растений для снижения пестицидной нагрузки на растения. Данный прием послепосевного внесения удобрений на подсолнечнике комплексными удобрениями целесообразно сочетать использованием микроэлементов для обработки семян перед посевом и внутрипочвенного применения при севе $N_{20-30}P_{30}$.

В полевых опытах в 2013–2015 гг. на чернозёме обыкновенном Западного Предкавказья установлено, что внесение минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{30}$ и $N_{60}P_{60}$ внутрипочвенно при севе обеспечивает формирование дополнительной прибавки урожайности на 0,15 и 0,30 т/га по сравнению с контрольным вариантом (2,77 т/га). При норме сева семян 80 тыс. шт./га получена максимальная урожайность при проведении опыта – 3,00 т/га, а при 60 и 40 тыс. шт./га достоверно меньше – на 0,12 и 0,20 т/га соответственно. При норме сева 80 тыс. шт./га отмечено максимальное содержание масла в урожае подсолнечника – 50,5 %, а при 60 и 40 тыс. шт./га существенно меньше – на 0,5 и 0,5% соответственно. Наибольшая масличность в семенах зафиксировано у сортов Мастер и Умник – 52,3 и 54,2% соответственно. Максимальное содержание масла у сортов и гибридов подсолнечника достигнуто при норме сева семян 80 тыс. шт./га без использования удобрений. Максимальный сбор масла в урожае у сортов и гибридов подсолнечника зафиксирован при норме высева семян 80 тыс. шт./га с внесением минеральных удобрений локально при севе в дозах $N_{30}P_{30}$ и $N_{60}P_{60}$. Максимальный сбор масла в урожае достигнут у сорта Умник 1,45 т/га, несколько ниже или практически на одном уровне у сорта Мастер и гибридов

Альянс Трио и Легион – 1,30–1,31 т/га, и наименьшей у сорта Бузулук – 1,24 т/га. Высокие показатели экономической эффективности получены при возделывании сорта Умник, гибридов Альянс Трио и Легион. Условно чистый доход с 1 га составляет 62-65 тыс. руб./га, а рентабельность производства 280-445% (С.Я. Солов, А.С. Бушнев, 2017).

В степной зоне Центрального Черноземья в Воронежской области в 2005-2011 гг. на гибриде подсолнечника Александра определялась эффективность применения минеральных удобрений и бентонитовой глины Журавского месторождения. Почва представлена черноземом обыкновенным. Предшественником являлась озимая пшеница. Урожайность культуры на варианте без применения удобрений достигала 1,42 т/га. Применение рекомендованной дозы минеральных удобрений повышало урожайность до 2,05 т/га или на 54,0%. Наибольшая продуктивность масла семян подсолнечника достигнута на варианте с применением 15 т/га бентонитовой глины и $N_{90}P_{60}K_{60}$ 3,10 т/га. Это на 1,80 т/га (135%) больше, чем на варианте без применения удобрений и на 1,10 т/га (54%) – вариант с применением $N_{90}P_{60}K_{60}$. Содержание масла в урожае подсолнечника на контрольном варианте достигало 46,0%, а при применении $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 49,0% (на 3,0% больше). Наибольшая масличность получена на варианте с совместным применением 15 т/га бентонитовой глины и $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 50,5%. На остальных вариантах опыта содержание масла в семенах достигало 48,0-49,1%. Это значит, что действие минеральных удобрений на показатели качества культуры больше, чем бентонитовой глины. Интегральным показателем эффекта от удобрений является сбор масла с 1 гектара. Получено, что бентонитовая глина без минеральных удобрений на содержание масла в семенах подсолнечника достоверного действия не оказывает. Максимальный сбор масла в урожае получен от применения 10 и 15 т/га бентонитов и $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 1,32-1,62 т/га. Это на 0,9-1,0 т/га превосходило опытные данные на контроле (А.Н. Цыкалов, 2016).

По данным В.В. Повстяного, С.Н. Баршадской (2007) в среднем за 1999-2006 гг. на чернозёме обыкновенном в северной зоне Краснодарского края наибольшая продуктивность подсолнечника достигнута при использовании удобрений в дозе $N_{40}P_{60}$ - 0,44 т/га или 17,2% при урожайности на контроле 2,36 т/га.

И.У. Марчук с соавторами (2011) поясняют, что на чернозёмах максимальную урожайность подсолнечника получают при использовании под подсолнечник азотно-фосфорных удобрений. Но при этом авторы считают целесообразным применять полное минеральное удобрение под подсолнечник на чернозёме обыкновенном в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$, на чернозёме южном $N_{60}P_{60}K_{40}$, а на каштановой почве - $N_{60}P_{60}$.

В литературе представлено много сведений об эффективности НРК под подсолнечник. В.В. Агеев, А.Н. Подколзин (2001) приводят сведения о том, что в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края лучшая доза минеральных удобрений $N_{30}P_{40}K_{20}$. Но при высоком наличии запасов продуктивной влаги в почве доза может быть увеличена до $N_{60}P_{60-70}K_{30-40}$. Подобные данные приводит А.Н. Есаулко (2006).

Для определения оптимальных доз минеральных удобрений проведён полевой опыт в ООО «Янтарное» Белоглинского района Краснодарского края. При внесении дозы азотно-фосфорных удобрений $N_{40}P_{60}$ урожайность маслосемян гибрида Вулкан достоверно увеличивалась на 2,8 ц/га по сравнению с вариантом без применения удобрений и достигала 2,92 ц/га. При повышении дозы в 2 раза урожайность составила 28,6 ц/га, что на 1,0 ц/га больше. Но данная прибавка меньше НСР опыта (А.В. Маковеев и др., 2016).

Согласно данных Н.Г. Малюги с соавторами (2011), на чернозёме обыкновенном с очень высокой обеспеченностью почвы обменным калием максимальные результаты получены от применения минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{60}$. Но также они считают, что систематическое исключение калия из состава

ва удобрения снижает урожайности маслосемян подсолнечника на 0,20-0,22 т/га.

По сведениям Донской опытной станции масличных культур применение N_{45} под вспашку почвы увеличивало урожайность семян подсолнечника на 1,0 ц/га при урожайности на варианте без применения 26,1 ц/га. Сбор масла в урожае маслосемян увеличился 11,5 ц/га на контроле до 20,2 ц/га при использовании N_{45} (Белевцев Д.М. и др., 1983).

По данным ученых Донского госагроуниверситета применение азотно-фосфорных удобрений под подсолнечник в дозе $N_{25}P_{25}$ в 1994-1997 гг. обеспечивало повышение урожайности по сравнению с контрольным вариантом на 0,15-0,20 т/га (Е.В. Агафонов, Л.Н. Агафонова, Г.Е. Мажуга, 1998).

По сведениям В.П. Горячева (2012) на чернозёме южном получено увеличение урожайности маслосемян подсолнечника от внесения бентонитовой глины в дозе 10 т/га совместно с минеральными удобрениями в дозах $N_{30}P_{30}$ и $N_{60}P_{60}$, которое составило по сравнению с контрольным вариантом 33,0 и 35,6% соответственно.

Результаты полевых опытов Ю.А. Хвостикова (2007), проведённые на чернозёме обыкновенном в условиях Ростовской области в 2004-2006 гг. показали, что применение азотных удобрений в дозе N_{90} обеспечивало увеличение урожайности по сравнению с контролем на 4,3 ц/га или 23,0 %. Под действием P_{90} прибавка в увеличении сбора маслосемян составила 3,8 ц/га или 21%. Полученные прибавки являются статистически достоверными. Применение азотно-калийных удобрений в дозе $N_{40}K_{40}$ повышало урожайность маслосемян на 3,5 ц/га (18,1 %), а от азотно-фосфорных в дозе $N_{90}P_{90}$ - на 5,9 ц/га (32,0%). Наибольшая прибавка урожайности 6,7 ц/га или 34,2% зафиксирована под действием полного минерального удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$.

При возделывании подсолнечника в Приазовской зоне Ростовской области наибольшая урожайность получена при обработке почвы вспашкой и применении полного минерального удобрения $N_{80}P_{80}K_{80}$, которая достигала 25,4

ц/га. Но различие по сравнению с результатами, полученными при чизельной обработке, не превысило 0,38 ц/га или 1,5 %. Средний фон удобрений подсолнечника ($N_{40}P_{40}K_{40}$) обеспечивал повышение урожайности семян при разных способах основной обработки на 7,4–11,0 %, высокий фон ($N_{80}P_{80}K_{80}$) – на 10,6–18,4 % по сравнению с контролем. Наибольшая окупаемость 1 кг удобрений прибавкой урожая получена на среднем фоне минерального питания, независимо от способа основной обработки почвы. Лучший показатель отмечен на варианте с чизелеванием – 1,86 кг дополнительной продукции на 1 кг внесённых удобрений. Соответственно при выращивании подсолнечника в Приазовской зоне Ростовской области максимальные прибавки получены при использовании вспашки на фоне применения полного минерального удобрения в дозе $N_{80}P_{80}K_{80}$. Но при условии нехватки минеральных удобрений целесообразно также их применять в дозе $N_{40}P_{40}K_{40}$, а также использование безотвальной обработки почвы на фоне $N_{80}P_{80}K_{80}$, обеспечивающих эффективное использование материальных ресурсов (В.А. Кулыгин и др., 2017).

Для получения высоких урожаев семян высокомасличных, высокоолеиновых сортов и гибридов и сортов кондитерского подсолнечника селекции ВНИИ масличных культур наиболее эффективно применять $N_{30}P_{30}$ при посеве в сочетании с некорневой подкормкой при образовании у растений 2–4 пар листьев комплексным минеральным удобрением типа Акварин 5, обеспечивающим увеличение урожайности семян до 0,25–0,30 т/га (А.Н. Назарько, 2012).

1.3 Микробиологическая фиксация атмосферного азота

В растениях содержание азота составляет 1-3%, что уступает по количеству углероду, водороду и кислороду. Но низкая урожайность многих сельскохозяйственных культур чаще всего определяется именно недостатком азота (С.И. Лебедев, 1988).

Запасы этого элемента на Земле достаточно велики. Основная его часть в почве (до 99 % общего содержания) находится в органической форме. Поэтому его содержание определяется запасами гумуса (А.Х. Шеуджен и др., 2007). При этом главным источником азота для питания растений служат соли азотной кислоты и соли аммония, которые составляют лишь около одного процента от общего запаса.

Е.Н. Мишустин и Н.И. Черепков (1982) приводят сведения о том, что за год из приземного слоя атмосферы фиксируется 180-195 млн т азота. На долю земель сельхозназначения относится 99-110 млн. т.

При этом потребление азота растениями из почвы с урожайностью сельскохозяйственных культур достигает 110 млн тонн. Соответственно до 80% азота в урожае относится к «биологическому» азоту, оставшаяся часть представлена минерализующимся органическим вещества почвы и деятельностью почвенной биоты (М.М. Умаров, 1985).

По сведениям ФАО (FAO soils, 1982) доля биологического азота в мировом масштабе сельского хозяйства существенно превосходит применение азотных минеральных удобрений.

В настоящее время Herridge David F. and all (2008), используя базу данных ФАО, установили, что важнейшими агентами фиксации азота в сельскохозяйственных системах являются симбиотические ассоциации между продовольственными и кормовыми бобовыми и ризобиальными бактериями. Среднегодовая фиксация молекулярного азота составляет $3,00 \cdot 10^6$ т для зернобобовых и $20,0 \cdot 10^6$ т для бобово-масличных. Эти показатели существенно возрастают при добавлении фиксации рисовых, сахарно-тростниковых, зерновых и масличных (небобовой) культур, а при условии учета фиксации в лесах, пастбищах составляет $60-80 \cdot 10^6$ т.

Фиксация атмосферного азота является экологически безопасным путем обеспечения растений азотом, требующих сравнительно невысоких вложений на стимулирование азотфиксаторов в почве (Б.А. Ягодин с соавт., 2003). При

этом биологическая азотфиксация – самый дешевый и безопасный способ снабжения растений азотом (Rose S., Parker M., Punja Z.K., 2003; Borkowski et al., 2004).

Основная масса азота, содержащегося в населяющих нашу планету живых организмах, своим происхождением обязана деятельности уникальной группы микроорганизмов, способных ассимилировать молекулярный азот атмосферы, восстанавливая его в NH_3 , и тем самым делать его доступным для высших растений. Процесс связывания молекулярного азота атмосферы, осуществляемый этими организмами, носит название биологической азотфиксации (В.В. Полевой, 1989).

Биологическая фиксация азота воздуха микроорганизмами – это уникальный биологический процесс, которым не обладают ни животные, ни высшие растения. Этой способностью фиксировать молекулярный азот из воздуха характеризуются как симбиотические, так и ассоциативные микроорганизмы. Процесс может протекать в почве, на поверхности корней (ассоциативная азотфиксация), внутри корней растений (в клубеньках бобовых и некоторых небобовых – симбиотическая азотфиксация), на стеблях и листьях, в пресной и морской воде, в морских отложениях (Г.С. Посыпанов, 2015). Основным сырьём (около 1,3%) при фиксации азота служат остатки органических веществ (корневые остатки и растительный опад), (Vlassak K., Reynders L., 1981; Klemedtsson L., 1987; Burris R.Y., 2003).

P.J. Dart (1986) отмечает, что источником энергии при азотфиксации совместно с растительными остатками могут выступать органические удобрения всех видов.

Применяются два подхода учетов несимбиотической азотфиксации. Согласно первого применяются данные результатов баланса азота почвы, по второму используются меченые изотопы $^{15}\text{N}_2$ (Delwiche C.C., Wihler I., 1956).

Молекулярный азот, фиксированный почвенными микроорганизмами, входит в состав глутаминовой аминокислоты, аланина и глутамина. После это-

го переходит белок. Является абсолютно безопасным и способствует увеличению плодородия почвы (Е.П. Старченков, 1987).

Доказано, что порядка 85% азота, полученного за счёт азотфиксации, концентрируется в надземной массе растения и используется в процессе жизнедеятельности растения и формирования урожайности (Е.Н. Мишустин, 1983).

По сведениям Е.Л. Туриной с соавт. (2015), биологический азот полностью экологически безопасен и является неисчерпаемым ресурсом. Помимо этого, потребление фиксированного азота в агробиоценозе достигает 100%.

Во время фиксации молекулярного азота тратится большое количество энергии. Многие авторы отмечают, что на фиксацию одной молекулы молекулярного азота затрачивается 14 молекул АТФ (Б.А. Ягодин, 1989). На 1 кг фиксированного азота в процессе симбиотической азотфиксации растения могут потратить порядка 22 кг продуктов фотосинтеза, образующихся в листьях. При этом энергия, которая тратится на симбиоз, не уменьшает урожайность бобовых культур. Она, наоборот, считается дополнительно накопленной солнечной радиацией, так как лучистая энергия солнца расходуется более интенсивно. При этом в растительном аппарате образуются органических веществ (Г.С. Посыпанов, 1983).

Поэтому изыскания исследователей направлено изучение фиксации биологического азота, который является дешевым и экологически безопасным источником этого макроэлемента для растениеводства (Б.В. Симаров, И.А. Тихонович, 1985).

При учете баланса элементов питания в земледелие, для определения поглощенных веществ на получение программируемой урожайности сельскохозяйственных культур, максимальное вовлечение биологического азота существенно увеличивает его приходную статью (В.Г. Минеев, 1990).

В настоящее время в науке и производстве усиленное внимание уделяется биологической азотфиксации ризосферными микроорганизмами. Доказано положительное влияние биопрепаратов на величину урожайности культур и

улучшение качества продукции. Показано также, что при использовании биопрепаратов происходит образование ассоциаций высших растений с ризосферными ростстимулирующими бактериями, которые выполняют, кроме фиксации молекулярного азота, целый комплекс полезных для растения-хозяина функций: блокирование фитопатогенов, стимуляция развития растений, повышение интенсивности поглощения элементов питания из почвы (И.С. Ганиева с соавт., 2012).

1.4 Эффективность использования бактериальных препаратов с ассоциативными штаммами азотфиксаторов в растениеводстве

Биологические азотфиксирующие препараты получили широкое применение в земледелии. По выводам, сделанным А.А. Завалиным, А.П. Кожемяковым (2010) в годы полевых опытов в 2006-2010 гг. в условиях Российской Федерации, установлено, что в южном регионе урожайность сельскохозяйственных культур биопрепаратов повышалась: у озимой пшеницы (флавобактерин) – на 15%; кукурузы на зерно (мобилин) – на 10,0%, (флавобактерин) – на 15,4 %; риса (мобилин) – на 15,2 %, (агрофил) – на 13,6 %.

Но перед внедрением в сельскохозяйственное производство определенный штамм бактерий, необходимо провести полевые опыты в тех или иных почвенных и погодно-климатических условиях.

На Северном Кавказе опыты по изучению азотфиксирующих бактерий были начаты еще в XX веке. В 70-х гг. XX века фиксация атмосферного азота микроорганизмами при контакте с корнями небобовых растений называется ассоциативная азотфиксация. Она представляет взаимодействие азотфиксирующих бактерий и архей с растениями без формирования клубеньков, но с положительным влиянием на онтогенез этих растительных организмов (М.М. Умаров, 2009).

В течение вегетации корни растений выделяют разнообразные экзометаболиты – аминокислоты, сахара, минеральные соли. Многие представители ризосферных микроорганизмов не только питаются за счет продуктов жизнедеятельности растения-хозяина, но и оказывают положительное влияние на его рост, развитие и продуктивность (А.М. Асатурова с соавт., 2013).

Применение ассоциативных азотфиксаторов, кроме положительного влияния на растения, способствует уменьшению использования агрохимикатов, сохранению и воспроизводству плодородия почв (М.М. Умаров с соавт., 1985). Они оказывают положительное влияние на экологическое состояние окружающей среды и экономическую эффективность сельскохозяйственного предприятия (В.Н. Лебедев, Г.А. Ураев, 2015).

По данным М.В. Базилинской (1989) изучение возможности применения биопрепаратов, улучшающих азотфиксирующую способность почв, были начаты в 20-е годы XX века.

Т.А. Калининская с соавт. (1973) доказали, что наиболее высокого уровня для почв зоны умеренного климата (Краснодарский край) ассоциативная азотфиксация достигает в рисовых чеках на лугово-болотной черноземновидной почве. В месяц фиксируется 12-29 кг/га азота.

При этом на лугово-черноземных почвах Краснодарского края у растений риса, развивающегося в условиях затопления, установили, что в течение первого года вегетации рис мог ассимилировать до 30% азота, фиксированного несимбиотическими микроорганизмами. Внесение в почву азотных удобрений заметно усиливало ассимиляцию растениями биологического азота. Основной вынос биологического азота осуществлялся рисом в течение первого года. Наблюдения за процентным содержанием ^{15}N в почве показали, что к концу второго вегетационного сезона оно стабилизировалось на уровне, составлявшем около 50% от исходного содержания, и в дальнейшем существенно не изменялось (Т.А. Калининская с соавт., 1979).

Полевыми опытами, проведенными ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии и ВНИИ сорго выявлена отзывчивость растений сорго сахарного сорта Ставропольское-36 и зерновое – сортов Жемчуг и Скороспелое 30 на предпосевную инокуляцию семян культурами азотфиксирующих бактерий. Накопление зеленой массы сахарного сорго при урожае на контроле (без инокуляции) 428 ц/га возросло на 10,6-28,1%, а зернового сорта Жемчуг – на 20,5-30,7% (контроль 312 ц/га) в зависимости от штамма бактерий. Сорт Скороспелое 30 не реагировал на инокуляцию. Концентрация азота в растениях сорго за счет усвоения атмосферного азота повысилась с 1,18 до 1,25-1,38% и общее накопление азота составило 187-235 кг/га, на контроле этот показатель составил 166 кг/га (В.К. Чеботарь, 1985).

В азотном балансе рисовых полей большое значение имеют цианобактерии. В опытах ВНИИСХ микробиологии, проведенных в Краснодарском крае цианобактерии увеличивали урожай риса в среднем на 12-45%, повышалось азотонакопление в зерне, соломе и корнях, улучшалось качество зерна (Н.А. Андреева, 1990).

И.И. Бегунов с соавт. (1996) сообщают, что в условиях Краснодарского края с целью активизации жизнедеятельности растений и роста корневой системы, улучшения азотного питания и повышения урожайности озимой пшеницы семена перед посевом необходимо обрабатывать одним из ассоциативных азотфиксаторов – агрофилом, ризоагрином или флавобактерином.

На черноземных почвах Краснодарского края обработка семенного материала озимой пшеницы ассоциативными азотфиксаторами сорта Скифянка оказало существенное влияние на урожайность и качество зерна. Применение биопрепаратов в системе удобрения озимой пшеницы с полным минеральным удобрением $N_{40}P_{80}K_{60}$, внесённым при посеве, и азотной подкормкой в дозе N_{40} по тало-мерзлой почве повышала урожайность зерна с 4,20 до 7,90 т/га. Максимально эффективно было применение биопрепаратов ризоагрин и флавобактерин. Увеличение урожайности достигало 0,72-0,80 т/га. Урожайность на этих

вариантах составила 62,2 и 53,1 ц/га, что эквивалентно уровню продуктивности применения с осени $N_{80}P_{80}K_{60} + N_{40}$ весной в подкормку. При этом действие биопрепаратов равноценно внесению N_{40} . Биопрепараты на 1,0-1,2% увеличивали в зерне содержание сырого белка и на 2,2-2,5% сырой клейковины (Т.А. Рутор, 1999).

На опытном поле отдела земледелия Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко в 1991-1993 гг. были проведены исследования по изучению эффективности применения азотфиксаторов Ризоагрин при возделывании озимой пшеницы. Обработка семян азотфиксатором на фоне внесения 40 кг/га азотных удобрений увеличивала содержание нитратного азота в корнеобитаемом слое почвы ко времени возобновления весенней вегетации озимой пшеницы на 28,6%. Применение 40 кг/га азота удобрений совместно с обработкой семян ризоагрином позволило сформировать такую же площадь листьев, как и от применения N_{80} . От обработки семян ризоагрином на фоне $N_{40}P_{60}K_{60}$ получены достоверные прибавки урожайности в 0,4-0,6 т/га. На варианте $N_{40}P_{60}K_{60} +$ ризоагрин достигнута фактически такая же урожайность, как и от внесения $N_{80}P_{60}K_{60}$. Количество белка и клейковины в зерне показало, что замена 40 кг минерального азота биологическим не снижает количество белка и клейковины в зерне (Л.В. Феденко, 2001).

В Кабардино-Балкарском НИИСХ на черноземе обыкновенном проведены исследования по изучению эффективности удобрений и биопрепаратов шт.2137, шт.2184 и мобилин под кукурузу. Посев инокулированными семенами на азотном фоне способствовал росту продуктивности кукурузы, достигшей 70-75 ц/га. На фоне фосфорного удобрения действие биопрепаратов обеспечило увеличение урожайности зерна в среднем за три года от 51 до 64-65 ц/га. На фоне азотного и фосфорного удобрения в среднем за три года продуктивность зерновой кукурузы составляла 70 ц/га. Прибавка урожая от инокуляции препаратом на основе шт.2137 составила в среднем 5 ц/га. За счет инокуляции семян в урожае зерна кукурузы дополнительно вынесено на фоне без азотного удоб-

рения в 1999 г. 24-40 кг/га, в 2000 г. – 70-75 кг/га, в 2001 г. – 19-41 кг/га (А.С. Карашаева, 2002).

На территории Краснодарского опытного лесного хозяйства проведены опыты по изучению влияния биологических препаратов флавобактерин, мизорин и азотобактер на укореняемость черенков туи западной, можжевельника казацкого, можжевельника виргинского, жимолости каприфоль, чубушника кавказского, укорененные черенки самшита и 2-х месячные сеянцы туи западной). Установлено, что азотфиксаторы большее влияние оказали на приживаемость и развитие лиственных пород (жимолость, чубушник), чем хвойных. Укореняемость черенков жимолости в среднем независимо от препарата увеличивалась на 13,9% при замачивании их в растворе биопрепарата, на 8,5% при замачивании черенков хвойных пород. Замеры длины корневой системы показали, что используемые азотфиксаторы стимулируют рост корневой системы. У хвойных пород длина главного корня в среднем увеличилась на 17,1 %, у лиственных – на 19% (жимолость) и 21,4% (чубушник). Применение бактериальных препаратов некорневым способом для обработки черенковых саженцев самшита позволила усилить биологические резервы растений, и тем самым увеличить сохранность и выживаемость растений. Приживаемость обработанных флавобактерином саженцев туи западной больше, чем на контрольном варианте на 28,2 и 8,6% соответственно через 40 и 70 дней после пересадки. Эффективность других штаммов была невысокой. Биометрические показатели сеянцев повышались при обработке флавобактерином на 13,2% (А.П. Максименко, Л.Н. Титаренко, 2002).

Сотрудниками ВНИИ риса В.Я. Ярошенко с соавт. (2002) на лугово-черноземной слабосолонцеватой тяжелосуглинистой почве проведен полевой опыт по изучению эффективности ассоциативных азотфиксаторов (ризоагрин, мизорин, флавобактерин, азотобактер) под рис. В полевых условиях наилучший эффект был получен от применения азотобактера на фоне $N_{150}P_{90}K_{60}$ – 80,3 ц/га, прибавка к контролю 13,2 ц/га или 10,8 %. Эффект от обработки семян другими

препаратами был несущественным. В производственном опыте изучали действие ризоагрина. Анализ результатов свидетельствует, что обработка семян риса биопрепаратами дала прибавку урожайности в размере 4,6 ц/га, она была получена за счет более высокого количества продуктивных стеблей на единице площади и увеличения числа выполненных зерен на метелке в результате обработки.

В полевом опыте, проведенным Кабардино-Балкарским НИИ сельского хозяйства на карбонатном черноземе, изучали эффективность минеральных удобрений и биопрепарата флавобактерина на продуктивность гибридов кукурузы, выращиваемых для получения зерна. В опыте использовали гибриды кукурузы Кавказ 412 СВ и КООС 600 СВ. Обработка посевного материала зерновой кукурузы биопрепаратом флавобактерин обеспечивало прибавку урожайности этих гибридов как на фоне минерального питания, так и без внесения минеральных удобрений. Посев обработанным посевным материалом совместно с фосфорными удобрениями увеличивал прибавку урожайности зерна кукурузы у гибрида Кавказ 412 СВ от 6 до 9 ц/га, у гибрида КООС 600 СВ – от 4 до 11 ц/га или 14-16 и 17-21% соответственно. Обработка семян кукурузы флавобактерином на фоне применения N_{70} равнозначно применению азотных удобрений в дозе 160 кг/га. Урожайность зерна кукурузы гибрида Кавказ 412 СВ в среднем за три года достигала 7,41 т/га, у гибрида КООС 600 СВ – 6,63 т/га, а при применении минеральных удобрений соответственно 6,68 и 6,10 т/га (Л.Х. Азубеков, М.А. Таов, 2002).

Полевые опыты по применению минеральных удобрений и биопрепаратов на зерновой кукурузе проведены в Кабардино-Балкарской Республике. В среднем за 3 года применение N_{60} увеличение составило 2,1 т/га или 41%. Увеличение дозы до 130 кг/га было неэффективно. Обработка биопрепаратами семян кукурузы на фоне P_{50} урожайность зерна возрастала на 1,4-1,5 т/га или на 26-28%. Но это было меньше, чем эффект от внесения N_{60} и при этом равнозначно применению азотных удобрений в дозе N_{45} . На фоне азотно-фосфорных удоб-

рений в дозе $N_{60}P_{60}$ существенное увеличение урожайности зафиксировано только от биопрепарата, содержащего *Pseudomonas um. 2137* (А.А. Завалин с соавт., 2004).

М.С. Сидакова (2005) сообщает, что на черноземе обыкновенном биологические препараты (ризоагрин, флавобактерин и экстрасол 55) повышают продуктивность зерна ячменя эквивалентно применению N_{30} . На азотном фоне с применением 30 кг/га азотных удобрений д.в. более высокая эффективность биопрепаратов зафиксировано на фоне высокой влагообеспеченности почвы. Наибольшее влияние на урожайность культуры обеспечило использование Флавобактерина. Применяемые биологические препараты по сравнению с обычными азотными удобрениями увеличивали выход зерна и снижали урожайность соломы. Они также оказывают влияние на содержание протеина. Содержание белка на этих вариантах соответствует показателям, сопоставимым с уровнем пивоваренного ячменя. При совместном применении N_{30} и биологических препаратов эффект сопоставим с применением 60 кг/га азотных удобрений на увеличение урожайности зерна ячменя с содержанием белка больше 12,5%. Применение биопрепаратов для обработки семян способствует увеличению использованию растениями элементов питания из удобрений и, прежде всего, азота.

На территории АО «Ногир» (лесостепная зона РСО-Алания) на выщелоченном черноземе проведены испытания ассоциативных биопрепаратов и минеральных удобрений на озимой пшенице. Наиболее эффективными оказались варианты с внесением азота (45 кг/га) и обработкой перспективным штаммом В-335 селекции ВНИИСХМ, обеспечившие прибавку урожая соответственно 10,8-6,8 и 9,5-6,9 ц/га. Промышленные биопрепараты Ризоагрин и Флавобактерин были неэффективны, дав прибавку на уровне и ниже ошибки опыта (А.Р. Пухаев с соавт., 2009).

А.Ю. Москвичев с соавт. (2009) сообщают, что в Астраханской области на светло-каштановых и бурых почвах внедрение в технологию возделывания

картофеля азотфиксирующего биопрепарата мизорин увеличивает урожайность на 2,72 т/га.

В 2003-2005 гг. на территории АО им. Советской Армии в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской Республики выполнены полевые опыты по применению минеральных удобрений и биопрепарата Флавобактерин под кукурузу гибридов Камилла СВ и Кавказ 575 МВ. Доказано, что сев обработанными семенами биопрепаратом с одновременным применением фосфорных удобрений способствовал повышению сбора зерна кукурузы каждого изучаемого гибрида. Увеличение урожайности гибрида Камилла СВ составляли от 4,5 до 9 ц/га, у гибрида Кавказ 575 МВ от 6 до 11 ц/га. Обработка посевного материала флавобактерином на фоне азотных удобрений в дозе N_{30} сопоставимо по действию азотным удобрениям в дозе N_{120} . На этих вариантах урожайность зерновой кукурузы гибрида Камилла СВ составила 8,30 т/га, у гибрида Кавказ 575 МВ 9,52 т/га, а при применении минеральных удобрений только 7,60 и 9,10 т/га. Использование биопрепарата, минеральных удобрений и их совместное применение увеличивает сбор зерна, прежде всего, за счёт таких элементов структуры урожайности как выход зерна с одного растения. Существенно меньше увеличивается количество зёрен в початке (М.Х. Кодзокова, 2009).

На опытном поле ВНИИЗК им. И.Г. Калининко Зерноградского района Ростовской области на черноземе обыкновенном тяжелосуглинистом проведены полевые исследования по применению биопрепаратов под сельскохозяйственные культуры. Для исследований были взяты: ассоциативные ризобактерии (Мизорин шт. 7, Азоризин шт.6 и шт. 8, Ризоагрин шт. 204, Флавобактерин шт. 30 и *Pseudomonas sp.* шт. 25-5). Использовали следующие сорта растений: кукуруза – «Зерноградский 282 МВ», «Зерноградский 330 МВ»; яровая пшеница – «Харьковская-23». Установлено, что на кукурузе наибольший эффект дает совместное применение Азоризина с Микроэмолем, прибавка здесь достигала 31% к контролю. Наибольшие прибавки урожайности яровой пшеницы получены при использовании биопрепаратов Флавобактерин, Мизорин и штамм 25-5,

прибавки к контролю варьировали в зависимости от штамма от 20,7-21,5%. При этом применение вермикулита в качестве носителя обеспечивает более высокую эффективность биопрепаратов симбиотических и ассоциативных ризобактерий (Ю.В. Лактионов, 2010).

В Кабардино-Балкарском НИИСХ в опыте с зерновой кукурузой гибрида Кавказ 412 СВ по использованию азотфиксирующих биологических препаратов (Мобилин, Флавобактерин, Азоспирилл штаммов 6 и 8), доказано, что использование для инокуляции семян биопрепаратов достоверно увеличивало урожайность зерна кукурузы, при этом эффективность штаммов 6 и 8 превосходила эффективность других испытываемых биопрепаратов, а штамм 8 более эффективен по влиянию на урожайность по сравнению со штаммом 6 (А.А. Завалин с соав., 2008; Л.Х. Азубеков, З.М. Темботов, 2012).

Исследованиями, проведенными ВНИИЗК г. Зерноград, установлено стимулирующее действие на растения сорго зерновое микробиологических препаратов Мизорин и Флавобактерин. Отмечалось возрастание сохранности растений к уборке, увеличение массы зерна с метелки, масса 1000 семян. Под влиянием биопрепаратов существенно изменялись элементы структуры урожая гибрида кукурузы: количество початков на растении, масса початка, масса зерна с початка, масса 1000 семян (Г.В. Метлина, 2012).

Станцией агрохимической службы «Северо-Осетинская» совместно с отделом ландшафтного земледелия Северо-Кавказского НИИ горного и предгорного сельского хозяйства (СКНИИГПСХ) в 2009-2010 гг. проведены исследования по влиянию биопрепаратов и микроудобрений на пищевой режим почвы, урожай озимой пшеницы и её структуру. Установлено положительное влияние биопрепарата Экстрасол и микроудобрения Кристалон на урожайность и показатели качества зерна озимой пшеницы (К.Е. Сокаев, А.А. Шалыгина, 2012).

В 2009-2012 гг. на экспериментальных полях Ставропольского НИИ сельского хозяйства были заложены опыты по изучению действия на озимую пшеницу бактериальных препаратов Азовит и Фосфотовит. Установлено, что био-

препараты, внесенные под озимую пшеницу по чистому пару в фазу кущение в дозе 0,4 л/га совместно с N₃₀, способствовали наибольшему увеличению урожая зерна с одновременным улучшением его качества. Урожайность на этом варианте опыта составила 46,2 ц/га, что на 2,8 ц/га выше, чем на контроле. Содержание сырой клейковины в зерне повысилось на 1,6% по сравнению с контролем (О.В. Семенюк с соавт., 2014).

С 1998 по 2011 гг. НИИ биологии ЮФУ на территории Ростовской области проводились опыты по применению биологических активизаторов почвенного плодородия Весна, Белогор и Ризоторфин. Установлено, что использование биологических активизаторов почвенного плодородия под сельскохозяйственными культурами на богаре и в закрытом грунте с цветочными культурами и многолетними травами влияет на состав и структуру микроартропод, активизирует микробиологические процессы в почве агроценозов. Биологические активизаторы способствуют улучшению условий питания растений (увеличению количества нитратов и подвижного фосфора и калия) и повышению продуктивности сельскохозяйственных культур (Е. Симонович, Е. Шиманская, 2015).

Исследования по изучению проблемы азотфиксации в Донском ГАУ (тогда ДСХИ) начаты еще в конце 60-х годов XX века. Первые опыты проведены В.Г. Бобышевым. Он провел исследования по изучению активности различных групп бактерий, находящихся в почве, в том числе азотобактера. Также было доказано, что азотобактер представлен одним видом *Azotobacter chroococcum* и выявлялся только в пахотном слое североприазовского чернозема. На других типах почв он отсутствовал. Между азотнобиологическими показателями плодородия почвы и урожаем яровых культур: пшеницы, ячменя, проса, овса, кукурузы, сорго и подсолнечника выявлена сильная положительная корреляция в условиях черноземов и каштановой почвы Ростовской области (В.Г. Бобышев, 1970).

В середине 90-х годов XX века в Донском ГАУ начаты исследования по изучению эффективности современных биопрепаратов, содержащих ассоциативные азотфиксаторы.

На опытном поле ДонГАУ изучена отзывчивость различных сортов сахарного сорго на инокуляцию препаратами ассоциативных азотфиксаторов Мизорин и Азоспирилла, рекомендованных ВНИИСХ микробиологии. Доказано, что при инокуляции семян сорго ассоциативными азотфиксаторами наиболее отзывчивым оказался сорт Сахарное 35 – прибавка достигла $1,8 \text{ кг/м}^2$ (189 % к контролю) при инокуляции Мизорином и $2,52 \text{ кг/м}^2$ (225 %) при инокуляции Азоспириллой. Два сорта (Зерноградский янтарь и Сахарное 17) показали нейтральную реакцию на инокуляцию семян (С.А. Коляда, В.Б. Пойда, 1998).

Опыты по применению минеральных и бактериальных удобрений под зерновое сорго проведены в Донском сортоиспытательном центре ДГАУ. Почва – чернозем обыкновенный. Высевался сорт Хазине-74. На контроле урожайность составила 2,84 т/га. Величина урожайности сорго в вариантах с применением бактериальных удобрений в чистом виде значительно отличалась от контроля. Примерно одинаковые результаты были отмечены при внесении бактериальных удобрений штаммов Азоризин 6 – 4,34 т/га, Ризоагрин 204 – 4,15 т/га, Мизорин 7 – 4,32 т/га. Штаммы Б-1 и Азоризин 8 оказали меньшее влияние на урожайность сорго. Максимальная прибавка урожая получена от совместного применения минеральных удобрений и Азоризина 6 – 1,02 т/га (Е.В. Агафонов, С.В. Абраменко, 2005).

В полевых опытах с баклажаном установлено, что применение ассоциативных азотфиксаторов Б-6 и Б-8 в комплексе с минеральными удобрениями вызывает изменение урожайности эквивалентное действию N_{30-60} . Биопрепараты, используемые фоне полного минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{60}K_{60}$, обеспечивали получение урожайности близкой к урожайности на варианте $N_{90}P_{60}K_{60}$, т.е. компенсировали эффект от дозы минерального азота около 60 кг/га д.в. Применение ассоциативных азотфиксаторов на фоне $N_{60}P_{120}K_{120}$ спо-

способствовало получению эффекта занимающего промежуточное положение между действием N_{90} и N_{120} (Е.В. Агафонов с соавт., 2002).

В 2001-2003 гг. исследования с баклажаном проведены в совхозе «Бакланниковский» Семикаракорского района Ростовской области. Почва – чернозем обыкновенный. Существенное влияние на урожайность достигнуто от использования биопрепаратов на фоне минеральных удобрений. Внесение $N_{30}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{120}K_{120}$ более эффективно с применением штамма Б-8, при увеличении дозы $N_{60}P_{120}K_{60}$ – Б-6. При этом биопрепараты со штаммом Б-8 в сочетании с $N_{60}P_{120}K_{120}$ и $N_{60}P_{120}K_{60}$ способствовало повышению семенной продукции в плодах баклажана до 220 кг/га. Анализ экономической эффективности показал, что применение бактерий понижало себестоимость продукции и увеличивало уровень рентабельности (Б.С. Фарский, 2004).

В опытах на черноземе обыкновенном с сортом баклажана Алмаз установлено, что использование биопрепаратов с активными штаммами ассоциативных азотфиксаторов Б-6 и Б-8 для обработки корневых систем рассады баклажан обеспечивало существенный рост и формирование растений, а также увеличению урожайности баклажана и выхода семенной продукции. Наиболее высокие результаты получены от применения штамма Б-8. При его использовании на фоне полного минерального удобрения в дозах $N_{60}P_{120}K_{60}$ и $N_{60}P_{120}K_{120}$ способствовало достижению практически эквивалентной по объему продукции, как и от применения 120 кг/га д.в. азотных удобрений. Эффект от штамма Б-8 был равнозначен дозе азотных удобрений 67 кг/га, Б-6 – 38 кг/га. Использование биопрепаратов на фоне полного минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{60}K_{60}$ обеспечивало повышение урожайности семенной продукции на 16-25 кг/га (Е.В. Агафонов с соавт., 2006).

Исследования проводились в ОАО «Бакланниковское» Семикаракорского района Ростовской области на черноземе обыкновенном. Установлено, что внесение ассоциативных азотфиксаторов со штаммом Азоризина-8 под арбуз, выращиваемый на орошении, увеличивало урожайность на 11%, Агрофила – на

9%. Совместное действие бактериальных препаратов на фоне полного минерального удобрения превосходит действия каждого отдельного агрохимического приема. Наибольшее влияние на урожайность культуры достигнуто на варианте А-8 + N₈₀P₁₆₀K₁₆₀. Прибавка к контрольному варианту составила 22,1 т/га или 58%. Наиболее эффективно действие штамма Агрофил на фоне полного минерального удобрения в дозе N₈₀P₁₆₀K₁₆₀. Прибавка составила 42%, при этом на контрольном варианте она составила 39,2 т/га.

Использование биопрепарата Азоризин под арбуз, выращиваемый на орошении, равноценно применению азотных удобрений в дозе N₄₀, Агрофила – N₃₀. Совместное применение азотных удобрений с бактериальными препаратами увеличивает долю Азоризина в увеличении прибавки урожайности до 37-40%, Агрофила – 30-39%. При этом совместное действие биопрепаратов и минеральных удобрений суммарный эффект действия каждого из них превышает действие по отдельности в 1,5 раза. Это позволяет сэкономить азотные удобрения при применении Азоризина в дозе 60 кг/га, а Агрофила – 45 кг/га (В.С. Барыкин, 2009).

Опытным путем установлено, что совместное действие Азоризина 8 и полного минерального удобрения N₈₀P₁₂₀K₁₂₀ 39,0% их общего действия на урожайность арбуза составляет эффект от биопрепарата, а 62,0% приходится на минеральное удобрение. Часть, которая приходится на Агрофил, при совместном использовании с полным минеральным удобрением достигает 32,0%.

В лучших сочетаниях биопрепаратов с полным минеральным удобрением происходит повышение урожайности арбуза на 22 и 16 т/га составная часть действия бактериальных препаратов была меньше, чем при использовании минеральных удобрений N₈₀P₁₂₀K₁₂₀ – 36,5 % при применении Азоризина-8 и 29,0% - Агрофила. При этом составляющая часть действия минеральных удобрений была больше, чем ассоциативных азотфиксаторов (Е.В. Агафонов с соавт., 2010).

В среднем за три года наибольшую урожайность арбуза зафиксировано от

использования биологического препарата Азоризин с полным минеральным удобрением в дозе $N_{80}P_{160}K_{160}$. Прибавка достигала 61,2 т/га или 58,0%, больше, чем на контрольном варианте. Увеличение урожайности на оптимальных вариантах с НРК каждый год достигало 9-11 т/га и в среднем достигало 26,0%. Таким образом, совместное применение биопрепаратов и минеральных удобрений способствует существенному росту урожайности. При этом экономия азотных удобрений составляет 40 кг/га минерального азота. Расчеты показывают, что при повышении урожайности арбуза на 10 т/га выносилось дополнительно 33 кг азота, то есть это позволяет сэкономить 73 кг/га действующего вещества азотных удобрений.

При этом, благодаря равномерному поглощению азота растениями арбуза в вариантах с ассоциативными азотфиксаторами в ягодах арбуза концентрация нитратов была существенно меньше предельно допустимой концентрации (Е.В. Агафонов с соавт., 2010).

Использование минеральных удобрений при выращивании арбуза повышает показатели экономической эффективности, особенно от действия дозы полного минерального удобрения $N_{120}P_{160}K_{160}$. Несколько меньше показатели при применении дозы $N_{120}P_{120}K_{120}$. Оптимальные показатели экономической эффективности получены от совместного действия биопрепарата Азоризин с полным минеральным удобрением в дозе $N_{80}P_{160}K_{160}$: уровень рентабельности увеличился с 125 (на контрольном варианте) до 183%, а себестоимость уменьшилась на 385 руб./т. Высокоэффективно также его совместное использование с дозой $N_{80}P_{120}K_{120}$. Влияние Агрофила на урожайность несколько меньше, но в сочетании с $N_{80}P_{160}K_{160}$ рентабельность производства возрастала до 165% (Е.В. Агафонов с соавт., 2010).

На опытах с просом, проведенных в Каменском районе Ростовской области на черноземе южном, установлено, что обработка посевного материала биопрепаратом Азоризин-6 во все годы полевых опытов обеспечивало существенное повышение урожайности зерна на 13,1%. Эффективность биопрепара-

тов (Азоризин-8 и штамм 17-1) была меньше. Совместное действие обработки посевного материала биопрепаратами на фоне припосевного применения $N_{40}P_{40}$ было неэффективно. Оптимальные экономические показатели достигнуты при обработке семян посевного материала биопрепаратом Азоризин-6, рентабельность по сравнению с контрольным вариантом повысилась на 21%, а при применении Азоризина-8 – на 16% (В.В. Клыков, 2013).

Использование 80 кг аммофоса при посеве ($N_{10}P_{40}$) увеличивало условно чистый доход на 4440 руб./га, рентабельность достигала 71%. Но при этом она меньше, чем на контроле. Применение аммиачной селитры (N_{40}) в составе туковой смеси приводило к еще большему снижению экономических показателей. Применение биопрепаратов является экономически более выгодным. Максимальные показатели получены на варианте с обработкой посевного материала биопрепаратом Азоризин 6. Условно чистый доход по сравнению с контролем увеличился на 830 руб./га, себестоимость 1 кг зерна снизилась на 0,09 руб., а рентабельность повысилась на 9% (Е.В. Агафонов, В.В. Клыков, 2013).

В 2011-2013 гг. в Азовском районе Ростовской области на черноземе обыкновенном проведены испытания по использованию минеральных удобрений и биопрепаратов под кукурузу на зерно. Доказано, что биопрепараты без применения минеральных удобрений обеспечивали увеличение урожайности зерна до 4,40 т/га (17-1) и 4,15 т/га (Азоризин-8). Увеличение урожайности к контрольному варианту достигало соответственно 0,41 и 0,24 т/га. Эффект от совместного действия биопрепаратов и минеральных был существенно больше по влиянию на урожайность. Оптимальным было применение штамма 17-1. На этом варианте получена максимальная урожайность, которая достигала 5,54 т/га, что выше контроля на 43,2%. Влияние Азоризина-8 более умеренное. Видимо, бактерии штамма 17-1 лучше переносят неблагоприятные погодноклиматические условия летнего периода, а также повышенное содержание минерального азота в почве, в результате они фиксируют больше атмосферного

азота, который плодотворно используют растения (А.А. Бельгин, С.А. Гужвин, 2012).

Применение биопрепаратов на естественном фоне плодородия положительно сказалось на росте, развитии и урожайности кукурузы. Прибавка урожайности зерна на варианте со штаммом 17-1 была достоверной в оба года исследований. В среднем за два года по сравнению с контролем урожайность увеличилась на 9,0 %. Использование биопрепарата со штаммом микроорганизмов Азоризин-8 вызвало лишь тенденцию повышения урожайности – 6,0%. Эффект от биопрепаратов на фоне $N_{40}P_{50}$ был сходным с действием азотной подкормки, проведенной в фазу 8 листьев в дозе N_{40} .

При содержании в почве большого количества минерального азота урожайность зерна кукурузы от применения обоих препаратов изменялась несущественно. Хотя здесь получена максимальная в опыте урожайность – 5,55 т/га (вариант $N_{40}P_{50} + N_{40} +$ штамм 17-1), (Е.В. Агафонов с соавт., 2013).

Анализ экономических показателей использования минеральных удобрений и биопрепаратов под кукурузу показал, что наименьший уровень рентабельности получен в контрольном варианте – 181,4 %. Применение удобрений улучшало экономические показатели. На варианте с применением $N_{40}P_{50}$ себестоимость составила 2348 руб./т, а уровень рентабельности 198,1%. Азотная подкормка снижала эти показатели.

Из испытываемых штаммов ассоциативных азотфиксаторов более эффективным оказался штамм 17-1. Здесь уровень рентабельности составил 195,3%, что несколько меньше, чем в варианте $N_{40}P_{50}$. При внесении бактериального препарата совместно с $N_{40}P_{50}$ рентабельность несколько снизилась. Это, видимо, можно объяснить диспаритетом цен на промышленную и сельскохозяйственную продукцию. В последнее время произошло резкое увеличение цен на минеральные удобрения.

Эффект от штамма Азоризин меньший, причем вариант Азоризин – 8 + $N_{40}P_{50} + N_{40}$ дал уровень рентабельности ниже контроля, но в сочетании с $N_{40}P_{50}$

это бактериальное удобрение позволило получить уровень рентабельности – 185,3 %, что на 3,9 % больше, чем на контроле (Е.В. Агафонов с соавт., 2013).

На опытном поле Донского ГАУ в 2015 году было исследовано применение возможность применения минеральных удобрений и биопрепаратов под кукурузу на силос и зерно. Урожайность кукурузы на силос на контроле составила 25,8 т/га. Можно констатировать существенное увеличение урожайности достигнуто от всех изучаемых биологических препаратов, наибольший от использования Мизорина и 2П-9, где прибавка к контролю составила 24,4 и 26,7%. Сочетание применения минеральных и бактериальных препаратов существенно отразилось на урожайности. Наибольшая урожайность достигнута на варианте с Мизорином в сочетании с $N_{30}P_{40}$, которая составила 36,9 т/га и 2П-9 + $N_{30}P_{40}$ – урожайность 36,7 т/га.

Действие бактериальных препаратов на урожайность зерна проявилась еще больше, чем при уборке кукурузы на силос. Наибольшая урожайность достигнута на варианте 2П-9 (5,31 т/га). При совместном использовании с $N_{30}P_{40}$ уровень урожайности не изменялся. Применение минеральных удобрений в сочетании со всеми биопрепаратами вызывало слабое повышение урожайности. Тем не менее самый большой эффект был получен на варианте Мизорин + $N_{30}P_{40}$ - 5,28 т/га и 2П-9+ $N_{30}P_{40}$ - 5,36 т/га (А.А. Севостьянова, 2015).

При возделывании кукурузы установлено, что применение ассоциативных азотфиксаторов на естественном фоне плодородия вызвало положительный эффект. Наибольшая урожайность достигнута на варианте 2П-9 (5,31 т/га). Сочетание с $N_{30}P_{40}$ было неэффективно. Эффективность препаратов 204 и 2П-7 была ниже, а применение Мизорина и КЛ-10 слабо изменило урожайность по сравнению с контролем. Существенное повышение урожайности обеспечило сочетание Мизорина с $N_{30}P_{40}$ – на 50,4 %. Тем не менее, самый большой эффект был получен на варианте 2П-9 (А.А. Севостьянова, 2016).

Полевыми опытами, проведенными на черноземе обыкновенном в 2010-2012 гг. в хозяйстве ИП «Каменская» Усть-Донецкого района Ростовской обла-

сти при возделывании картофеля на орошении, доказано, что совместное использование минеральных удобрений и биопрепаратов обеспечивало увеличение урожайности картофеля. Но при этом их эффективность достоверно отличалась. Использование полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ увеличивало прибавку урожайности на 1,30 т/га или на 9,7%. Увеличение дозы фосфора до 90 кг/га не способствовало увеличению урожайности. Применение биопрепарата Флавобактерин одновременно с посадкой клубней повышало урожайность на 6,0%. Но данная прибавка является математически недостоверной. Влияние штамма 18-5 на урожайность клубней проявляется более выражено, чем действие полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Совместное применение биопрепарата Флавобактерин 30 в сочетании с $N_{60}P_{60}K_{60}$ несущественно повышало действие минеральных удобрений. Только лишь на 2,5%. Максимальный эффект достигнут от сочетания NPK с препаратом 18-5, урожайность картофеля повысилась на 23%. Данная прибавка достоверно больше увеличения урожайности от действия каждого из этих компонентов, но отдельно. Вероятно, бактерии штамма 18-5 увеличивают поглощение азота растениями картофеля во время вегетации. При этом увеличивается поглощение NPK из удобрений и почвы. Создаваемая концентрация почвенного раствора под влиянием дозы полного минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ не способствует угнетению почвенной биоты (Е.В. Агафонов с соавт., 2013; Е.В. Агафонов, Н.В. Каменский, 2015).

В 2015 году в Веселовском районе на черноземе обыкновенном мицелияно-карбонатном проведен опыт по совместному применению минеральных удобрений и биологических препаратов под яровой ячмень. Среди применяемых штаммов микроорганизмов наиболее эффективно применение Флавобактерина. На естественном фоне плодородия урожайность от применения инокуляции этим штаммом составила 1,94 т/га, прибавка к контролю достигала 0,17 т/га. Наибольший эффект получен на варианте $N_{40}P_{60}K_{30} + N_{30} + \text{Флавобактерин}$

– 2,36 т/га, прибавка к контролю – 0,59 т/га. Применение ризоагрина оказалось неэффективно (С.А. Гужвин с соавт., 2016).

Полевые испытания по действию минеральных удобрений и биопрепаратов под лён масличный проведены в 2015 г. в ООО «Березовка» Белокалитвенского района Ростовской области. Установлено, что на вариантах с применением бактериальных препаратов наибольший эффект получен от применения Агрофила. Увеличение урожайности достигало по сравнению с контрольным вариантом 0,30 т/га или 31,2%. Эффект от действия биопрепарата на льне масличного равноценно влиянию минеральных удобрений, которые внесли вразброс под сплошную культивацию в дозе $N_{30}P_{30}$. Совместное действие биопрепаратов с припосевным применением удобрений не обеспечивало увеличение урожайности льна масличного по сравнению с уровнем урожайности на варианте с $N_{30}P_{30}$ (И.В. Нужнов, 2016).

Из всех изучаемых в полевых опытах штаммов азотфиксирующих бактериальных препаратов на почвах Ростовской области максимальный эффект достигнут от применения в опытах с арбузом – штамма Азоризин-8, проса – штамма Азоризин-6, сои – штамма 626а и картофеля – штамма 18-5. Наибольший прирост урожайности при выращивании арбуза и картофеля достигнут при совместном использовании минеральных и бактериальных удобрений. По сравнению с контролем она увеличивалась на 22,9-56,7 %. Это позволяет уменьшить применение минеральных азотных удобрений на 25-55 кг/га, и уменьшить их негативное влияние на окружающую среду. Оптимальная сочетания минеральных удобрений и биопрепаратов: для арбуза - Азоризин-8 + $N_{60-80}P_{120-160}K_{120-160}$; картофеля – штамм 18-5 + $N_{30}P_{60}K_{60}$; проса – $N_{80}P_{80}K_{40}$ или Азоризин-6 (Е.В. Агафонов с соавт., 2012).

Анализ литературных источников показывает широкое применение различных биопрепаратов на сельскохозяйственных культурах. Но данные о применении биопрепаратов на гибридах подсолнечника разного срока созревания в условиях Нижнего Дона отсутствуют.

2 МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвы

Почвы района проведения полевых опытов - чернозём обыкновенный – мицелярно-карбонатный (североприазовский), согласно классификации 1977 года. Преобладающая часть почвы сформирована на лессовидных и желто-бурых глинах, в связи с чем они имеют глинистый гранулометрический состав.

Мощность гумусного горизонта А+В черноземов обыкновенных колеблется от 70 до 90 см (Е.В. Агафонов, Е.В. Полуэктов, 1995). Для этого типа почв характерно равномерное и постепенное падение содержания гумуса вниз по профилю при его количестве в пахотном слое 3,0-4,0%, рН – 8,2-8,3; сумма поглощенных оснований – 39-42 мг-экв./100 г почвы. Обменный кальций в верхнем полуметровом слое составляет свыше 80% от суммы $Ca^{2+} + Mg^{2+}$. Содержание общего азота на опытных участках составило 0,24-0,25%, сухой остаток - 0,111-0,118%. Общих форм фосфора 0,18-0,19%, калия 2,03-2,04%, содержание карбонатов 3,36-3,77%.

Карбонаты в верхних горизонтах предоставлены налетами, паутинками, жилками, напоминающими мицелий грибов, поэтому разновидности обыкновенных черноземов, содержащие карбонаты в таком виде, носят название мицелярно-карбонатных (О.С. Безуглова, 2011).

Однако, несмотря на довольно значительные валовые запасы азота, содержание его усвояемых форм подвержено сезонным колебаниям и зависит от интенсивности микробиологических процессов в почве. При хорошем увлажнении и холодной весне, когда нитрификационные процессы подавлены, в первом минимуме для растений находится азот. Содержание подвижной фосфорной кислоты в пахотном слое этих почв находятся в пределах 11-16 мг/кг поч-

вы, что соответствует низкой обеспеченности. Обменного калия в пахотном слое содержится от 300 до 390 мг/кг почвы, что соответствует средней и повышенной обеспеченности потребности культур.

Физические свойства почвы в условиях интенсивного использования (пашня) отличается динамичностью. Физические свойства почвы опытного участка благоприятны: высокие порозность в верхней части профиля и водопроницаемость, низкая плотность сложения - в слое 0-40 1,18-1,22 г/см³, в слое 60-100 см - до 1,30-1,38 г/см³.

2.2 Климат и погодные условия в зоне проведения полевых опытов

Ростовская область входит в южную часть европейской территории России, в умеренных широтах северного полушария, для её территории характерен умеренно-континентальный тип климата. Регион имеет достаточно большую протяженность с севера на юг и с запада на восток, поэтому климатические условия разных районов области несколько отличаются друг от друга.

Рельеф Ростовской области равнинный, небольшие возвышенности простираются субширотно и серьезного влияния на климат региона не оказывают.

Более распространенными в Ростовской области являются воздушные массы умеренных широт, приносимые циклонами с Атлантического океана и антициклонами из Сибири, но положение области близко к границе умеренного и субтропического климатических поясов способствует частому проникновению тропических воздушных масс - морских со Средиземноморья, континентальных из Средней Азии, Ирана, Аравии. Арктические воздушные массы приносят резкое похолодание зимой, поздне-весенние и ранне-осенние заморозки, а летом - засуху и зной.

Аксацкий район Ростовской области расположен в зоне умеренного климата. Самый жаркий месяц – июль со среднемесячной температурой +22,5°C, самый холодный – январь с температурой - 4, - 6°C. Максимальное ко-

личество осадков выпадает в декабре – в среднем до 77 мм, минимальное – в октябре, до 33 мм. В среднем 91 день в году – дождливый, 32 дня – снежные. Влажность воздуха на территории района в среднем держится на отметке 72%. Максимальная высота снежного покрова бывает в марте – до 69 см.

В 2011-2012 гг. выпадение осадков было меньше среднемноголетней нормы на 15 мм и составило 468 мм. Среднегодовая температура воздуха превысила норму на 1,0⁰С. В осенние месяцы 2011 г. отмечено обильное выпадение осадков. Их количество превысило среднемноголетние нормы на 49 мм. В зимние и весенние месяцы выпадение осадков практически соответствовало среднемноголетним нормам.

В летние месяцы 2012 года отмечен существенный недостаток осадков. Их выпадение было меньше нормы в два раза. Наибольший дефицит осадков отмечен в июле и августе месяце, то есть во второй половине вегетации подсолнечника. Среднемесячные температуры воздуха в эти месяцы были на 2,1 и 1,7⁰С больше нормы. Таким образом, налив и созревание семян подсолнечника проходило в условиях низкой влагообеспеченности почвы и преобладания высоких температур воздуха.

В 2012-2013 с.-х. году осадков выпало на 11 мм больше нормы. Но среднегодовая температура воздуха была существенно выше нормы – на 3,7⁰С. В осенние месяцы отмечен существенный недостаток осадков. Их количество было меньше нормы на 34 мм. В зимние месяцы, наоборот, зафиксировано обильное выпадение осадков с превышением среднемесячных норм на 48 мм. В весенние месяцы осадков выпало на 19 мм меньше нормы. Особенно острый дефицит отмечен в апреле и мае месяце – лишь 8 и 20 мм. Летние месяцы характеризовались достаточным обильным увлажнением, особенно в августе месяце, когда выпадение осадков превысило норму в 2,4 раза. Это благоприятно отразилось на наливе и созревании семян и в, конечном итоге, на урожайности культуры.

Погодные условия 2013-2014 с.-х. года складывались следующим образом. За осенне-зимний период выпало 355 мм осадков, что на 132 мм больше среднемноголетней нормы.

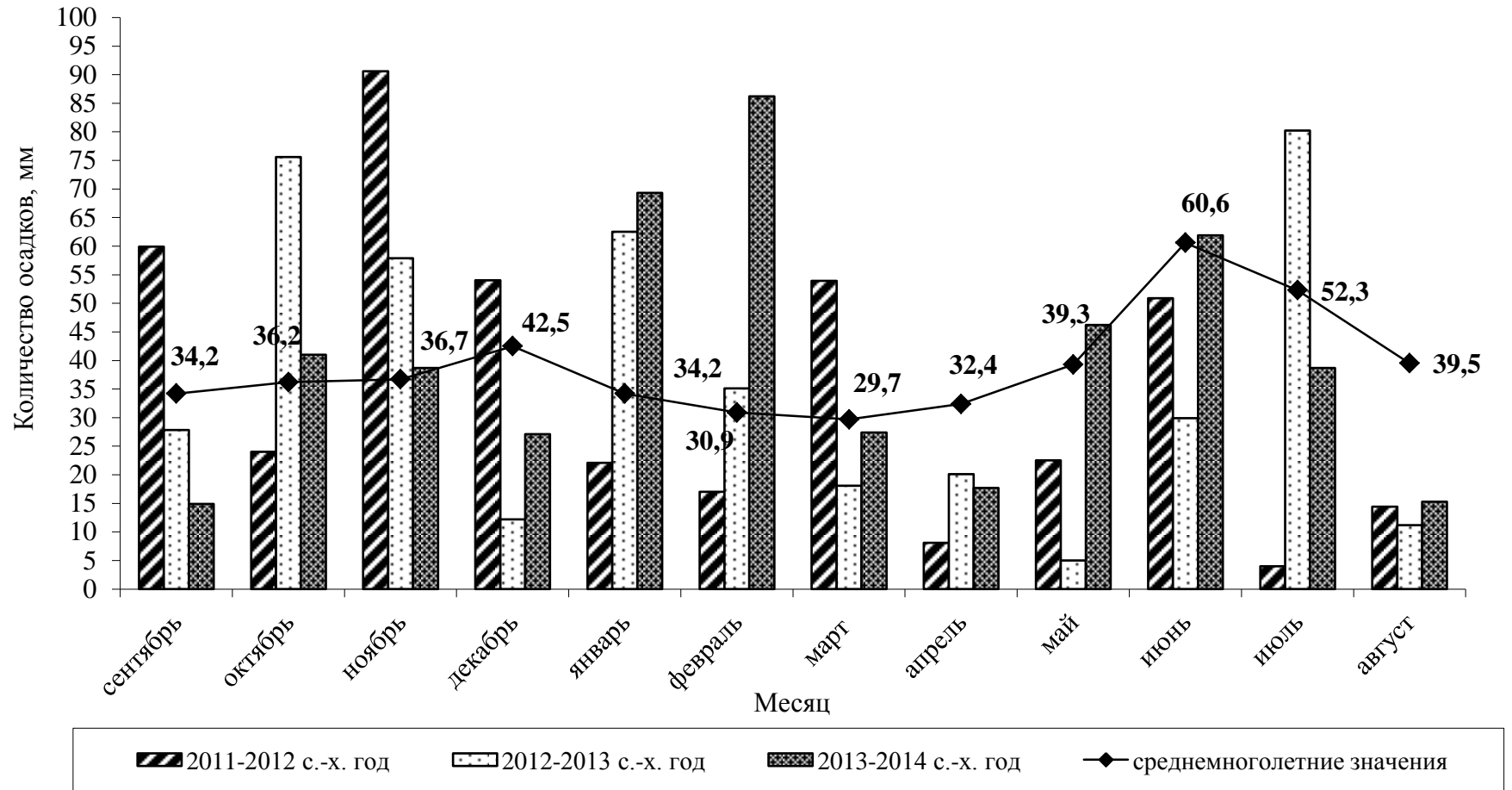


Рисунок 1 - Распределение осадков по данным метеостанции г. Ростова-на-Дону

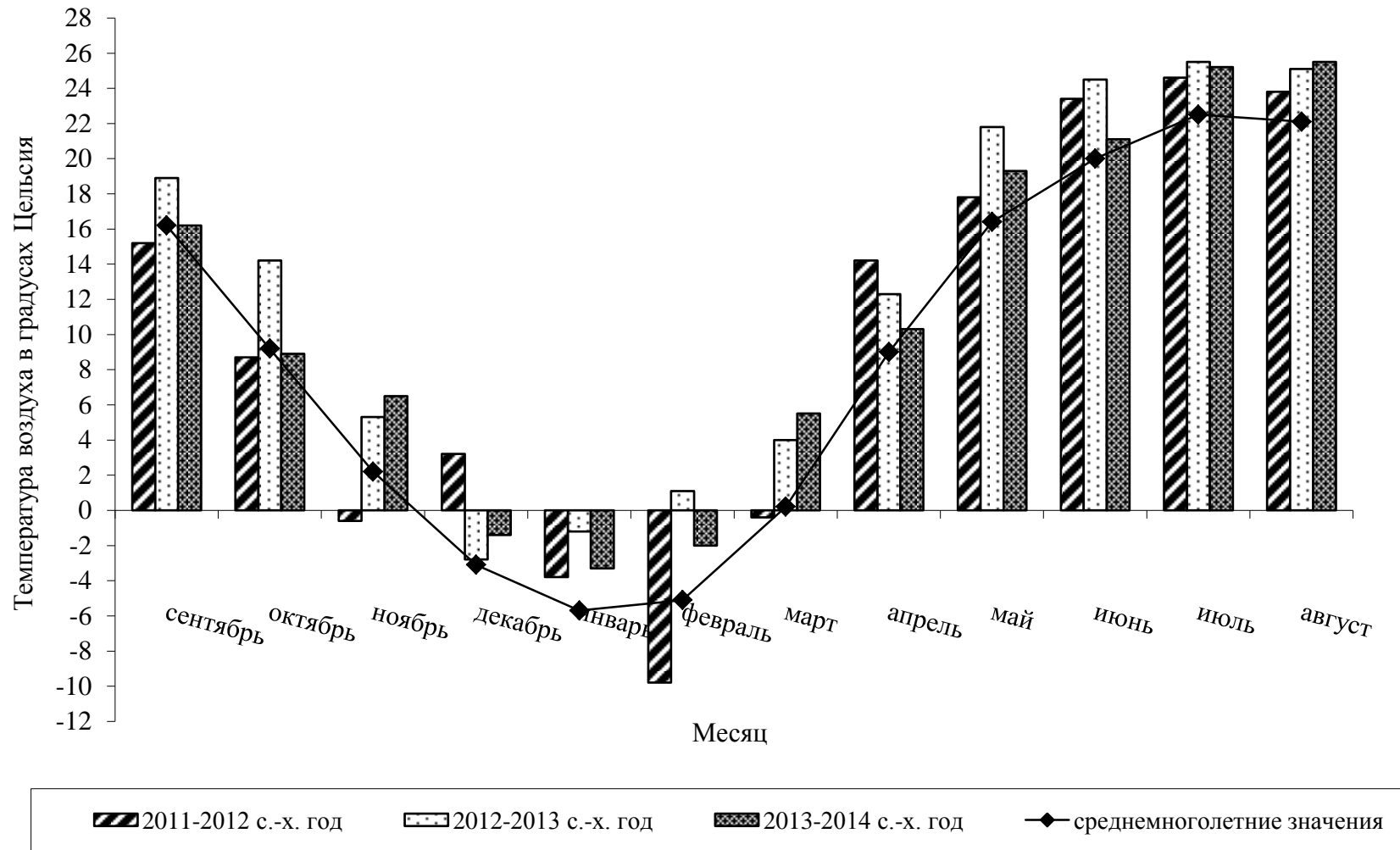


Рисунок 2 - Среднемесячная температура по данным метеостанции г. Ростова-на-Дону

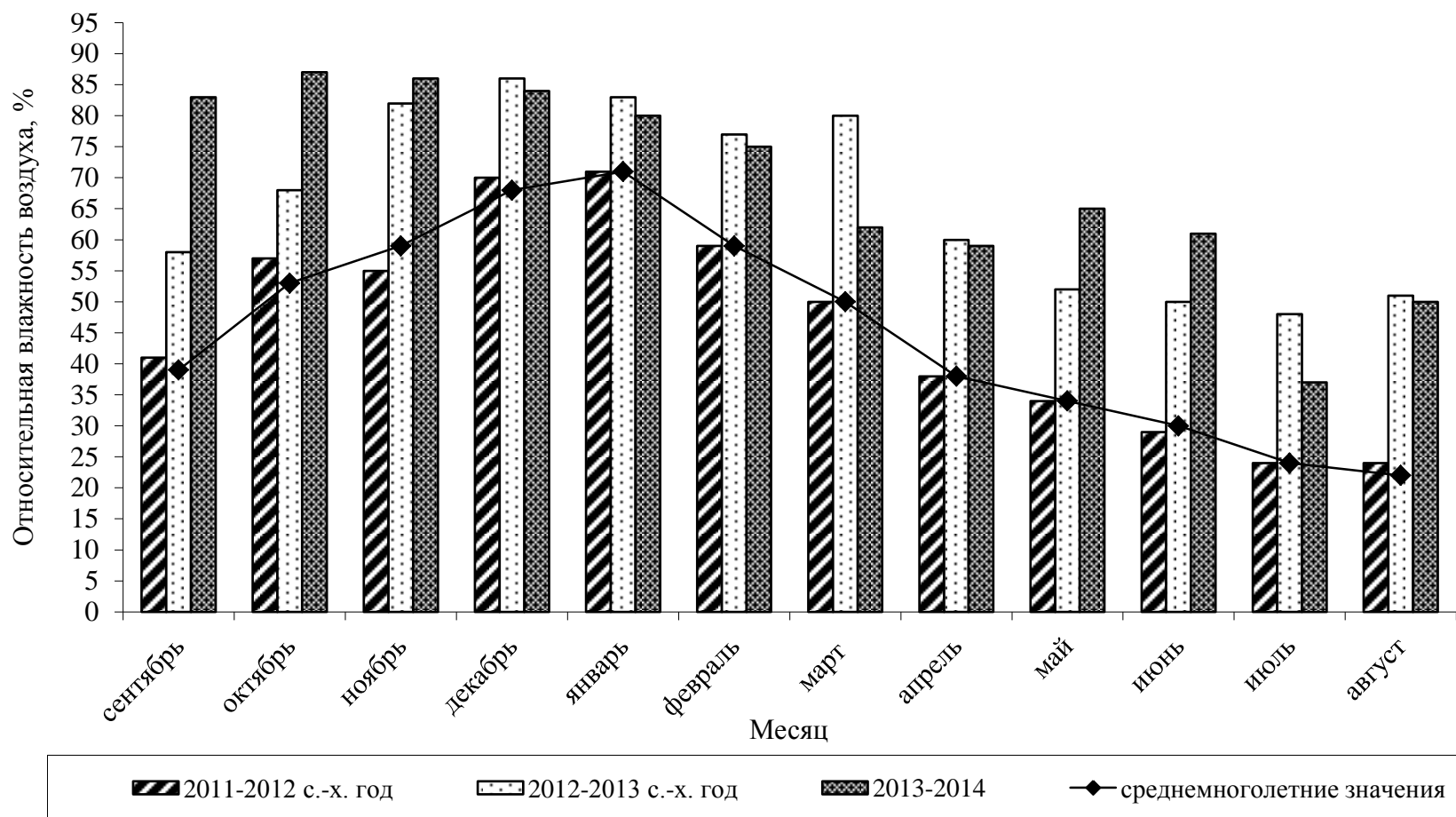


Рисунок 3 - Относительная влажность воздуха по данным метеостанции г. Ростова-на-Дону

В целом за год выпадение осадков на 41 мм больше, чем по среднемноголетним значениям. Среднегодовая температура воздуха была выше нормы на 2,2⁰С.

Главным отличительным признаком 2014 с.-х. года являлась очень жаркая и сухая погода в середине и во второй половине вегетации. В июле и августе осадков практически не было – лишь 9 и 2 мм. Температура воздуха была в пределах 25,2-25,5⁰С, что на 2,7-3,3⁰С больше нормы. Налив и созревание семян проходили в условиях острого дефицита влаги.

За период вегетации подсолнечника в мае-августе наиболее благоприятные погодные условия были в 2012 году среднемесячные температуры были меньше нормы на 5,3⁰С, осадков больше нормы на 40 мм, в 2013 году – соответственно на 1,8⁰С и 28 мм (таблица 1).

Таблица 1 - Погодные условия в мае-августе в 2012-2014 гг. и среднемноголетняя норма

Сельскохозяйственные годы	Средняя температура воздуха, ⁰ С	Сумма осадков, мм	Средняя относительная влажность воздуха, %
2011 - 2012	18,8	185	46
2012 - 2013	22,3	173	43
2013 - 2014	24,5	118	33
среднемноголетние значения	24,1	145	37

Неблагоприятные погодные условия за этот период зафиксированы в 2014 году. Среднемесячные температуры воздуха были превышены на 0,4⁰С, осадков меньше нормы на 27 мм.

2.3 Методика проведения полевых и лабораторных исследований

Опыты с подсолнечником закладывались в полевом севообороте Ростовского филиала ФГУ «Госсорткомиссии» Аксайского района Ростовской области в 2011-2014 гг.

Объекты исследований. Гибрид подсолнечника Патриот среднеспелый, вегетационный период 97-100 дней, создан Донской опытной станцией им. Жданова (г. Ростов-на-Дону) совместно с ООО «Агропромышленная фирма «Элита Дона». Обладает высокой экологической пластичностью. Слабо поражается болезнями. Гибрид устойчив к ложной мучнистой росе. Включён в Госреестр по Центрально-Чернозёмному (5) и Северо-Кавказским (6) регионам. Рекомендован для возделывания в Ростовской области. Максимальная урожайность – 26,1 ц/га (+7,8 ц/га к стандарту) получена на Целинском госсортоучастке в 2011 году. Высокомасличный гибрид. Содержание жира в семенах в среднем составляет 49%. Лузжистость 25,3%. Масса 1000 семян 60 г, высота растений 150-170 см.

По периоду вегетации гибрид Донской 1448 относится к группе среднераннеспелых. Оригинатор: ГНУ Донская опытная станция им. Л.А. Жданова ВНИИМК Россельхозакадемии. Гибрид включён в Госреестр по Центрально-Чернозёмному (5) и Северо-Кавказскому (6) регионам. Рекомендован для возделывания в Ростовской области. Максимальная урожайность – 24,5 ц/га (используется в качестве стандарта) получена на Целинском госсортоучастке в 2011 году. Вегетационный период 120 дней. Высокомасличный. Содержание жира в семенах в среднем составляет 52,9%. Лузжистость 23%. Масса 1000 семян 78 г, высота растений 180-190 см.

Полевые опыты и лабораторные анализы осуществлялись согласно требованиям методики опытного дела Б.А. Доспехова (1985) и методики агрохимических исследований Ф.А. Юдина (1980).

Повторность полевого опыта - четырехкратная. Площадь делянки 56 м², учётная – 42 м². Агротехника согласно Зональным системам земледелия Ростовской области на 2011-2015 гг. Предшественник подсолнечника – озимая пшеница.

Схема однофакторного опыта включала:

Схема опыта по применению минеральных удобрений и биопрепаратов при выращивании подсолнечника включала: 1 вариант – контроль (без применения удобрений и биопрепаратов); 2-7 варианты – применение минеральных удобрений в дозах N₄₀P₅₀; N₈₀P₅₀; N₄₀P₁₀₀; N₈₀P₁₀₀; N₄₀P₅₀K₅₀; N₈₀P₁₀₀K₅₀; 8-11 варианты - штаммы азотфиксаторов Мизорин 7, ПГ-5, 17-1, Флавобактерин; 12-15 варианты – сочетание штаммов азотфиксаторов с фоном минеральных удобрений Мизорин+N₄₀P₅₀, ПГ-5+N₄₀P₅₀, 17-1+N₄₀P₅₀, Флавобактерин +N₄₀P₅₀.

Минеральные удобрения были представлены: аммофосом (N₁₂P₅₂), аммиачной селитрой (N_{34,4}), хлористым калием (K₂O₆₅). Технология их внесения – разбрасывание вручную аммофоса и хлористого калия осенью под основную обработку почвы (вспашка), селитры – весной с последующей заделкой в почву культивацией.

В качестве бактериальных препаратов были использованы, изготовленные во Всероссийском институте сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИСХМ г. Санкт-Петербург), со штаммами ассоциативных азотфиксаторов: Мизорин, ПГ-5, 17-1 и Флавобактерин. Обработку семян бактериальными препаратами проводили непосредственно перед посевом из расчета 200 г на гектарную норму посевного материала с применением машины для обработки семян ПС-10.

Среднеспелый гибрид подсолнечника Патриот высевали на 7 дней раньше, чем среднераннеспелый гибрид Донской 1448.

Учет урожайности производили в фазу полной спелости на всех делянках комбайном Сампо-Ростов-2010.

Отбор образцов и их лабораторные анализы выполнялись по

следующим методикам:

- ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб»;
- ГОСТ – 29269–91 «Почвы. Общие требования к проведению анализов»;
- ГОСТ 28268-89 «Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений»;
- расчет продуктивной влаги с учетом влажности устойчивого завядания подсолнечника - Агафонов Е.В. (1992);
- ГОСТ 26951–86 «Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом»;
- ГОСТ 26205–91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО»;
- ГОСТ 13496.4-93 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина»;
- ГОСТ 26657-97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора»;
- ГОСТ-30504-97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия»;
- ГОСТ - 10857 – 64 «Содержание жира в семенах»;
- экономическую оценку использования удобрений проводили по методике Баранова Н.Н., 1966;
- биоэнергетическую оценку – «Основы биоэнергетической оценки производства продукции растениеводства» В.В. Удалов, А.П. Авдеенко и др., 2008;
- математическая обработка полученных результатов – путем дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову (1985) с использованием ПК;

Химические анализы почвенных и растительных образцов выполнены в ФГБНУ агрохимцентр «Ростовский».

2 СОДЕРЖАНИЕ И ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ И ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ В ПОЧВЕ

2.1 Содержание продуктивной влаги в почве в течение вегетации подсолнечника

При анализе запасов продуктивной влаги в почве перед посевом подсолнечника использовались градации, разработанные Е.В. Агафоновым и Е.В. Полуэктовым (1999) для черноземных почв приазовской зоны Ростовской области. Они составляют в слое почвы 0-100 см следующие величины: 80-100 мм – низкая, 110-140 – средняя, более 140 мм – высокая.

Наибольшие запасы продуктивной влаги перед посевом подсолнечника в слое почвы 0-100 см получены в 2012 году (рисунок 4, приложение 2). На участке с гибридом Патриот содержание влаги составило 204, с гибридом Донской 1448 – 186 мм. Данное количество доступной влаги по градациям Е.В. Агафонова, Е.В. Полуэктова (1999) оценивалось как высокое. В слое почвы 0-20 см содержание продуктивной влаги составило 38-41 мм, что обеспечило появление равномерных и дружных всходов.

К фазе цветения запас влаги в метровом слое почвы снизился под обоими гибридами в 4,4-4,7 раза по сравнению с содержанием перед посевом, что обусловлено существенным недобором осадков в летние месяцы. К фазе полной спелости подсолнечника содержание продуктивной влаги в почве продолжало уменьшаться.

Перед посевом подсолнечника в 2013 году содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см характеризовалось как высокое и было практически одинаковым под обоими гибридами – 149-153 мм. В слое почвы 0-20 см количество влаги составило 28-30 мм. Обильное выпадение осадков поддерживало влагообеспеченность почвы под подсолнечником на высоком уровне в течение всей вегетации.

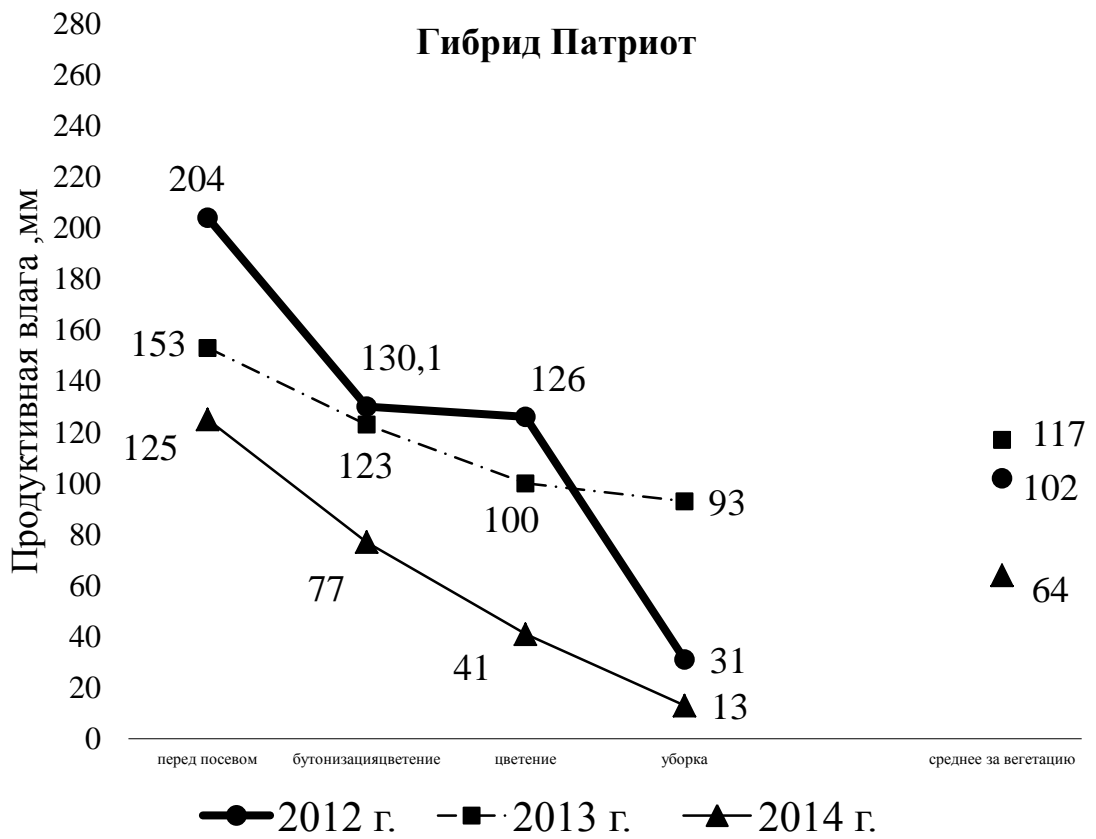
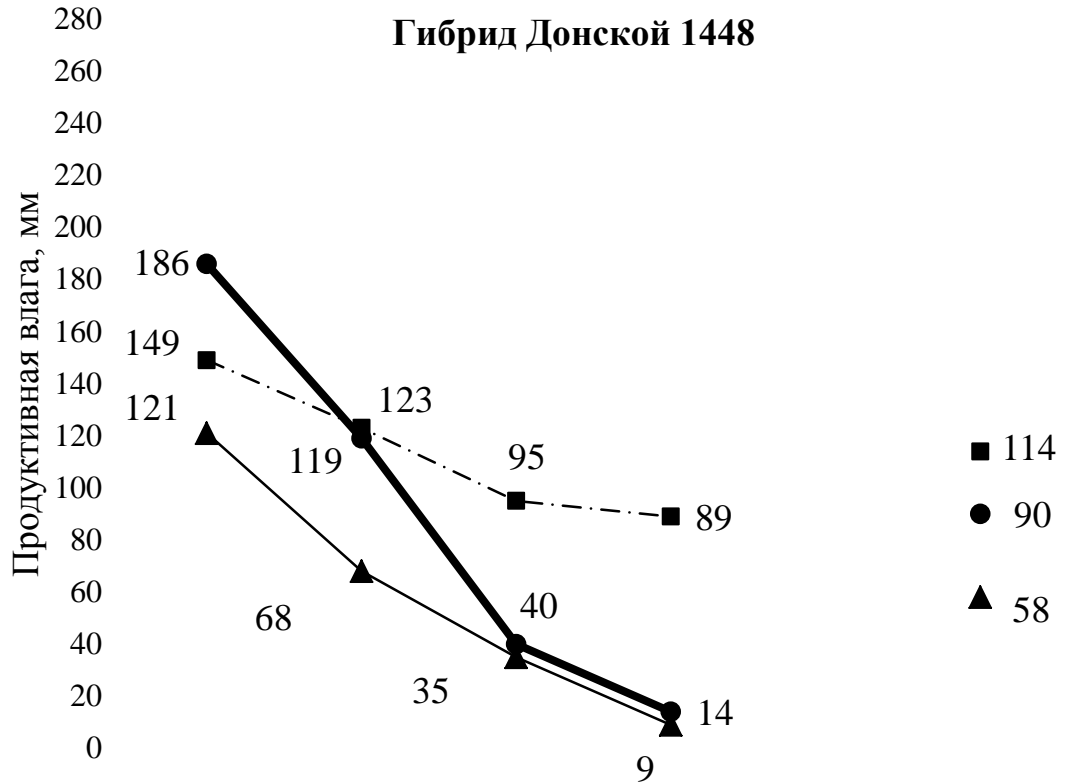


Рисунок 4 – Динамика продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см под подсолнечником, мм

От посева и до уборки происходило равномерное снижение доступной влаги в метровом слое почвы. Минимальным её количество было в фазу полной спелости, но лишь на 60 мм меньше, чем содержалось в предпосевной период.

В 2014 году к посеву подсолнечника запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см характеризовались как средние и составили на участке с гибридом Донской 1448 121, с гибридом Патриот – 125 мм.

В течение вегетации содержание доступной влаги в почве резко снижалось. Это обусловлено существенным дефицитом осадков и потреблением влаги растениями подсолнечника. К фазе цветения запасы влаги под обоими гибридами снизились в 3,0-3,5 раза по сравнению с содержанием перед посевом. К уборке почва была близка к иссушению, так как в метровом слое количество влаги составило лишь 9-13 мм.

Таким образом, условия влагообеспеченности почвы под гибридами подсолнечника наиболее благоприятными были в 2013 году, удовлетворительными – в 2012 г. и неблагоприятными – в 2014 году.

3.2 Содержание элементов минерального питания растений в почве под подсолнечником

3.2.1 Содержание нитратного азота в почве в течение вегетации подсолнечника

По данным полевых опытов Е.В. Агафонова (1992), проведённых в условиях Ростовской области, доказано, что в качестве главного азотного источника в питании растений выступает нитратная форма.

В предпосевной период подсолнечника содержание N-NO₃ в слое почвы 0-60 см было наибольшим на опытном участке с гибридом подсолнечника Донской 1448 в 2012 году – 144,7, существенно меньше с гибридом Патриот – 77,7 кг/га (таблица 2 и таблица 3). Благоприятные условия увлажнения в

осенний период 2011 года способствовали развитию процессов нитрификации в почве, что благоприятно отразилось на накоплении данной формы $N_{\text{мин}}$.

Таблица 2 - Содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см, кг/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	Срок отбора				В среднем за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
2012 г.					
контроль	144,7	113,9	103,4	48,9	102,7
$N_{40}P_{50}$	176,4	152,3	135,9	62,4	131,8
$N_{80}P_{50}$	191,1	123,0	100,3	64,8	119,8
$N_{40}P_{100}$	171,6	126,2	89,8	63,6	112,8
$N_{80}P_{100}$	190,8	120,8	99,0	53,3	116,0
$N_{40}P_{50}K_{50}$	167,6	159,5	122,8	62,8	128,2
$N_{80}P_{100}K_{50}$	190,2	147,0	120,3	64,5	130,5
Мизорин	145,5	126,1	85,4	46,8	101,0
Мизорин+ $N_{40}P_{50}$	173,2	134,7	97,0	60,9	116,5
HCP_{05}	9,2	5,9	10,1	4,7	6,4
2013 г.					
контроль	56,7	39,9	29,7	23,3	37,4
$N_{40}P_{50}$	83,9	40,8	27,5	17,9	52,5
$N_{80}P_{50}$	105,2	51,3	51,2	35,5	60,8
$N_{40}P_{100}$	87,2	41,3	33,4	16,4	44,6
$N_{80}P_{100}$	101,7	57,6	50,7	14,9	56,2
$N_{40}P_{50}K_{50}$	83,6	52,9	28,1	18,5	45,8
$N_{80}P_{100}K_{50}$	103,5	54,1	30,1	28,1	54,0
Мизорин	59,8	45,7	32,8	17,3	38,9
Мизорин+ $N_{40}P_{50}$	86,1	38,3	27,6	26,8	44,7
HCP_{05}	9,6	12,5	9,1	4,0	6,2
2014 г.					
контроль	19,8	16,7	12,9	9,4	14,7
$N_{40}P_{50}$	39,1	29,3	11,3	7,2	21,7
$N_{80}P_{50}$	45,8	31,5	23,7	14,8	29,0
$N_{40}P_{100}$	37,0	29,8	12,5	6,5	21,5
$N_{80}P_{100}$	46,8	34,0	21,1	6,1	27,0
$N_{40}P_{50}K_{50}$	40,2	34,1	11,7	7,3	23,3
$N_{80}P_{100}K_{50}$	47,6	32,4	22,1	9,1	27,8
Мизорин	20,4	18,9	13,6	7,2	15,0
Мизорин+ $N_{40}P_{50}$	38,8	25,9	7,2	11,0	20,7
HCP_{05}	2,1	9,9	2,8	1,1	3,0

Таблица 3 - Содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см, кг/га. Гибрид Патриот

Варианты	Срок отбора				В среднем за вегета-цию
	перед посевом	бутони-зация	цветение	уборка	
2012 г.					
контроль	77,7	61,7	50,3	26,8	54,1
N ₄₀ P ₅₀	97,9	83,5	67,6	32,4	70,4
N ₈₀ P ₅₀	123,3	93,1	60,9	27,8	76,3
N ₄₀ P ₁₀₀	102,8	78,7	58,8	33,7	68,5
N ₈₀ P ₁₀₀	124,2	79,7	63,9	29,7	74,4
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	100,9	86,9	48,2	26,6	65,7
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	128,8	67,4	51,6	24,7	68,1
Мизорин	69,2	49,0	24,0	21,8	41,0
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	85,1	68,3	38,3	22,1	53,5
НСР ₀₅	6,9	6,0	3,1	1,7	5,8
2013 г.					
контроль	72,3	35,3	23,4	18,0	37,3
N ₄₀ P ₅₀	82,5	60,5	28,7	18,1	47,5
N ₈₀ P ₅₀	103,0	76,4	52,2	16,4	62,0
N ₄₀ P ₁₀₀	89,1	39,7	23,5	16,8	42,3
N ₈₀ P ₁₀₀	109,0	82,4	46,4	19,1	64,2
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	85,4	55,2	33,9	19,9	48,6
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	101,9	93,2	48,7	20,7	66,1
Мизорин	77,5	51,0	17,3	15,0	40,2
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	91,7	41,2	23,1	15,8	43,0
НСР ₀₅	6,7	26,1	6,2	F _ф <F _{теор.}	7,4
2014 г.					
контроль	24,5	14,3	9,6	7,3	13,9
N ₄₀ P ₅₀	44,4	26,4	14,6	7,4	23,2
N ₈₀ P ₅₀	57,2	42,1	34,0	6,7	35,0
N ₄₀ P ₁₀₀	48,2	26,2	19,6	6,8	25,2
N ₈₀ P ₁₀₀	59,9	41,3	33,4	9,8	36,1
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	39,1	22,0	13,2	7,8	20,5
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	57,1	42,5	32,6	7,1	34,8
Мизорин	24,6	21,3	10,1	6,1	15,5
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	36,9	25,9	9,5	6,4	19,7
НСР ₀₅	5,3	3,4	4,3	0,9	2,8

В 2013 году перед посевом подсолнечника гибрида Донской 1448 в слое 0-60 см обеспеченность почвы N-NO₃ была в 2,6 раза меньше, чем в 2012

г. – 56,7 кг/га. Несколько больше количество нитратного азота было перед посевом гибрида Патриот - 72,3 кг/га.

Наименьшим содержание N-NO₃ в шестидесятисантиметровым слое почвы перед посевом подсолнечника было в 2014 году. Под обоими гибридами оно составило лишь 19,8-24,5 кг/га. Вероятно, это обусловлено тем, что в осенний период 2013 года количество осадков на 127 мм превысило среднелетние нормы. Возможно, нитратный азот за осенне-зимний период был промыт глубже 60-сантиметрового слоя почвы.

Во все годы проведения полевых опытов под обоими гибридами подсолнечника динамика нитратного азота в почве на всех вариантах опыта была очень сходной. От посева и до полной спелости происходило уменьшение N-NO₃ в почве. Снижение нитратного азота в почве обусловлено его поглощением растениями подсолнечника в течение вегетации и, возможно, процессами денитрификации и иммобилизации почвенными микроорганизмами.

В 2012 году на вариантах с внесением азотных минеральных удобрений в дозе N₄₀ существенно повышалось содержание N-NO₃ в слое почвы 0-60 см к посеву гибрида Донской 1448 на 22,9-31,7 кг/га или на 15,8-21,9%, в дозе N₈₀ – на 45,5-46,4 кг/га или на 31,4-32,1%. К моменту сева гибрида Патриот количество N-NO₃ в почве повышалось при внесении N₄₀ на 20,2-25,1 кг/га или на 26,0-32,3%, а при внесении N₈₀ – на 45,6-51,1 кг/га или на 58,7-65,8%.

От момента сева до проведения уборки количество N-NO₃ в шестидесятисантиметровом слое почвы на контрольном варианте при выращивании гибрида Донской 1448 уменьшилось на 95,8 кг/га, гибрида Патриот – в 2,9 раза меньше (50,9 кг/га). На вариантах с минеральными удобрениями под посевами гибрида Донской 1448 уменьшение нитратного азота составило 104,8-126,3 кг/га, гибрида Патриот - 65,5-104,1 кг/га. К моменту проведения уборки на вариантах с применением удобрений содержание N-NO₃ было больше по сравнению с вариантом без использования удобрений и биопрепаратов на 4,4-15,9 кг/га у гибрида Донской 1448, у гибрида Патриот – на 2,1-6,9 кг/га.

Минимальное содержание $N-NO_3$ в среднем за вегетацию гибрида Донской 1448 отмечено на варианте с внесением удобрений в дозе $N_{40}P_{100}$ 112,8 кг/га. Но это на 10,1 кг/га или на 9,8% больше, чем на варианте без применения удобрений. При выращивании гибрида Патриот в среднем за вегетацию подсолнечника наиболее эффективно азот из почвы поглощался растениями при применении азотно-фосфорно-калийного удобрения в дозе $N_{40}P_{50}K_{50}$. Обеспеченность почвы нитратным азотом была на 11,6 кг/га или на 21,4% больше, чем на контрольном варианте.

В 2013 году перед посевом гибрида подсолнечника Донской 1448 количество нитратного азота было больше, чем на контроле на вариантах с применением азотных удобрений до посева в дозе 40 кг/га д.в. на 26,9-30,5 кг/га или на 47,4-53,8%, в дозе 80 кг/га д.в. – на 45,0-48,5 кг/га или на 79,4-85,5%. При более высоком содержании в почве $N-NO_3$ перед севом гибрида Патриот на варианте без применения удобрений повышение его количества в слое почвы 0-60 см под влиянием минеральных удобрений в абсолютном и относительном выражении было меньше, чем перед посевом гибрида Донской 1448. Внесение азотных минеральных удобрений в дозе N_{40} повышало этот показатель на 10,2-16,8 кг/га или на 14,1-23,2%, в дозе N_{80} – на 29,6-36,7 кг/га или на 40,9-50,8%.

От момента сева до полной спелости семян подсолнечника в слое почвы 0-60 см запас нитратного азота на контрольном варианте снизился под посевами гибрида Донской 1448 на 33,4 кг/га, гибрида Патриот на 54,3 кг/га. На вариантах с внесением минеральных удобрений уменьшение количества $N-NO_3$ было практически одинаковым под обоими гибридами и составило 64,1-89,9 кг/га.

Наименьшим содержание нитратного азота в среднем за вегетацию подсолнечника обоих гибридов зафиксировано на варианте с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{100}$ 42,3-44,6 кг/га. Это на 13,4-19,3% больше, чем на контрольном варианте.

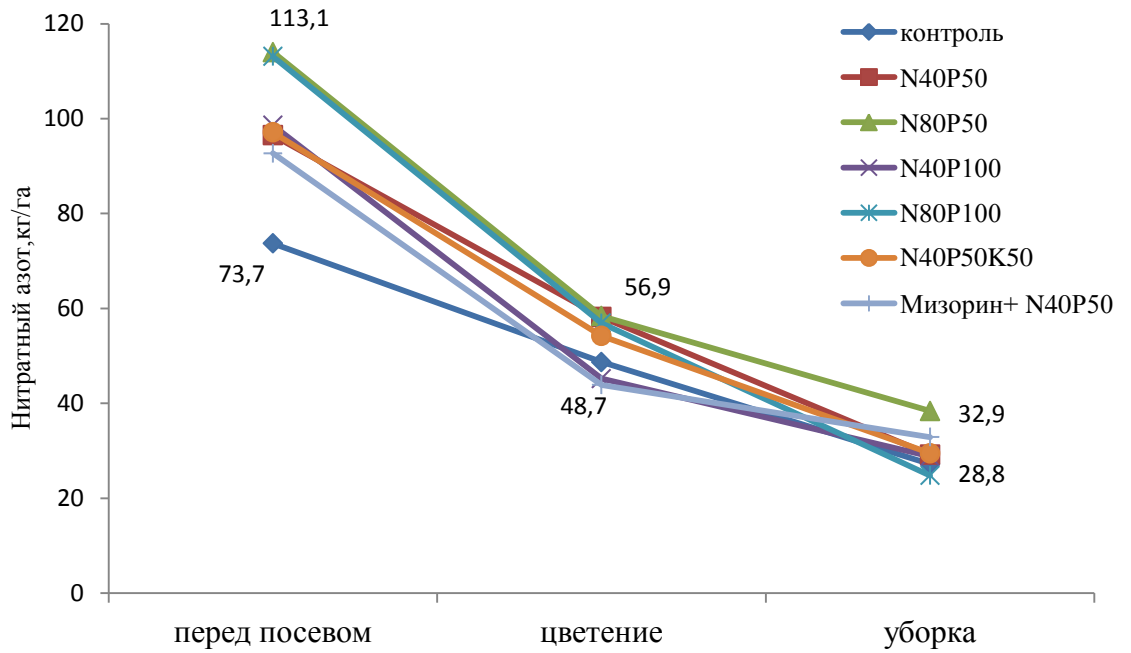
В 2014 году при самой низкой обеспеченности почвы продуктивной влагой влияние азотных удобрений на увеличение количества $N-NO_3$ в шестидесятисантиметровом слое почвы было наименьшим в абсолютных величинах по сравнению с содержанием в предыдущие годы полевых опытов.

Внесение до посева 40 кг/га д.в. азотных удобрений повышало запас $N-NO_3$ к посеву подсолнечника гибрида Донской 1448 на 17,2-20,4 кг/га или на 86,9-103,3%, в дозе N_{80} – на 26,0-27,8 кг/га или на 131,3-140,4%, у гибрида Патриот соответственно на 14,6-23,7 кг/га или на 59,6-96,7% и на 32,6-35,4 кг/га или на 133,1-144,5%. К моменту проведения уборки количество $N-NO_3$ в шестидесятисантиметровом слое почвы было минимальным на всех вариантах опыта под обоими гибридами и составило лишь 6,1-14,8 кг/га.

В среднем за вегетацию подсолнечника в 2014 году наименьшее содержание нитратного азота при возделывании гибрида Донской 1448 отмечено на вариантах с удобрениями в дозах $N_{40}P_{100}$ и $N_{40}P_{50}$ – на 21,5-21,7 кг/га или на 46,3-47,6% больше, чем на контрольном варианте, при выращивании гибрида Патриот в дозе $N_{40}P_{100}$ – на 9,3 кг/га или на 66,9%.

В среднем за 2012-2014 гг. перед посевом подсолнечника гибрида Донской 1448 запас $N-NO_3$ на варианте без применения удобрений в шестидесятисантиметровом в слое почвы составил 73,7 кг/га, у гибрида Патриот 58,2 кг/га (рисунок 5 и рисунок 6). От момента сева и до фазы полной спелости на всех вариантах опыта под обоими гибридами происходило равномерное снижение количества нитратного азота в почве, которое составило 46,5 кг/га под посевами гибрида Донской 1448 и 40,8 кг/га у гибрида Патриот.

Внесение азотных минеральных удобрений в дозе N_{40} в среднем за 3 года повышало содержание $N-NO_3$ перед посевом гибрида Донской 1448 на 22,8-24,9 кг/га или на 30,9-33,8%, гибрида Патриот – на 16,7-21,8 кг/га или на 28,7-37,4%. Под действием дозы N_{80} повышение количества $N-NO_3$ в шестидесятисантиметровом в слое почвы было более существенным.

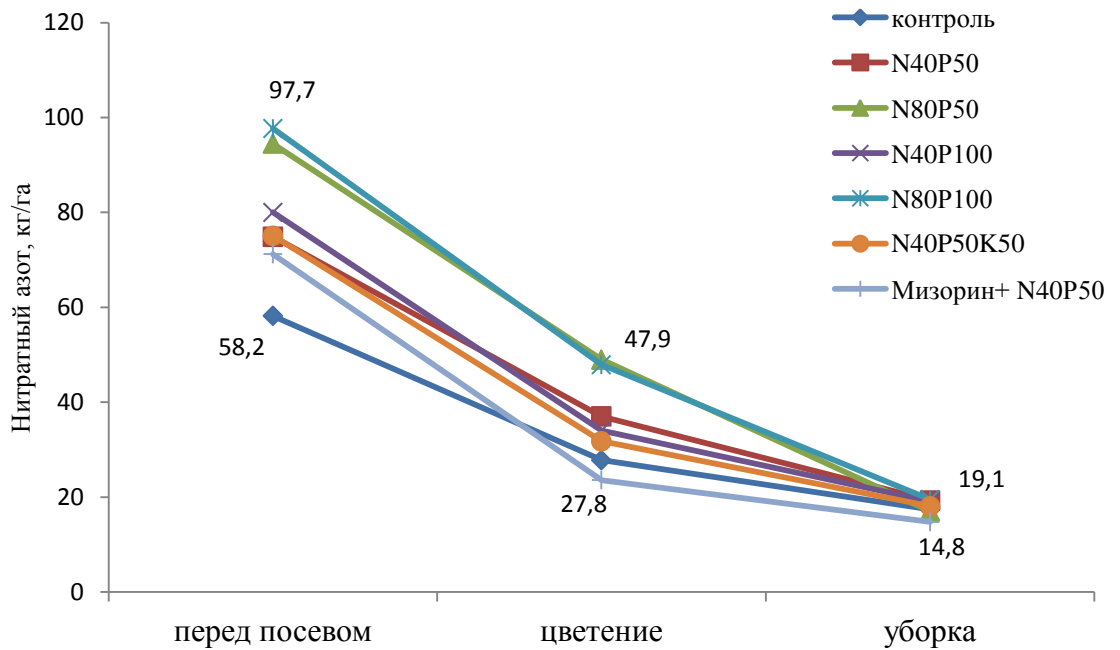
НСР₀₅

5,6 кг/га

3,9 кг/га

4,7 кг/га

Рисунок 5 - Динамика нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Донской 1448

НСР₀₅

6,3 кг/га

3,9 кг/га

2,5 кг/га

Рисунок 6 - Динамика нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Патриот

Перед посевом гибрида Донской 1448 увеличение по сравнению с контрольным вариантом составило 39,4-40,3 кг/га или 53,5-54,7%, у гибрида Патриот – 36,3-39,5 кг/га или 62,4-67,9%.

При применении азотных удобрений отмечено уменьшение количества нитратного азота по сравнению с контрольным вариантом у гибрида Донской 1448, которое составило 67,3-75,6 кг/га, у гибрида Патриот – 55,6-78,4 кг/га.

В среднем за вегетацию содержание нитратного азота было наименьшим на вариантах с минеральными удобрениями при выращивании гибрида Донской 1448 и их применении в дозе $N_{40}P_{100}$, а при возделывании гибрида Патриот – от полного минерального удобрения в дозе $N_{40}P_{50}K_{50}$ (рисунок 7 и рисунок 8).

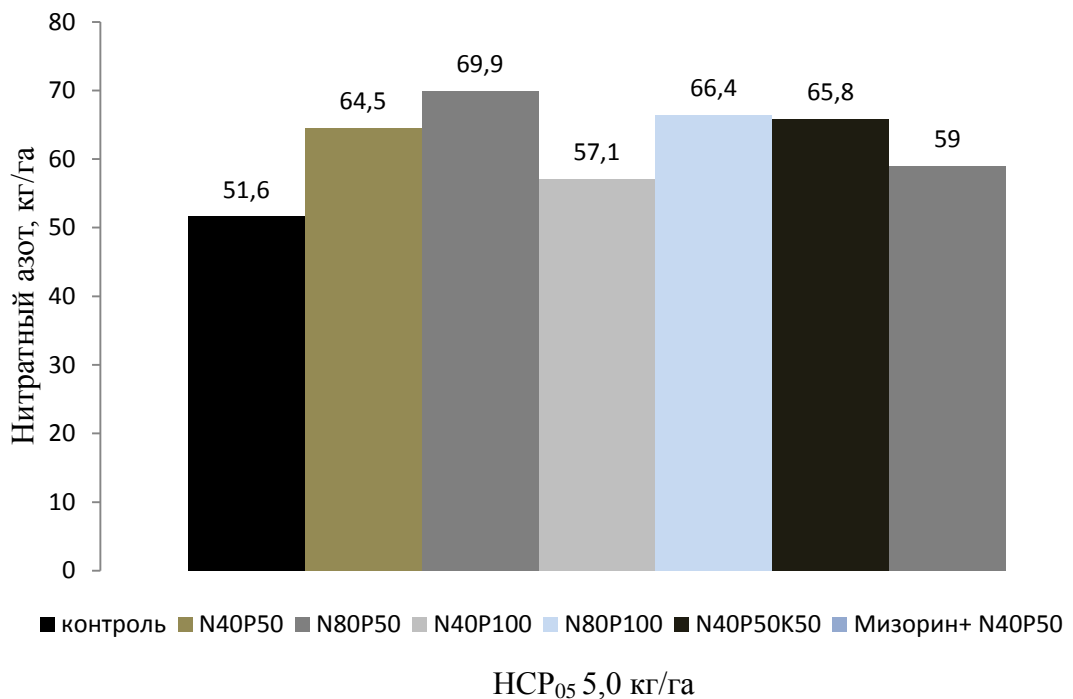


Рисунок 7 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за вегетацию подсолнечника, кг/га. Гибрид Донской 1448. Среднее за 2012-2014 гг.

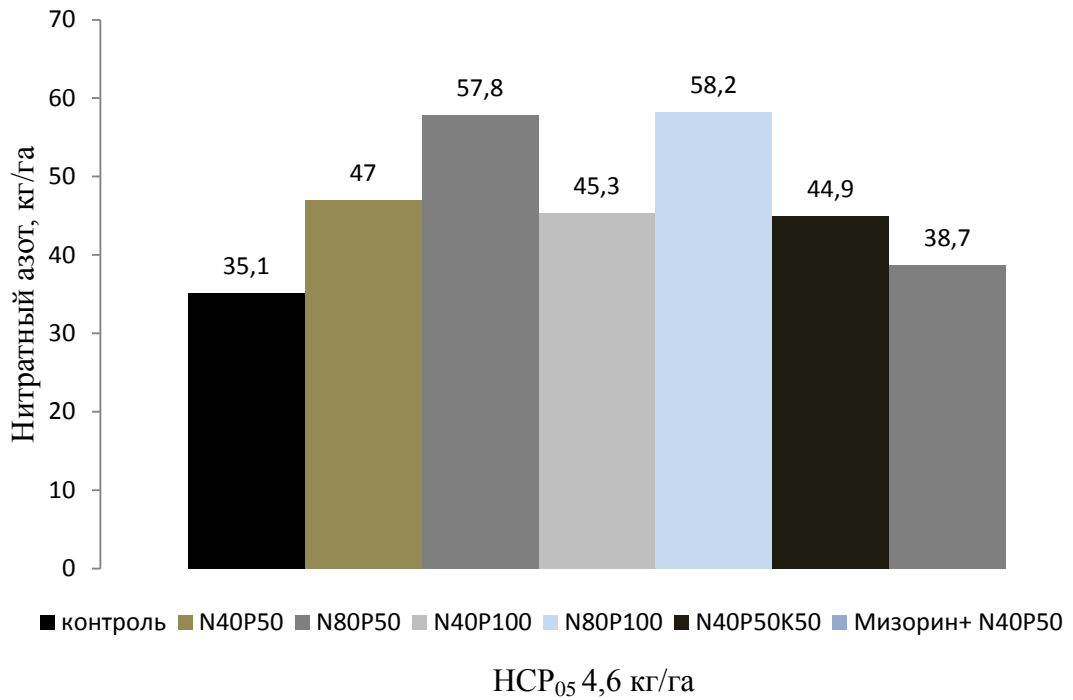


Рисунок 8 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за вегетацию подсолнечника, кг/га. Гибрид Патриот. Среднее за 2012-2014 гг.

3.2.2 Содержание подвижного фосфора в почве в течение вегетации подсолнечника

Черноземные почвы Ростовской области отличаются очень низкой и низкой обеспеченностью почвы доступным фосфором более чем на 72% площади земель сельхозназначения (И.М. Шапошникова, 1976).

Аммонийная и нитратная форма азота в почве интенсивно подвергаются иммобилизации, вымыванию и денитрификации. В отличие от азотных соединений фосфорные соединения почвы являются плохо растворимыми в воде и не промываются в почве. Плохая растворимость фосфорных соединений в почве обуславливает главную причину их невысокой доступности и низкий коэффициент потребления из почвы и удобрений (В.В. Кидин, С.П. Торшин, 2017).

К моменту сева подсолнечника гибрида Донской 1448 количество доступного фосфора в слое почвы 0-40 см на варианте без применения удобре-

ний характеризовалось по градации Мачигина, как низкая обеспеченность в 2012 г. 14,4 и очень низкая в 2013 и 2014 гг. 6,3 и 9,0 мг/кг почвы (таблица 4).

Достаточно похожую обеспеченность подвижным фосфором перед посевом имели опытные участки с гибридом Патриот. В 2012 г. содержание P_2O_5 в почве соответствовало пограничной обеспеченности между низкой и очень низкой - 10 мг/кг, в 2013 и 2014 гг. – очень низкой 6,3 и 9,0 мг/кг (таблица 5).

В разные по увлажнению годы проведения полевых опытов под обоими гибридами в почве на варианте без применения удобрений динамика подвижного фосфора была очень сходной. От посева в течение всей вегетации подсолнечника до момента проведения уборки в почве происходило равномерное снижение содержания P_2O_5 . Минимум обеспеченности почвы этим элементом питания растений достигнут к фазе полной спелости культуры. Это, безусловно, объясняется потреблением доступного почвенного фосфора растениями подсолнечника и химическим связыванием фосфатов в почве.

Применение аммофоса осенью под вспашку в дозе P_{50} и P_{100} способствовало к посеву подсолнечника математически достоверному увеличению количества доступного фосфора в сорокасантиметровом слое почвы в годы проведения полевых опытов. Максимум содержания был достигнут при внесении наибольшей дозы фосфорных удобрений осенью под основную обработку почвы.

В 2012 г. это увеличение перед посевом гибрида Донской 1448 по сравнению с контрольным вариантом составило 2,8-3,2 мг/кг или 19,4-20,8%, в 2013 г. – 4,1-4,8 мг/кг или 65,1-76,2%, в 2014 году – 3,2-4,0 мг/кг или 35,6-44,4%.

Перед посевом гибрида Патриот эти показатели составили в 2012 г. – 3,6-3,8 мг/кг почвы или 36,0-38,0%, в 2013 г. – 5,1-5,5 мг/кг или 104,1-112,2%, в 2014 г. – 3,7-4,2 мг/кг или 56,9-64,6%.

Таблица 4 - Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см, мг/кг. Гибрид Донской 1448

Варианты	Срок отбора				Среднее за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
2012 г.					
контроль	14,4	13,9	12,5	12,3	13,3
N ₄₀ P ₅₀	15,2	15,0	14,0	12,8	14,3
N ₈₀ P ₅₀	15,9	15,3	14,3	12,3	14,5
N ₄₀ P ₁₀₀	17,2	17,0	15,8	14,0	16,2
N ₈₀ P ₁₀₀	17,6	17,3	15,7	13,5	16,0
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	15,8	14,7	13,5	13,1	14,3
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	17,1	14,7	14,0	13,5	14,8
Мизорин	13,8	13,1	13,0	12,0	13,0
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	15,8	14,8	14,1	13,1	14,5
НСР ₀₅	0,6	0,7	1,0	0,8	1,0
2013 г.					
контроль	6,3	5,4	5,1	3,4	5,1
N ₄₀ P ₅₀	8,8	6,4	5,7	4,4	6,3
N ₈₀ P ₅₀	8,9	6,8	5,9	4,3	6,5
N ₄₀ P ₁₀₀	10,4	10,0	7,6	5,4	8,4
N ₈₀ P ₁₀₀	11,1	10,3	7,1	5,0	8,4
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	9,1	6,5	6,6	6,0	7,1
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	10,9	6,7	8,6	7,6	8,5
Мизорин	6,4	5,6	5,4	3,7	5,3
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	8,3	5,5	5,0	3,9	5,7
НСР ₀₅	0,5	0,6	0,5	1,2	1,0
2014 г.					
контроль	9,0	6,7	7,4	9,4	8,1
N ₄₀ P ₅₀	10,0	8,7	8,2	7,2	8,5
N ₈₀ P ₅₀	10,2	8,9	8,2	8,8	9,3
N ₄₀ P ₁₀₀	12,2	9,8	7,1	6,5	8,9
N ₈₀ P ₁₀₀	13,0	10,1	7,9	6,1	9,3
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	10,2	9,8	7,4	7,3	8,7
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	13,0	8,0	7,6	7,2	9,0
Мизорин	8,6	7,8	7,7	7,4	7,9
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	10,4	6,6	6,7	7,0	7,7
НСР ₀₅	1,0	0,7	0,4	0,6	0,4

Таблица 5 - Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см, мг/кг. Гибрид Патриот

Варианты	Срок отбора				Среднее за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
2012 г.					
контроль	10,0	9,2	8,6	7,0	8,7
N ₄₀ P ₅₀	12,6	9,3	8,1	7,5	9,4
N ₈₀ P ₅₀	12,8	8,8	8,5	8,6	9,7
N ₄₀ P ₁₀₀	13,8	11,3	10,8	10,1	11,5
N ₈₀ P ₁₀₀	13,6	11,8	9,8	9,1	11,1
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	12,4	9,2	8,3	7,4	9,3
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	13,0	12,6	11,2	9,7	11,6
Мизорин	9,8	9,1	8,6	8,2	8,9
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	12,2	9,8	8,8	8,4	9,8
НСР ₀₅	0,8	0,7	0,6	0,6	0,8
2013 г.					
контроль	4,9	4,2	4,1	3,3	4,1
N ₄₀ P ₅₀	7,8	7,5	6,7	5,2	6,8
N ₈₀ P ₅₀	7,7	6,8	5,3	5,2	6,3
N ₄₀ P ₁₀₀	10,0	8,2	7,0	5,9	7,8
N ₈₀ P ₁₀₀	10,4	8,7	6,6	5,8	7,9
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	7,7	7,4	6,9	4,5	6,6
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	10,1	8,8	7,0	4,4	7,6
Мизорин	4,9	3,7	3,6	3,7	4,0
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	7,6	7,1	6,9	5,1	6,7
НСР ₀₅	1,0	0,8	1,1	0,7	0,7
2014 г.					
контроль	6,5	5,9	5,6	4,3	5,6
N ₄₀ P ₅₀	9,4	8,7	8,6	7,4	8,5
N ₈₀ P ₅₀	9,7	7,4	6,5	6,7	7,6
N ₄₀ P ₁₀₀	10,2	8,0	6,7	5,8	7,7
N ₈₀ P ₁₀₀	10,7	8,0	6,2	4,8	7,4
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	9,4	8,2	7,6	7,1	8,1
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	10,7	9,2	8,6	8,4	9,2
Мизорин	6,5	5,2	5,7	5,1	5,6
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	10,0	8,0	7,6	6,4	8,0
НСР ₀₅	1,2	1,4	0,8	0,7	0,7

В течение вегетации подсолнечника динамика подвижного фосфора в почве на вариантах с внесением аммофоса была похожей с изменениями на

варианте без применения минеральных удобрений. От момента сева и до проведения уборки происходило равномерное снижение доступного P_2O_5 .

В среднем за 2012-2014 гг. содержание подвижного фосфора в слое 0-40 см на контрольном варианте перед посевом гибрида Донской 1448 составило 9,9, гибрида Патриот – 7,1 мг/кг почвы (рисунок 9 и рисунок 10). Данная обеспеченность почвы доступным фосфором характеризуется по градации Мачигина как очень низкая.

Применение аммофоса осенью под вспашку в дозе 100 кг/га способствовало увеличению доступного P_2O_5 в сорокасантиметровом слое почвы к моменту сева гибрида Донской 1448 по сравнению с содержанием на контрольном варианте на 1,4-1,8 мг/кг или на 14,1-18,2%, гибрида Патриот – на 2,8-3,0 мг/кг или на 39,4-42,3%.

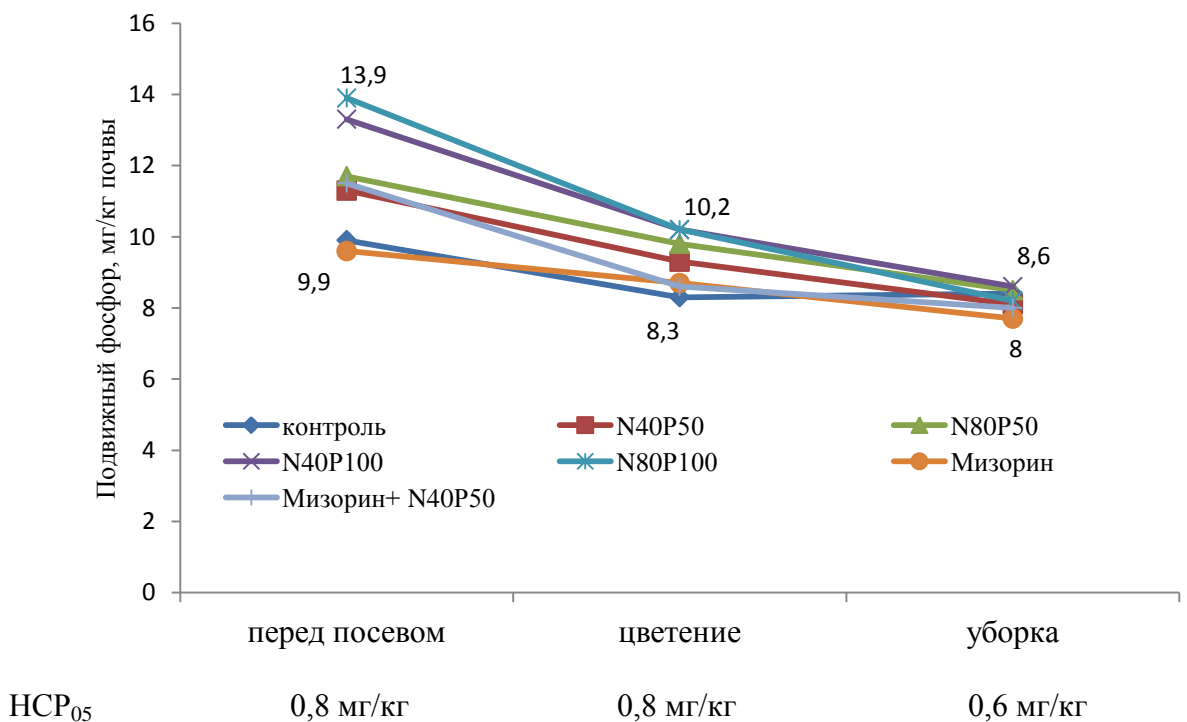
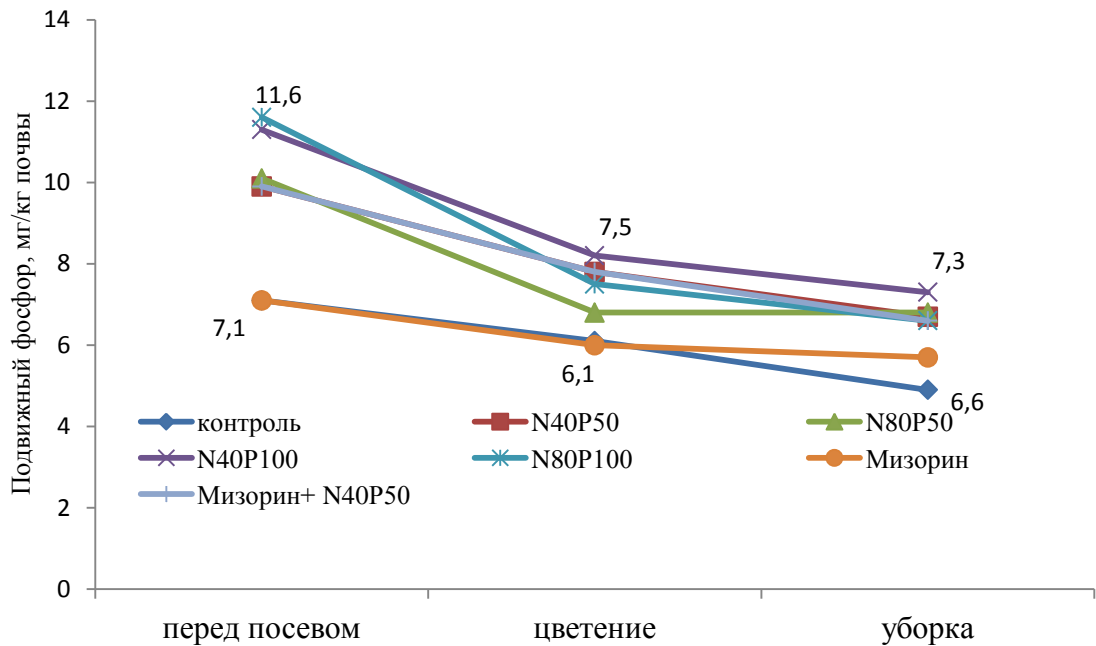


Рисунок 9 - Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., мг/кг почвы. Гибрид Донской 1448



НСР₀₅ 0,6 мг/кг 1,1 мг/кг 0,7 мг/кг

Рисунок 10 - Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., мг/кг почвы. Гибрид Патриот

Увеличение дозы аммофоса до 200 кг/га повышало обеспеченность почвы к посеву подсолнечника на опытных делянках с гибридом Донской 1448 на 3,4-4,0 мг/кг или на 34,3-40,4%, с гибридом Патриот на 4,2-4,5 мг/кг или на 59,0-63,4%. При этом применение аммофоса в этой дозе способствовало повышению класса обеспеченности почвы подвижным фосфором из очень низкой к низкой.

На всех вариантах опыта от момента сева и до момента уборки подсолнечника отмечено уменьшение количества доступного P_2O_5 в почве.

В среднем за вегетацию подсолнечника гибрида Донской 1448 внесение аммофоса осенью под основную обработку почвы в дозе 200 кг/га повышало математически достоверно количество P_2O_5 в сорокасантиметровом слое по сравнению с вариантом без использования удобрений на 2,4 мг/кг почвы или на 27,3%, а при выращивании гибрида Патриот на 2,7-2,9 мг/кг или на 44,3-47,5% (рисунок 11 и рисунок 12).

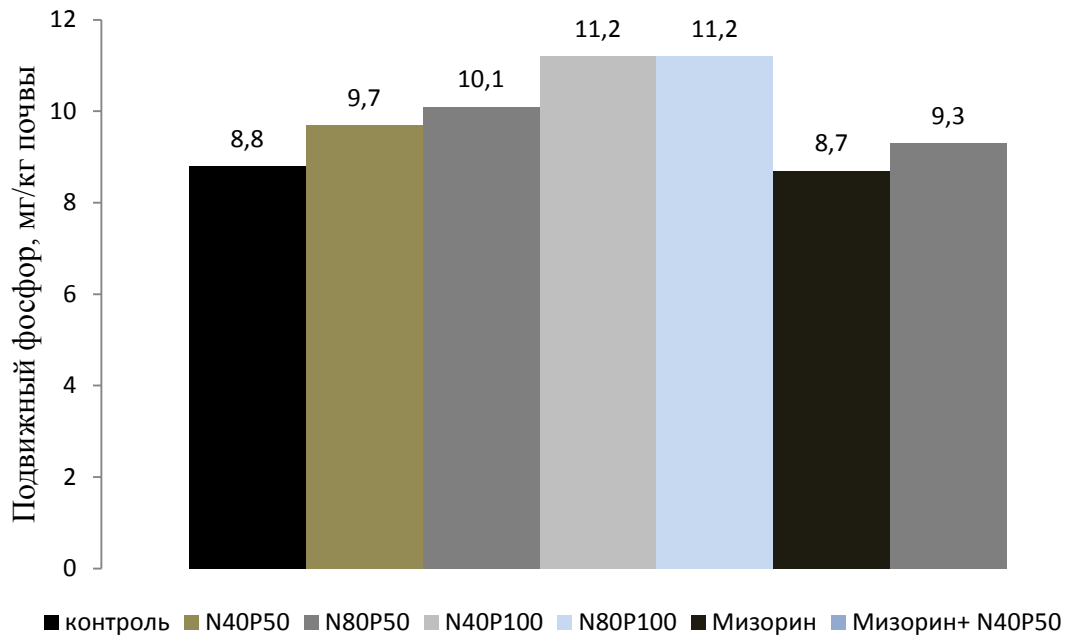


Рисунок 11 – Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за вегетацию подсолнечника, мг/кг почвы. Гибрид Донской 1448. В среднем за 2012-2014 гг.

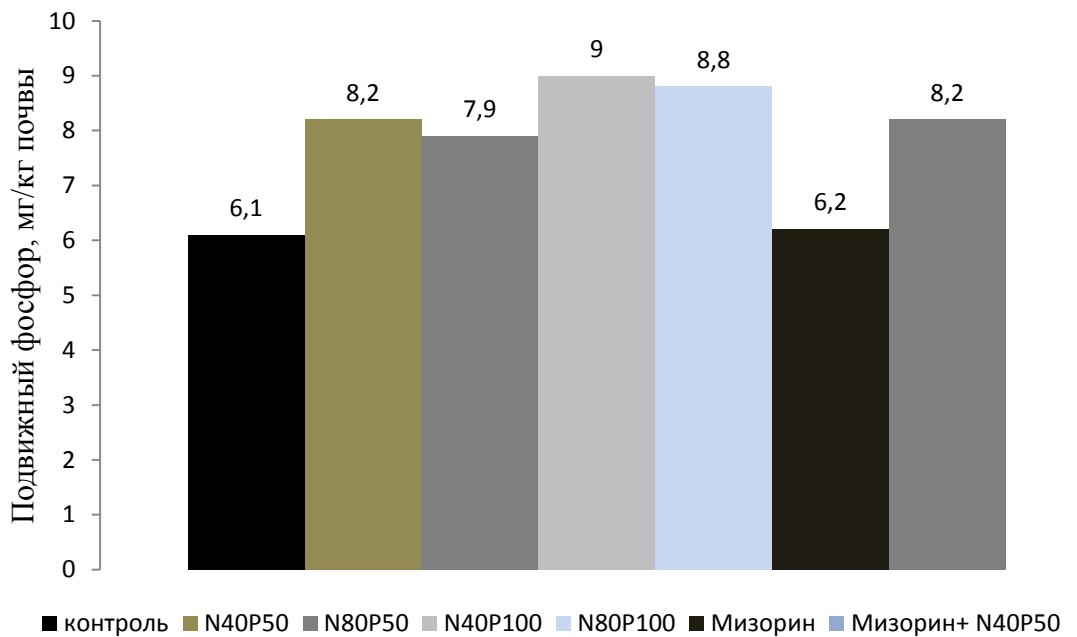


Рисунок 12 – Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за вегетацию подсолнечника, мг/кг почвы. Гибрид Патриот. В среднем за 2012-2014 гг.

3.2.3 Содержание обменного калия в почве в течение вегетации подсолнечника

К моменту сева гибридов подсолнечника в годы исследований под обоими гибридами на варианте без применения удобрений обеспеченность почвы в слое 0-40 см обменным калием по градации Мачигина соответствовала повышенной (301-400 мг/кг почвы), (таблица 6 и таблица 7).

Изменения в содержании обменного калия в почве под обоими гибридами подсолнечника на контрольном варианте была достаточно сходными и характеризовалась снижением его количества от посева до фазы полной спелости (Van Dist, A. 1987). Это бесспорно связано с поглощением обменного калия растениями подсолнечника и уменьшением вследствие необменной фиксации при снижении влажности почвы (Schneider, A., 1997). Но в острозасушливом 2014 году на контрольном варианте снижение количества обменного калия в почве происходило до фазы цветения при выращивании гибрида Донской 1448, в 2013 году при благоприятных условиях влагообеспеченности почвы у гибрида Патриот. По-видимому, данное различие можно объяснить не только условиями увлажнения, но биологическими особенностями изучаемых гибридов.

Применение хлористого калия под вспашку почвы в дозе K_2O_{50} не оказывало к моменту сева подсолнечника достоверного влияния на повышение содержания обменного калия в сорокасантиметровом слое почвы, потому что различия между вариантами опыта являются математически недостоверными.

На вариантах с внесением минеральных удобрений динамика обменного калия в течение вегетации под обоими гибридами имела разнонаправленный характер. Поэтому более объективную оценку даёт усреднение этих данных за 2012-2014 гг.

Таблица 6 - Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см, мг/кг почвы.
Гибрид Донской 1448

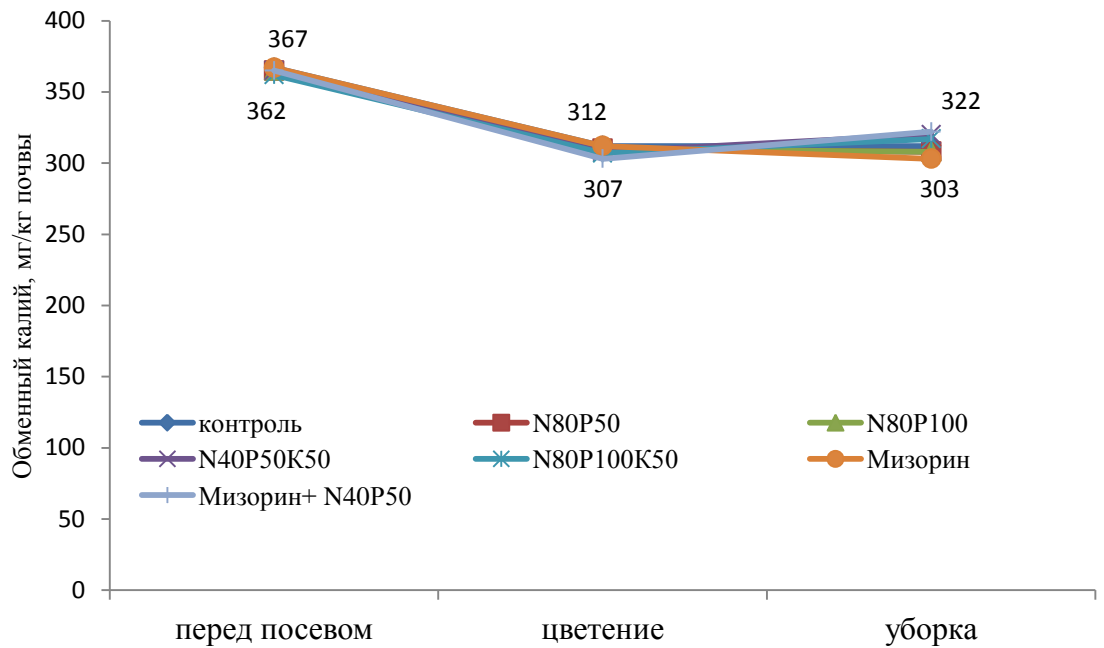
Варианты	Срок отбора				Среднее за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
2012 г.					
контроль	390	360	325	315	348
N ₄₀ P ₅₀	395	375	330	320	355
N ₈₀ P ₅₀	385	380	325	310	350
N ₄₀ P ₁₀₀	390	375	305	295	341
N ₈₀ P ₁₀₀	385	360	335	310	348
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	395	360	315	290	340
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	385	350	305	280	325
Мизорин	385	350	330	290	339
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	390	370	325	320	351
НСР ₀₅	F _ф <F _{теор.}	19	12	13	12
2013 г.					
контроль	325	315	290	270	300
N ₄₀ P ₅₀	340	310	300	280	308
N ₈₀ P ₅₀	330	308	285	275	300
N ₄₀ P ₁₀₀	340	295	295	285	304
N ₈₀ P ₁₀₀	335	305	285	275	300
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	310	300	290	310	303
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	320	295	285	300	300
Мизорин	325	310	285	280	300
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	320	310	275	270	294
НСР ₀₅	F _ф <F _{теор.}	F _ф <F _{теор.}	F _ф <F _{теор.}	F _ф <F _{теор.}	F _ф <F _{теор.}
2014 г.					
контроль	385	340	320	350	349
N ₄₀ P ₅₀	380	350	315	330	344
N ₈₀ P ₅₀	380	350	320	340	348
N ₄₀ P ₁₀₀	390	320	300	360	343
N ₈₀ P ₁₀₀	375	360	310	340	346
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	390	340	320	360	353
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	380	350	330	371	358
Мизорин	390	330	320	365	351
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	385	340	310	377	353
НСР ₀₅	F _ф <F _{теор.}	8	F _ф <F _{теор.}	9	10

Таблица 7 - Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см, мг/кг почвы. Гибрид Патриот

Варианты	Срок отбора				Среднее за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
2012 г.					
контроль	350	300	310	295	314
N ₄₀ P ₅₀	345	295	295	305	310
N ₈₀ P ₅₀	355	295	305	300	314
N ₄₀ P ₁₀₀	345	300	315	290	313
N ₈₀ P ₁₀₀	355	315	305	295	318
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	370	330	315	290	326
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	372	320	310	285	322
Мизорин	350	320	310	300	320
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	355	295	300	280	308
НСР ₀₅	F _ф <F _{теор}	12	F _ф <F _{теор}	F _ф <F _{теор}	10
2013 г.					
контроль	360	315	280	290	311
N ₄₀ P ₅₀	370	310	290	305	319
N ₈₀ P ₅₀	360	295	275	310	310
N ₄₀ P ₁₀₀	375	290	285	305	314
N ₈₀ P ₁₀₀	370	285	280	315	313
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	365	290	290	315	315
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	375	315	285	305	320
Мизорин	350	340	290	310	323
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	360	315	285	305	316
НСР ₀₅	F _ф <F _{теор}	15	F _ф <F _{теор}	F _ф <F _{теор}	12
2014 г.					
контроль	400	390	350	310	363
N ₄₀ P ₅₀	390	380	360	330	365
N ₈₀ P ₅₀	395	370	350	300	354
N ₄₀ P ₁₀₀	400	380	340	330	363
N ₈₀ P ₁₀₀	390	380	350	310	358
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	415	390	360	310	369
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	400	380	370	320	368
Мизорин	390	360	340	310	350
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	380	380	350	305	354
НСР ₀₅	F _ф <F _{теор}	10	18	F _ф <F _{теор}	8

В среднем за 3 года полевых опытов перед посевом обоих гибридов подсолнечника содержание обменного калия было практически одинаковым

и составило в слое почвы 0-40 см 367-382 мг/кг почвы (рисунок 13 и рисунок 14).



НСР₀₅

$F_{ф} < F_{теор}$

$F_{ф} < F_{теор}$

10 мг/кг

Рисунок 13 - Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., мг/кг почвы. Гибрид Донской 1448

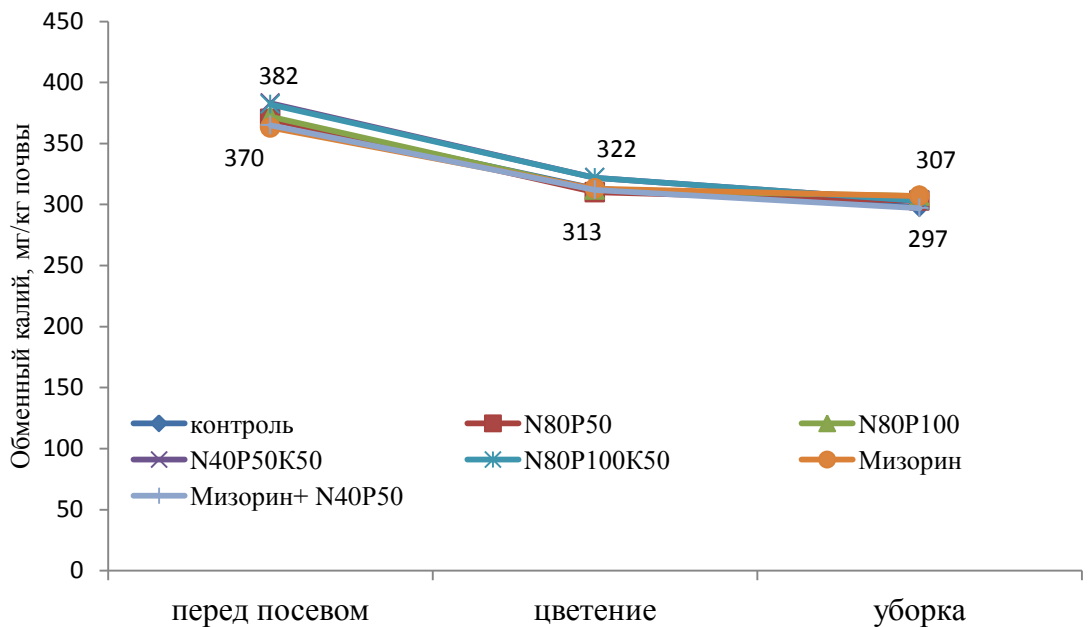


Рисунок 14 - Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., мг/кг почвы. Гибрид Патриот

На всех вариантах опыта с гибридом Патриот снижение количества обменного калия в слое почвы 0-40 см происходило от посева и до уборки подсолнечника. С гибридом Донской 1448 уменьшение происходило до фазы цветения. После фазы цветения оставалось на прежнем уровне обеспеченности или незначительно повышалось.

4 ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ И СОДЕРЖАНИЕ В НИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

4.1 Влияние удобрений на формирование вегетативной массы растений подсолнечника

На образование вегетативной массы растений подсолнечника обоих гибридов в годы проведения полевых опытов существенное влияние оказывало наличие запасов продуктивной влаги и обеспеченность почвы доступными элементами питания.

Наибольшие биометрические показатели растений подсолнечника в фазу бутонизация на контрольном варианте сформированы в 2012 году (таблица 8 и таблица 9).

Таблица 8 – Биометрические показатели растений подсолнечника в фазу бутонизация, см. Гибрид Донской 1448

Варианты	Высота, см			Масса 1 сырого растения, г		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
контроль	74	65	52	185	153	105
N ₄₀ P ₅₀	76	67	55	203	155	118
N ₈₀ P ₅₀	77	70	59	210	162	123
N ₄₀ P ₁₀₀	78	68	57	205	165	125
N ₈₀ P ₁₀₀	81	70	60	220	175	133
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	77	68	62	210	166	129
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	82	71	64	220	177	135
ПГ-5	75	66	54	189	158	103
Флавобактерин	77	68	58	195	163	111
Мизорин 7	74	66	55	190	155	108
17-1	75	67	55	192	158	105
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	76	69	56	202	162	120
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобак- терин	81	72	60	210	174	123
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	76	70	58	203	170	118
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	74	71	57	198	168	112
НСР ₀₅	2	3	3	10	8	5

Таблица 9 - Биометрические показатели растений подсолнечника в фазу бутонизация, см. Гибрид Патриот

Варианты	Высота, см			Масса 1 сырого растения, г		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
контроль	66	63	50	170	160	101
N ₄₀ P ₅₀	69	65	52	184	169	110
N ₈₀ P ₅₀	72	66	55	195	170	119
N ₄₀ P ₁₀₀	70	67	53	188	168	117
N ₈₀ P ₁₀₀	74	71	58	196	174	128
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	71	69	56	190	169	122
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	75	70	58	202	175	130
ПГ-5	70	68	54	178	170	112
Флавобактерин	65	66	53	171	163	105
Мизорин 7	71	68	52	180	172	125
17-1	67	66	54	178	169	108
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	73	69	54	186	180	115
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобак- терин	69	68	56	192	168	116
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	71	69	56	188	172	120
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	68	70	56	192	170	116
НСР ₀₅	4	3	2	6	10	9

Это было достигнуто благодаря благоприятным погодным условиям на начальном этапе вегетации культуры, максимальному количеству запасов почвенной влаги в слое почвы 0-100 см 186-204 мм и нитратного азота в слое 0-60 см 77,7-144,7 кг/га.

В последующие годы проведения полевых опытов из-за ухудшения погодных условий и, прежде всего, обеспеченности почвы продуктивной влагой и элементами минерального питания, биометрические показатели растений подсолнечника были меньше.

Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов обеспечивало улучшение в формировании биометрических показателей растений. Влияние применяемых минеральных удобрений на увеличение высоты и массы растений подсолнечника было практически одинаковым в годы проведения исследований. В фазу бутонизация подсолнечника высота расте-

ний обоих гибридов повышалась под влиянием минеральных удобрений в дозе $N_{80}P_{100}$ и полного минерального удобрения в дозе $N_{80}P_{100}K_{50}$.

Следовательно, на фоне низкой и очень низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором по Мачигину применение азотных удобрений в дозе 80 кг/га обеспечивало оптимизацию азотно-фосфорного питания растений подсолнечника.

Наибольшее влияние на биометрические показатели растений подсолнечника в фазу бутонизация при выращивании гибрида Донской 1448, как на фоне с внесением минеральных удобрений, так и без них оказывало применение биологического препарата Флавобактерин, а при возделывании гибрида Патриот – ПГ-5 и Мизорин 7.

В среднем за годы проведения полевых опытов на варианте без применения удобрений высота растений гибрида Донской 1448 в фазу бутонизация составила 64 см, а масса – 148 г, у гибрида Патриот 60 см и 144 г соответственно (таблица 10 и таблица 11).

Формирование максимальных биометрических показателей растений подсолнечника при выращивании обоих гибридов обеспечило применение полного минерального удобрения в дозе $N_{80}P_{100}K_{50}$.

Увеличение высоты растений гибрида Донской 1448 по сравнению с контрольным вариантом в фазу бутонизация в среднем за 3 года достигало 8 см или 13,0%, а массы – 29 г или 19,8%, у гибрида Патриот – 8 см или 12,8% и 25 г или 17,4% соответственно.

Биологические препараты оказали наибольшее влияние на биометрические показатели растений гибрида Донской 1448 при использовании штамма Флавобактерин, как на естественном фоне плодородия, так и на фоне азотно-фосфорных удобрений. При возделывании гибрида Патриот максимальные значения высоты и массы растений подсолнечника достигнуты от действия штамма Мизорин 7, а на фоне азотно-фосфорных удобрений Мизорин 7 и ПГ-5. Но увеличение биометрических показателей растений обоих гибридов

на вариантах с биологическими препаратами существенно меньше, чем на оптимальном варианте с полным минеральным удобрением.

Таблица 10 - Биометрические показатели растений в фазу бутонизация, см. Гибрид Донской 1448

Варианты	Высота, см			Масса 1 сырого растения, г		
	среднее за 2012-2014 гг.	прибавка к контролю		среднее за 2012-2014 гг.	прибавка к контролю	
		см	%		см	%
контроль	64	-	-	148	-	-
N ₄₀ P ₅₀	66	2	3,1	159	11	7,2
N ₈₀ P ₅₀	69	5	7,3	165	17	11,5
N ₄₀ P ₁₀₀	68	4	5,7	165	17	11,5
N ₈₀ P ₁₀₀	70	6	9,9	176	28	18,9
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	69	5	7,8	168	20	13,7
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	72	8	13,0	177	29	19,8
ПГ-5	65	1	1,6	150	2	1,4
Флавобактерин	68	4	5,7	155	7	5,0
Мизорин 7	65	1	1,6	151	3	2,0
17-1	66	2	2,6	153	5	3,2
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	67	3	4,7	161	13	9,0
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	71	7	10,9	169	21	14,2
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	68	4	6,3	164	16	10,6
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	67	3	5,2	159	11	7,7
НСР ₀₅	2	-	-	7	-	-

В фазу цветения закономерности во влиянии удобрений на биометрические показатели растений подсолнечника, отмеченные в предыдущий срок учета, сохранились. Формирование вегетативной массы растений обоих гибридов в первую очередь зависело от запасов продуктивной влаги в почве в течение вегетации.

Таблица 11 - Биометрические показатели растений подсолнечника в фазу бутонизация, см. Гибрид Патриот. Среднее за 2012-2014 гг.

Варианты	Высота, см			Масса 1 сырого растения, г		
	среднее за 2012-2014 гг.	прибавка к контролю		среднее за 2012-2014 гг.	прибавка к контролю	
		см	%		см	%
контроль	60	-	-	144	-	-
N ₄₀ P ₅₀	62	2	3,3	154	10	7,2
N ₈₀ P ₅₀	64	4	7,2	161	17	12,0
N ₄₀ P ₁₀₀	63	3	5,6	158	14	9,5
N ₈₀ P ₁₀₀	68	8	12,8	166	22	15,3
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	65	5	8,9	160	16	11,3
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	68	8	12,8	169	25	17,4
ПГ-5	64	4	6,7	153	9	6,5
Флавобактерин	61	1	2,2	146	2	1,6
Мизорин 7	64	4	6,1	159	15	10,4
17-1	62	2	3,9	152	8	5,3
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	65	5	8,9	160	16	11,3
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобак-терин	64	4	7,2	159	15	10,2
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	65	5	8,9	160	16	11,1
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	65	5	7,8	159	15	10,6
НСР ₀₅	2	-	-	8	-	-

Наибольшие биометрические показатели обоих гибридов сформированы в 2012 г., наименьшие – в 2014 году (таблица 12 и таблица 13). В блоке вариантов с минеральными удобрениями максимальное влияние на высоту и массу растений обоих гибридов оказало применение полного минерального удобрения в дозе N₈₀P₁₀₀K₅₀.

В фазу цветения наибольшее влияние на биометрические показатели растений оказало применение биопрепарата Флавобактерин при выращивании гибрида Донской 1448, как на фоне естественного плодородия, так и на азотно-фосфорном фоне, при возделывании гибрида Патриот – биопрепарат Мизорин 7.

Таблица 12 - Биометрические показатели растений подсолнечника в фазу цветения, см. Гибрид Донской 1448

Варианты	Высота, см			Масса 1 сырого растения, г		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
контроль	172	166	158	905	827	782
N ₄₀ P ₅₀	175	170	163	1052	936	835
N ₈₀ P ₅₀	180	172	168	1220	984	877
N ₄₀ P ₁₀₀	177	175	165	1106	971	832
N ₈₀ P ₁₀₀	182	178	171	1301	1010	885
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	186	176	170	1170	992	862
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	190	180	174	1390	1130	895
ПГ-5	174	168	160	990	825	795
Флавобактерин	182	173	166	1090	883	891
Мизорин 7	177	168	160	1065	840	826
17-1	175	170	166	1040	852	835
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	178	170	160	1130	985	841
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобак- терин	179	174	164	1220	1005	895
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	177	175	166	1170	923	862
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	175	172	163	1092	922	884
НСР ₀₅	4	3	5	33	28	22

Таблица 13 - Биометрические показатели растений подсолнечника в фазу цветения, см. Гибрид Патриот

Варианты	Высота, см			Масса 1 сырого растения, г		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
контроль	161	155	153	830	750	736
N ₄₀ P ₅₀	168	162	155	952	825	763
N ₈₀ P ₅₀	174	175	158	988	920	832
N ₄₀ P ₁₀₀	170	166	160	975	832	795
N ₈₀ P ₁₀₀	172	179	165	990	935	808
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	177	166	166	1070	950	776
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	179	184	170	1150	1120	812
ПГ-5	162	155	150	932	770	756
Флавобактерин	168	160	156	940	776	762
Мизорин 7	165	168	165	955	785	770
17-1	161	174	160	926	763	730
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	166	177	171	960	824	778
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобак- терин	170	176	174	971	832	792
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	175	182	178	984	875	806
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	170	175	174	932	850	784
НСР ₀₅	6	4	4	27	18	22

В среднем за 2012-2014 гг. в фазу цветения на контрольном варианте высота растений гибрида Донской 1448 составила 165 см, а масса – 838 г (таблица 14). Несколько меньше эти показатели были у гибрида Патриот – 156 см и 772 г (таблица 15).

Таблица 14 – Биометрические показатели растений подсолнечника в фазу цветения. Гибрид Донской 1448. Среднее за 2012-2014 гг.

Варианты	Высота, см			Масса 1 сырого растения, г		
	среднее за 2012-2014 гг.	прибавка к контролю		среднее за 2012-2014 гг.	прибавка к контролю	
		см	%		см	%
контроль	165	-	-	838	-	-
N ₄₀ P ₅₀	169	4	2,6	941	103	12,3
N ₈₀ P ₅₀	173	8	5,1	1027	189	22,6
N ₄₀ P ₁₀₀	172	7	4,4	970	132	15,7
N ₈₀ P ₁₀₀	177	12	7,3	1065	227	27,1
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	177	12	7,5	1008	170	20,3
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	181	16	9,9	1138	300	35,8
ПГ-5	167	2	1,4	870	32	3,8
Флавобактерин	174	9	5,3	955	117	13,9
Мизорин 7	168	3	2,0	910	72	8,6
17-1	170	5	3,2	909	71	8,5
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	169	4	2,6	985	147	17,6
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	172	7	4,4	1040	202	24,1
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	173	8	4,6	985	147	17,5
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	170	5	3,0	966	128	15,3
НСР ₀₅	3			88		

Максимальные биометрические показатели растений подсолнечника обоих гибридов получены в фазу цветения от действия полного минерального удобрения. Его применение в наибольшей дозе N₈₀P₁₀₀K₅₀ по сравнению с контрольным вариантом увеличивало высоту растений гибрида Донской 1448 в фазу цветения на 16 см или на 9,9%, а массу – на 300 г или на 35,8%, у гибрида Патриот – на 22 см или на 13,9% и на 255 г или на 33,1%.

Таблица 15 - Биометрические показатели растений подсолнечника в фазу цветения. Гибрид Патриот. Среднее за 2012-2014 гг.

Варианты	Высота, см			Масса 1 сырого растения, г		
	среднее за 2012-2014 гг.	прибавка к контролю		среднее за 2012-2014 гг.	прибавка к контролю	
		см	%		см	%
контроль	156	-	-	772	-	-
N ₄₀ P ₅₀	162	6	3,6	847	75	9,7
N ₈₀ P ₅₀	169	13	8,3	913	141	18,3
N ₄₀ P ₁₀₀	165	9	6,0	867	95	12,3
N ₈₀ P ₁₀₀	172	16	10,3	911	139	18,0
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	170	14	8,8	932	160	20,7
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	178	22	13,9	1027	255	33,1
ПГ-5	156	0	0	819	47	6,1
Флавобактерин	161	5	3,4	826	54	7,0
Мизорин 7	166	10	6,4	837	65	8,4
17-1	165	9	5,8	806	34	4,4
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	171	15	9,8	854	82	10,6
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобак-терин	173	17	11,1	865	93	12,0
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	178	22	14,3	888	116	15,1
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	173	17	10,9	855	83	10,8
НСП ₀₅		8			73	

Действие биопрепарата Флавобактерин на биометрические показатели растений подсолнечника Донской 1448 было наибольшим по сравнению с другими штаммами. Высота растений возрасла по сравнению с контрольным вариантом на 5,3%, а масса на 13,9% на фоне без минеральных удобрений. При применении минеральных удобрений увеличивалась только масса 1 сырого растения ещё на 10,2%.

На гибриде Патриот более эффективно было применение биопрепарата Мизорин 7. Увеличение высоты растений по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений составило 6,4%, а массы – 8,4%. На фоне минеральных удобрений прибавки составили в повышении высоты 14,3%, а массы – 15,1%.

4.2 Содержание элементов питания в растениях подсолнечника

В фазу бутонизация подсолнечника в 2012 году при выращивании гибридов разного срока созревания отмечены различные тенденции в накоплении NPK в сухой массе растений. На всех вариантах с минеральными удобрениями в растениях гибрида Донской 1448 концентрация фосфора и калия математически достоверно увеличивалась по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений (таблица 16). При выращивании гибрида Патриот содержание РК в эту фазу практически оставалось на уровне варианта без применения удобрений (таблица 17). Концентрация азота, наоборот, на всех вариантах с применением минеральных удобрений в сухом веществе растений гибрида Патриот математически достоверно увеличивалась на 0,15-0,76% в абсолютном выражении. В растениях гибрида Донской 1448 содержание азота оставалось на уровне контроля, за исключением вариантов с максимальными дозами удобрений $N_{80}P_{100}$ и $N_{80}P_{100}K_{50}$, на которых отмечено статистически достоверное снижение на 0,09-0,12%. Возможно, снижение содержания азота в растениях связано с нарастание максимальной надземной массы растений на данных вариантах опыта и эффектом «ростового разбавления».

Иннокуляция семян подсолнечника штаммами биопрепаратов без внесения минеральных удобрений в фазу бутонизация не оказало существенного влияния на концентрацию NPK в растениях обоих гибридов.

На фоне минеральных удобрений применение ассоциативных азотфиксаторов увеличивало содержание всех макроэлементов в растениях подсолнечника гибрида Донской 1448. Но в растениях гибрида Патриот повышалась только концентрация азота.

Таблица 16 - Содержание NPK в растениях подсолнечника в 2012 году, % на сухое вещество. Гибрид Донской 1448

Варианты	Бутонизация			Цветение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
контроль	3,27	0,34	1,56	3,31	0,64	3,06
N ₄₀ P ₅₀	3,22	0,48	1,84	3,57	0,71	2,26
N ₈₀ P ₅₀	3,31	0,43	1,71	3,99	0,73	2,89
N ₄₀ P ₁₀₀	3,28	0,44	1,78	4,00	0,83	2,90
N ₈₀ P ₁₀₀	3,18	0,58	1,88	3,93	0,86	2,63
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	3,27	0,44	1,96	4,17	0,77	2,96
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	3,15	0,53	1,86	4,27	0,86	2,77
ПГ-5	3,31	0,33	1,60	3,42	0,66	3,05
Флавобактерин	3,28	0,40	1,63	3,50	0,70	3,14
Мизорин 7	3,31	0,42	1,59	3,47	0,67	3,10
17-1	3,20	0,40	1,66	3,43	0,68	3,12
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	3,75	0,49	1,85	3,64	0,74	2,81
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	3,74	0,43	1,88	3,81	0,82	2,78
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	3,56	0,42	1,80	3,85	0,77	2,86
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	3,61	0,45	1,78	3,69	0,83	2,74
НСР ₀₅	0,07	0,06	0,10	0,10	0,07	0,11
полная спелость						
варианты	вегетативная масса			семена		
контроль	0,59	0,27	3,05	2,92	0,38	1,41
N ₄₀ P ₅₀	0,62	0,24	3,11	3,06	0,35	1,45
N ₈₀ P ₅₀	0,60	0,24	3,10	3,05	0,40	1,46
N ₄₀ P ₁₀₀	0,62	0,23	3,14	3,02	0,44	1,42
N ₈₀ P ₁₀₀	0,65	0,25	3,25	3,00	0,47	1,47
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	0,50	0,24	3,17	3,05	0,39	1,49
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	0,66	0,25	3,26	3,03	0,48	1,42
ПГ-5	0,55	0,21	2,95	2,87	0,37	1,45
Флавобактерин	0,50	0,20	2,86	2,91	0,40	1,52
Мизорин 7	0,56	0,23	2,90	2,86	0,41	1,44
17-1	0,59	0,25	2,97	2,92	0,40	1,49
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	0,60	0,25	3,12	3,12	0,37	1,52
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	0,63	0,23	3,20	3,20	0,42	1,43
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	0,59	0,25	3,23	3,11	0,40	1,52
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	0,63	0,22	3,20	3,22	0,41	1,44
НСР ₀₅	0,05	0,05	0,08	0,06	0,04	0,11

Таблица 17 - Содержание NPK в растениях подсолнечника в 2012 году, % на сухое вещество. Гибрид Патриот

Варианты	Бутонизация			Цветение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
контроль	3,19	0,49	1,91	3,36	0,55	3,23
N ₄₀ P ₅₀	3,85	0,46	2,05	3,20	0,62	2,28
N ₈₀ P ₅₀	3,95	0,46	2,07	3,18	0,70	2,86
N ₄₀ P ₁₀₀	3,34	0,50	2,04	3,23	0,68	2,49
N ₈₀ P ₁₀₀	3,51	0,51	2,02	3,19	0,62	2,74
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	3,64	0,47	1,96	3,24	0,63	2,32
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	3,56	0,51	1,91	3,16	0,69	2,44
ПГ-5	3,30	0,44	1,95	3,88	0,51	3,15
Флавобактерин	3,41	0,45	1,99	3,92	0,49	3,20
Мизорин 7	3,28	0,47	1,87	3,84	0,50	3,24
17-1	3,32	0,42	1,90	3,96	0,48	3,26
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	3,17	0,51	1,92	3,87	0,62	2,71
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	3,23	0,53	1,89	3,64	0,66	2,43
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	3,15	0,44	1,97	3,66	0,69	2,37
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	3,22	0,50	1,92	3,53	0,58	2,73
НСР ₀₅	0,06	0,05	0,11	0,08	0,06	0,12
полная спелость						
варианты	вегетативная масса			семена		
контроль	1,02	0,22	2,69	2,65	0,32	1,77
N ₄₀ P ₅₀	1,11	0,24	2,74	2,60	0,30	1,68
N ₈₀ P ₅₀	1,16	0,25	2,80	2,68	0,32	1,71
N ₄₀ P ₁₀₀	1,06	0,22	2,77	2,72	0,39	1,82
N ₈₀ P ₁₀₀	1,20	0,26	2,99	2,68	0,38	1,69
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,08	0,24	2,85	2,74	0,35	1,74
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,18	0,26	3,05	2,86	0,37	1,80
ПГ-5	0,96	0,20	2,66	2,59	0,28	1,69
Флавобактерин	0,92	0,22	2,74	2,52	0,26	1,72
Мизорин 7	1,00	0,23	2,60	2,56	0,25	1,77
17-1	1,08	0,20	2,75	2,49	0,30	1,80
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	1,05	0,28	2,85	2,71	0,33	1,84
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	0,98	0,26	2,92	2,74	0,35	1,82
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	1,04	0,25	2,75	2,81	0,36	1,69
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,12	0,24	2,90	2,69	0,32	1,72
НСР ₀₅	0,09	0,04	0,12	0,08	0,05	0,10

Вероятно, наибольшее влияние на различия в поглощении макроэлементов растениями оказали не только биологические особенности гибридов на фоне высокой влагообеспеченности в 2012 году, но и существенная разница в содержании нитратного азота перед посевом 144,7 кг/га у гибрида Донской 1448 и 77,7 кг/га у гибрида Патриот.

Более высокая обеспеченность почвы нитратным азотом обеспечило усиленное «стартовое» развитие штаммов азотфиксаторов, что нашло отражение в формировании наибольших биометрических показателей в фазу бутонизация растениями гибрида Донской 1448.

При одинаковом содержании азота в сухом веществе растений подсолнечника обоих гибридов в фазу цветения на контрольном варианте 3,31-3,36% тенденции в накоплении этого макроэлемента под влиянием минеральных удобрений имели противоположную направленность по сравнению с предыдущим сроком учета в фазу бутонизация. В растениях гибрида Донской 1448 концентрация азота повышалась по сравнению с вариантом без минеральных удобрений на 0,62-0,96% и увеличивалась до максимума 4,17-4,27% на вариантах с NPK. В растениях гибрида Патриот, наоборот, концентрация азота снижалась математически достоверно на 0,12-0,20%. В поглощении фосфора и калия растениями обоих гибридов отмечены одинаковые тенденции. Его содержание возрастало под действием минеральных удобрений, а калия, наоборот, снижалось по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений.

На вариантах с применением биопрепаратов в фазу цветения в растениях обоих гибридов концентрация азота увеличивалась как на фоне внесения минеральных удобрений, так и без них. Содержание фосфора повышалась под влиянием фосфорных удобрений, а калия, наоборот, снижалось. На варианте без применения минеральных удобрений существенных изменений в концентрации фосфора и калия в растениях подсолнечника обоих гибридов под влиянием биопрепаратов не отмечено.

В вегетативной массе подсолнечника в фазу полной спелости обоих гибридов максимальная концентрация азота и калия обеспечило применение минеральных удобрений в наибольших дозах $N_{80}P_{100}$ и $N_{80}P_{100}K_{50}$. Содержание фосфора практически не изменялось под действием изучаемых агрохимических приемов.

Математически достоверное увеличение концентрации азота в основной продукции растений гибрида Донской 1448 по сравнению вариантом без применения минеральных удобрений обеспечивало внесение минеральных удобрений во всех дозах, а в маслосеменах гибрида Патриот только при использовании наибольших доз.

Биологические препараты способствовали повышению концентрации азота в маслосеменах двух гибридов по сравнению с вариантом без применения удобрений лишь при внесении минеральных удобрений. Содержание общего фосфора повышалось по сравнению с вариантом без применения удобрений под действием фосфорсодержащих удобрений, которые были внесены осенью под вспашку почвы в дозе 100 кг/га. Но при этом концентрация калия в маслосеменах сохранялась на уровне содержания в маслосеменах варианта без применения минеральных удобрений.

В 2013 году в фазу бутонизация растений гибридов подсолнечника под действием азотных удобрений, применение которых было осуществлено до посева в дозах 40 и 80 кг/га, концентрация азота возрастала с 2,99% на контрольном варианте до 3,22-3,40% в растениях подсолнечника гибрида Донской 1448 и с 3,11% до 3,55-4,03% у гибрида Патриот (таблица 18 и таблица 19). Вероятно, более высокое содержание азота в растениях гибрида Патриот обусловлено не только биологическими особенностями гибридов, но и наибольшим содержанием в почве нитратного азота в предпосевной период в этот год опытов 72,3 кг/га, а у гибрида Донской 1448 – 56,7 кг/га.

Таблица 18 - Содержание NPK в растениях подсолнечника в 2013 году, % на сухое вещество. Гибрид Донской 1448

Варианты	Бутонизация			Цветение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
контроль	2,99	0,88	3,45	2,56	0,57	1,97
N ₄₀ P ₅₀	3,22	0,92	3,59	2,59	0,59	2,66
N ₈₀ P ₅₀	3,31	0,95	3,87	2,54	0,57	2,67
N ₄₀ P ₁₀₀	3,26	0,96	3,37	2,55	0,54	2,44
N ₈₀ P ₁₀₀	3,30	0,98	3,84	2,49	0,57	2,65
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	3,37	0,92	3,62	2,55	0,54	2,05
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	3,40	1,05	4,02	2,59	0,57	2,41
ПГ-5	3,01	0,78	3,48	2,50	0,48	2,30
Флавобактерин	3,10	0,80	3,45	2,48	0,45	2,26
Мизорин 7	3,05	0,84	3,42	2,36	0,42	2,21
17-1	3,12	0,83	3,43	2,40	0,45	2,32
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	3,25	0,82	3,68	2,96	0,70	2,06
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	3,31	0,86	3,62	3,01	0,66	2,47
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	3,23	0,78	3,70	2,73	0,79	2,25
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	3,25	0,82	3,81	2,93	0,69	2,31
НСР ₀₅	0,06	0,04	0,11	0,08	0,05	0,12
полная спелость						
варианты	вегетативная масса			семена		
контроль	1,21	0,26	3,31	3,69	0,37	1,32
N ₄₀ P ₅₀	1,18	0,31	3,34	3,68	0,38	1,28
N ₈₀ P ₅₀	1,25	0,31	3,36	3,92	0,40	1,32
N ₄₀ P ₁₀₀	1,20	0,32	3,40	3,76	0,36	1,28
N ₈₀ P ₁₀₀	1,28	0,35	3,43	3,87	0,41	1,35
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,21	0,32	3,37	3,70	0,35	1,32
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,29	0,36	3,39	3,90	0,40	1,35
ПГ-5	1,17	0,27	3,34	3,66	0,38	1,30
Флавобактерин	1,15	0,27	3,30	3,79	0,35	1,33
Мизорин 7	1,20	0,28	3,40	3,69	0,38	1,29
17-1	1,22	0,27	3,35	3,43	0,38	1,27
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	1,25	0,31	3,27	3,72	0,35	1,30
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	1,28	0,30	3,27	3,81	0,39	1,29
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	1,26	0,32	3,36	3,75	0,38	1,33
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,25	0,29	3,31	3,94	0,38	1,30
НСР ₀₅	0,04	0,03	0,11	0,08	0,03	0,06

Таблица 19 - Содержание NPK в растениях подсолнечника в 2013 году, % на сухое вещество. Гибрид Патриот

Варианты	Бутонизация			Цветение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
контроль	3,11	1,00	3,22	2,98	0,82	2,41
N ₄₀ P ₅₀	3,55	1,19	3,17	2,89	0,80	2,22
N ₈₀ P ₅₀	3,94	1,23	3,16	2,96	0,77	2,68
N ₄₀ P ₁₀₀	4,03	1,41	3,15	3,72	0,84	2,52
N ₈₀ P ₁₀₀	3,82	1,32	3,26	3,33	0,86	2,31
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	3,86	1,24	3,21	3,51	0,80	3,34
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	3,77	1,34	3,27	3,33	0,84	3,10
ПГ-5	3,10	1,02	3,25	2,96	0,65	2,30
Флавобактерин	3,08	1,04	3,32	3,03	0,70	2,45
Мизорин 7	3,13	1,03	3,15	2,98	0,72	2,48
17-1	3,15	1,01	3,20	2,95	0,75	2,51
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	3,84	1,26	3,47	3,51	0,93	2,83
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	3,83	1,25	3,39	3,15	0,91	3,16
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	3,74	1,29	3,42	3,61	0,92	3,23
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	3,64	1,27	3,39	3,26	0,94	2,83
НСР ₀₅	0,08	0,06	0,09	0,10	0,06	0,08
полная спелость						
варианты	вегетативная масса			семена		
контроль	1,12	0,22	2,94	3,25	0,42	1,36
N ₄₀ P ₅₀	1,15	0,24	2,90	3,22	0,45	1,40
N ₈₀ P ₅₀	1,20	0,23	2,90	3,36	0,43	1,33
N ₄₀ P ₁₀₀	1,16	0,25	2,98	3,20	0,40	1,41
N ₈₀ P ₁₀₀	1,22	0,26	2,93	3,40	0,42	1,37
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,16	0,23	3,02	3,30	0,43	1,41
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,20	0,24	3,00	3,45	0,40	1,40
ПГ-5	1,15	0,20	2,81	3,22	0,40	1,33
Флавобактерин	1,10	0,21	2,84	3,22	0,49	1,30
Мизорин 7	1,16	0,21	2,80	3,25	0,42	1,36
17-1	1,09	0,22	2,78	3,26	0,40	1,32
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	1,15	0,20	2,92	3,22	0,46	1,41
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	1,12	0,23	3,01	3,30	0,43	1,40
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	1,15	0,22	2,94	3,35	0,43	1,39
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,13	0,23	2,90	3,25	0,44	1,40
НСР ₀₅	0,08	0,04	0,10	0,06	0,05	0,07

При очень низкой обеспеченности почвы доступным фосфором, извлекаемым углеаммонийной вытяжкой Мачигина (0-10 мг/кг) под обоими гибридами отмечена высокая отзывчивость растений подсолнечника на применение фосфорных удобрений во всех дозах.

Получено математическое достоверное увеличение концентрации фосфора по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений в сухом веществе растений обоих гибридов.

Содержание калия существенно не изменялось в фазу бутонизация под влиянием удобрений в растениях гибрида Патриот, а у гибрида Донской 1448, наоборот, математически достоверно увеличивалось и достигало максимума на вариантах с применением азотных удобрений в дозе 80 кг/га.

Концентрация азота и калия в растениях подсолнечника обоих гибридов увеличивалось под влиянием штаммов ассоциативных азотфиксаторов на фоне применения минеральных удобрений. Содержание фосфора повышалось только в сухом веществе растений гибрида Патриот.

На вариантах без применения минеральных удобрений отмечено положительное влияние штаммов биопрепаратов Флавобактерин и 17-1 на повышение концентрации азота в растениях гибрида Донской 1448.

В фазу цветения содержание азота в сухом веществе растений подсолнечника снизилось по сравнению с концентрацией в фазу бутонизация на 0,43% у гибрида Донской 1448 и на 0,13% у гибрида Патриот и составило 2,56 и 2,98% соответственно.

В эту фазу в растениях гибрида Донской 1448 различия в содержании азота между контролем и вариантами с минеральными удобрениями практически нивелировались. В растениях гибрида Патриот существенное увеличение концентрации азота до 3,33-3,72% получено под влиянием азотных удобрений на фоне внесения 100 кг/га фосфора под основную обработку почвы. Совместное применение минеральных удобрений и биопрепаратов способствовало увеличению концентрации азота в растениях обоих гибридов.

В цветение подсолнечника в 2013 году минеральные удобрения и биопрепараты оказали сходное действие на содержание фосфора в растениях обоих гибридов. В блоке с минеральными удобрениями различия между контролем и вариантами с удобрениями статистически недостоверны. Применение биопрепаратов без фосфорных удобрений существенно снижало концентрацию фосфора в растениях по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений, а на фоне минеральных удобрений, наоборот, повышало.

Концентрация калия в фазу цветение увеличивалась под влиянием всех изучаемых агрохимических приемов и достигала максимума на вариантах с полным минеральным удобрением в растениях гибрида Донской 1448 2,81-2,85%, у гибрида Патриот 3,10-3,34%.

В основной и побочной продукции гибридов Донской 1448 и Патриот содержание азота возрастало математически достоверно на вариантах с применением азотных удобрений в дозе 80 кг/га, концентрация фосфора увеличивалась лишь в вегетативной массе растений Донской 1448 на всех вариантах с применением фосфорных удобрений. Количество K_2O в основной и побочной продукции растений подсолнечника обоих гибридов существенно не изменялось под влиянием минеральных удобрений.

Содержание азота и фосфора увеличивалось под влиянием биологических препаратов на фоне минеральных удобрений в вегетативной массе подсолнечника гибрида Донской 1448, в семенах – только на варианте с применением биопрепарата Флавобактерин. В основной и побочной продукции растений гибрида Патриот различия между вариантами опыта в накоплении NPK статистически недостоверны.

В фазу бутонизация растений подсолнечника в 2014 году на контрольном варианте отмечено наименьшее содержание азота в сухом веществе растений подсолнечника обоих гибридов 2,56-2,72% по сравнению с двумя предыдущими годами (таблица 20 и таблица 21).

Таблица 20 - Содержание NPK в растениях подсолнечника в 2014 году, % на сухое вещество. Гибрид Донской 1448

Варианты	Бутонизация			Цветение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
контроль	2,56	0,33	2,27	2,12	0,33	2,11
N ₄₀ P ₅₀	2,61	0,35	2,41	2,25	0,32	2,35
N ₈₀ P ₅₀	2,75	0,40	2,35	2,27	0,36	2,40
N ₄₀ P ₁₀₀	2,63	0,37	2,40	2,24	0,40	2,51
N ₈₀ P ₁₀₀	2,60	0,44	2,37	2,35	0,39	2,44
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	2,66	0,35	2,41	2,29	0,36	2,52
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	2,68	0,40	2,49	2,40	0,39	2,66
ПГ-5	2,45	0,35	2,25	2,05	0,35	2,20
Флавобактерин	2,42	0,36	2,28	2,10	0,29	2,31
Мизорин 7	2,33	0,32	2,27	2,15	0,24	2,29
17-1	2,41	0,32	2,28	2,18	0,28	2,85
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	2,65	0,42	2,40	2,17	0,29	2,74
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	2,63	0,44	2,35	2,20	0,32	2,65
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	2,66	0,40	2,37	2,25	0,35	2,71
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	2,58	0,41	2,39	2,30	0,38	2,60
НСР ₀₅	0,04	0,06	0,08	0,07	0,03	0,09
полная спелость						
варианты	вегетативная масса			семена		
контроль	1,04	0,24	3,37	3,74	0,28	1,52
N ₄₀ P ₅₀	1,12	0,24	3,32	3,62	0,30	1,58
N ₈₀ P ₅₀	1,20	0,25	3,39	3,70	0,31	1,50
N ₄₀ P ₁₀₀	1,07	0,27	3,40	3,66	0,34	1,54
N ₈₀ P ₁₀₀	1,15	0,24	3,40	3,71	0,36	1,56
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,16	0,25	3,39	3,70	0,30	1,60
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,18	0,21	3,38	3,69	0,32	1,67
ПГ-5	0,96	0,29	3,16	3,55	0,30	1,52
Флавобактерин	0,98	0,27	3,20	3,59	0,33	1,55
Мизорин 7	1,02	0,29	3,22	3,62	0,28	1,60
17-1	1,05	0,32	3,25	3,60	0,30	1,63
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	1,05	0,33	3,27	3,77	0,33	1,80
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	1,08	0,29	3,30	3,70	0,30	1,78
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	1,10	0,27	3,26	3,78	0,27	1,83
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,00	0,24	3,29	3,82	0,32	1,87
НСР ₀₅	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,10

Таблица 21 - Содержание NPK в растениях подсолнечника в 2014 году, % на сухое вещество. Гибрид Патриот

Варианты	Бутонизация			Цветение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
контроль	2,72	0,28	2,35	2,40	0,22	2,22
N ₄₀ P ₅₀	2,70	0,31	2,44	2,45	0,25	2,38
N ₈₀ P ₅₀	2,80	0,35	2,59	2,51	0,24	2,31
N ₄₀ P ₁₀₀	2,75	0,33	2,45	2,66	0,33	2,35
N ₈₀ P ₁₀₀	2,90	0,40	2,57	2,70	0,37	2,52
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	2,68	0,36	2,62	2,47	0,24	2,45
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	2,81	0,42	2,49	2,56	0,38	2,62
ПГ-5	2,66	0,26	2,32	2,25	0,20	2,11
Флавобактерин	2,59	0,28	2,25	2,31	0,23	2,20
Мизорин 7	2,60	0,30	2,30	2,27	0,22	2,17
17-1	2,61	0,29	2,27	2,31	0,24	2,22
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	2,85	0,33	2,48	2,48	0,23	2,41
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	2,78	0,35	2,51	2,51	0,25	2,29
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	2,83	0,38	2,47	2,40	0,27	2,30
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	2,84	0,33	2,50	2,37	0,28	2,41
НСР ₀₅	0,06	0,03	0,10	0,04	0,05	0,10
полная спелость						
варианты	вегетативная масса			семена		
контроль	0,96	0,22	3,32	3,43	0,32	1,41
N ₄₀ P ₅₀	0,98	0,24	3,45	3,59	0,30	1,50
N ₈₀ P ₅₀	1,03	0,25	3,39	3,72	0,33	1,45
N ₄₀ P ₁₀₀	0,99	0,24	3,42	3,58	0,36	1,46
N ₈₀ P ₁₀₀	1,00	0,22	3,55	3,73	0,40	1,43
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	0,96	0,24	3,47	3,55	0,35	1,45
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	0,96	0,24	3,53	3,82	0,36	1,40
ПГ-5	0,91	0,23	3,47	3,27	0,30	1,45
Флавобактерин	0,96	0,23	3,50	3,30	0,29	1,52
Мизорин 7	0,90	0,24	3,56	3,24	0,30	1,45
17-1	1,00	0,22	3,55	3,26	0,31	1,48
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	0,95	0,24	3,56	3,71	0,34	1,42
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	1,03	0,25	3,56	3,66	0,36	1,46
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	1,10	0,28	3,58	3,82	0,37	1,50
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,08	0,26	3,62	3,87	0,39	1,53
НСР ₀₅	0,06	0,04	0,08	0,06	0,03	0,08

Это, безусловно, обусловлено засушливыми условиями в этот год проведения полевых опытов и дефицитом продуктивной влаги, а также низкой обеспеченностью почвы перед посевом нитратным азотом 19,8-24,5 кг/га.

Но поглощение макроэлементов растениями гибридов подсолнечника также было неравнозначным. Увеличение концентрации азота зафиксировано на всех вариантах с применением азотных удобрений по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений на 0,04-0,19% в растениях гибрида Донской 1448, у гибрида Патриот только при внесении максимальных доз – на 0,08-0,18% в абсолютном выражении.

Под действием минеральных удобрений существенно увеличивалось содержание фосфора и калия в растениях гибрида Патриот. У гибрида Донской 1448 повышалась концентрация калия, а фосфора лишь от максимальной дозы фосфорных удобрений в дозе 100 кг/га д.в.

Под влиянием биопрепаратов с активными штаммами ассоциативных азотфиксаторов содержание азота в растениях подсолнечника снижалось в фазу бутонизация обоих гибридов по сравнению с вариантом без применения удобрений. Но на фоне применения минеральных удобрений концентрация NPK увеличивалась на всех вариантах с биопрепаратами на обоих гибридах.

В фазу цветения в поглощении NPK растениями подсолнечника обоих гибридов отмечены сходные тенденции. На вариантах с минеральными удобрениями по сравнению с контролем в сухом веществе растений возрастала концентрация азота и калия, фосфора только под влиянием максимальной дозы 100 кг/га д.в.

Биологические препараты на вариантах без применения минеральных удобрений не способствовали повышению концентрации NPK в растениях обоих гибридов. Но на фоне внесения минеральных удобрений содержание азота и калия повышалось по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений у обоих гибридов, а концентрация фосфора практически оставалось на уровне контрольного варианта.

Отмечены противоположные тенденции в накоплении азота в основной и побочной продукции подсолнечника изучаемых гибридов. Существенное увеличение содержания азота по сравнению с контролем зафиксировано в маслосеменах гибрида Патриот, в вегетативной массе – различия по концентрации этого макроэлемента недостоверны. В побочной продукции гибрида Донской 1448 содержание азота больше, чем на контроле. По содержанию фосфора и калия в маслосеменах и вегетативной массе растений различий между вариантами опыта в этот год полевых опытов не зафиксировано.

Под действием биопрепаратов зафиксировано увеличение содержание азота и фосфора в маслосеменах гибрида Патриот на фоне применения минеральных удобрений.

В среднем за годы проведения полевых опытов на варианте без применения минеральных удобрений в фазу бутонизация содержание азота в растениях гибрида Донской 1448 составило 2,94%, у гибрида Патриот 3,01%, фосфора 0,52 и 0,59% и калия 2,43 и 2,49% соответственно (таблица 22 и таблица 23).

В эту фазу существенное увеличение содержание азота в растениях гибрида Донской 1448 отмечено на вариантах с совместным применением азотно-фосфорных удобрений и биопрепаратов ПГ-5 и Флавобактерин. По сравнению с вариантом без применения удобрений увеличение составило 0,28-0,29%. Более высокая отзывчивость на применение азотных удобрений получена у растений гибрида Патриот в фазу бутонизация. Внесение 80 кг/га азотных удобрений в д.в. или 40 кг/га, но в составе полного минерального удобрения повышало в сухом веществе растений концентрацию азота по сравнению с вариантом без применения удобрений на 0,37-0,55%.

Содержание фосфора в растениях обоих гибридов в фазу бутонизация математически достоверно увеличивалось на фоне применения осенью под вспашку 100 кг/га д.в. фосфорных удобрений и достигало 0,67-0,76%.

Таблица 22 - Содержание NPK в растениях подсолнечника в среднем за 2012-2014 гг., % на сухое вещество. Гибрид Донской 1448

Варианты	Бутонизация			Цветение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
контроль	2,94	0,52	2,43	2,66	0,51	2,38
N ₄₀ P ₅₀	3,02	0,58	2,61	2,80	0,54	2,42
N ₈₀ P ₅₀	3,12	0,59	2,64	2,93	0,55	2,65
N ₄₀ P ₁₀₀	3,06	0,59	2,52	2,93	0,59	2,62
N ₈₀ P ₁₀₀	3,03	0,67	2,70	2,92	0,61	2,57
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	3,10	0,57	2,66	3,00	0,56	2,51
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	3,08	0,66	2,79	3,09	0,61	2,61
ПГ-5	2,92	0,49	2,44	2,66	0,50	2,52
Флавобактерин	2,93	0,52	2,45	2,69	0,48	2,57
Мизорин 7	2,90	0,53	2,43	2,66	0,44	2,53
17-1	2,91	0,52	2,46	2,67	0,47	2,76
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	3,22	0,58	2,64	2,92	0,58	2,54
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	3,23	0,58	2,62	3,01	0,60	2,63
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	3,15	0,53	2,62	2,94	0,64	2,61
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	3,15	0,56	2,66	2,97	0,63	2,55
HCP ₀₅	0,22	0,08	0,16	0,31	0,10	F _{факт.} < F _{теор.}
полная спелость						
варианты	вегетативная масса			семена		
контроль	0,95	0,26	3,24	3,45	0,34	1,42
N ₄₀ P ₅₀	0,97	0,26	3,26	3,45	0,34	1,44
N ₈₀ P ₅₀	1,02	0,27	3,28	3,56	0,37	1,43
N ₄₀ P ₁₀₀	0,96	0,27	3,31	3,48	0,38	1,41
N ₈₀ P ₁₀₀	1,03	0,28	3,36	3,53	0,41	1,46
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	0,96	0,27	3,31	3,48	0,35	1,47
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,04	0,27	3,34	3,54	0,40	1,48
ПГ-5	0,89	0,26	3,15	3,36	0,35	1,42
Флавобактерин	0,88	0,25	3,12	3,43	0,36	1,47
Мизорин 7	0,93	0,27	3,17	3,39	0,36	1,44
17-1	0,95	0,28	3,19	3,32	0,36	1,46
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	0,97	0,30	3,22	3,54	0,35	1,54
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	1,00	0,27	3,26	3,57	0,37	1,50
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	0,98	0,28	3,28	3,55	0,35	1,56
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	0,96	0,25	3,27	3,66	0,37	1,54
HCP ₀₅	0,07	F _{факт.} < F _{теор.}	0,12	0,12	0,04	F _{факт.} < F _{теор.}

Таблица 23 - Содержание NPK в растениях подсолнечника в среднем за 2012-2014 гг., % на сухое вещество. Гибрид Патриот

Варианты	Бутонизация			Цветение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
контроль	3,01	0,59	2,49	2,91	0,53	2,62
N ₄₀ P ₅₀	3,37	0,65	2,55	2,85	0,56	2,29
N ₈₀ P ₅₀	3,56	0,68	2,61	2,88	0,57	2,62
N ₄₀ P ₁₀₀	3,37	0,75	2,55	3,20	0,62	2,45
N ₈₀ P ₁₀₀	3,41	0,74	2,62	3,07	0,62	2,52
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	3,39	0,69	2,60	3,07	0,56	2,70
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	3,38	0,76	2,56	3,02	0,64	2,72
ПГ-5	3,02	0,57	2,51	3,03	0,45	2,52
Флавобактерин	3,03	0,59	2,52	3,09	0,47	2,62
Мизорин 7	3,00	0,60	2,44	3,03	0,48	2,63
17-1	3,03	0,57	2,46	3,07	0,49	2,66
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	3,29	0,70	2,62	3,29	0,59	2,65
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	3,28	0,71	2,60	3,10	0,61	2,63
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	3,24	0,70	2,62	3,22	0,63	2,63
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	3,23	0,70	2,60	3,05	0,60	2,66
НСР ₀₅	0,37	0,11	F _{факт.} < F _{теор.}	F _{факт.} < F _{теор.}	0,09	F _{факт.} < F _{теор.}
полная спелость						
варианты	вегетативная масса			семена		
контроль	1,03	0,22	2,98	3,02	0,35	1,86
N ₄₀ P ₅₀	1,08	0,24	3,03	3,03	0,35	1,80
N ₈₀ P ₅₀	1,13	0,24	3,03	3,12	0,36	1,95
N ₄₀ P ₁₀₀	1,07	0,24	3,06	3,34	0,38	1,93
N ₈₀ P ₁₀₀	1,14	0,25	3,16	3,25	0,40	1,81
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,07	0,24	3,11	3,27	0,38	2,18
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,11	0,25	3,19	3,34	0,38	2,10
ПГ-5	1,01	0,21	2,98	2,94	0,33	1,81
Флавобактерин	0,99	0,22	3,03	2,95	0,35	1,90
Мизорин 7	1,02	0,23	2,99	2,93	0,32	1,90
17-1	1,06	0,21	3,03	2,90	0,34	1,93
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	1,05	0,24	3,11	3,31	0,38	2,03
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	1,04	0,25	3,16	3,18	0,38	2,15
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	1,10	0,25	3,09	3,41	0,39	2,14
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,11	0,24	3,14	3,27	0,38	2,03
НСР ₀₅	0,08	F _{факт.} < F _{теор.}	0,13	0,17	0,04	F _{факт.} < F _{теор.}

На фоне применения минеральных удобрений под влиянием всех изучаемых биопрепаратов происходило повышение концентрации P_2O_5 в растениях гибрида Патриот. Существенное увеличение содержания калия в растениях гибрида Донской 1448 по сравнению с контролем отмечено на вариантах с внесением минеральных удобрений, кроме дозы $N_{40}P_{100}$. Различия в изменении концентрации калия в эту фазу в растениях гибрида Патриот статистически недостоверны.

В фазу цветения в растениях обоих гибридов различия в содержании калия между вариантами опыта нивелировались, а у гибрида Патриот также и в концентрации азота. Содержание фосфора в растениях обоих гибридов увеличивалось под влиянием фосфорных удобрений, внесённых в дозе 100 кг/га в д.в., в растениях гибрида Донской 1448 на 17,0-20,1% и у гибрида Патриот на 19,6% в относительном выражении. На фоне применения минеральных удобрений содержание фосфора в растениях возрастало при обработке семян подсолнечника гибрида Донской 1448 биопрепаратами Мизорин-7 и 17,1, у гибрида Патриот – Мизорин 7.

Концентрация азота в растениях гибрида Донской 1448 математически достоверно увеличивалась в фазу цветения на фоне применения полного минерального удобрения и азотно-фосфорных удобрений в сочетании с обработкой семян штаммом 17-1.

В основной и побочной продукции подсолнечника содержание азота в вегетативной массе и фосфора в семенах обоих гибридов существенно увеличивалось под действием азотных или фосфорных удобрений в максимальной дозе 100 кг/га. Существенных различий в действие минеральных удобрений в содержании фосфора в вегетативной массе и калия в семенах подсолнечника не выявлено.

Наибольшее влияние на концентрацию калия в побочной продукции подсолнечника гибрида Патриот обусловило действие азотно-фосфорно-калийных удобрений и азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{80}P_{100}$, у гибрида Донской 1448 – только азотно-фосфорные удобрения в дозе $N_{80}P_{100}$.

В маслосеменах гибридов подсолнечника наибольшее влияние на содержание азота оказало применение азотно-фосфорных удобрений и биопрепаратов. На посевах гибрида Донской 1448 наибольшее влияние получено под действием штамма Флавобактерин и 17-1, у гибрида Патриот 17-1.

5 УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ МАСЛОСЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

5.1 Урожайность маслосемян подсолнечника

Наименьшая урожайность маслосемян на опытных делянках получена в 2014 году, а максимальная - в 2012 г. На посевах среднераннеспелого гибрида Донской 1448 урожайность на варианте без применения удобрений варьировала в пределах от 1,14 в 2014 г. до 1,90 т/га в 2012 году, на среднеспелом гибриде Патриот – от 0,95 т/га до 2,18 т/га в эти же годы (таблица 24 и таблица 25).

Таблица 24 - Урожайность семян подсолнечника, т/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	2012 г.	Прибавка к контролю		2013 г.	Прибавка к контролю		2014 г.	Прибавка к контролю	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
контроль	1,90	-	-	1,57	-	-	1,14	-	-
N ₄₀ P ₅₀	2,56	0,66	34,7	1,77	0,20	12,7	1,49	0,35	30,7
N ₈₀ P ₅₀	2,33	0,43	22,6	1,83	0,26	16,6	1,56	0,42	36,8
N ₄₀ P ₁₀₀	2,66	0,76	40,0	1,79	0,22	14,0	1,59	0,45	39,5
N ₈₀ P ₁₀₀	2,23	0,33	17,4	1,87	0,30	19,1	1,52	0,38	33,3
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	2,11	0,21	11,1	1,90	0,33	21,0	1,29	0,15	13,2
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,88	-0,02	-1,1	2,02	0,45	28,7	1,30	0,16	14,0
ПГ-5	2,22	0,32	16,8	1,68	0,11	7,0	0,79	-0,35	-30,7
Флавобактерин	2,32	0,42	22,1	1,66	0,09	5,7	1,00	-0,14	-12,3
Мизорин 7	2,15	0,25	13,2	1,78	0,21	13,4	0,94	-0,20	-17,5
17-1	2,26	0,36	18,9	1,77	0,20	12,7	0,90	-0,24	-21,1
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	1,84	-0,06	-3,2	1,90	0,33	21,0	1,15	0,01	0,9
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	1,84	-0,06	-3,2	1,89	0,32	20,4	1,16	0,02	1,8
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	1,88	-0,02	-1,1	1,87	0,30	19,1	1,16	0,02	1,8
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,98	0,08	4,2	1,96	0,39	24,8	1,20	0,06	5,3
НСР ₀₅	0,20	-	-	0,09	-	-	0,07	-	-

Таблица 25 - Урожайность семян подсолнечника, т/га. Гибрид Патриот

Варианты	2012 г.	Прибавка к контролю		2013 г.	Прибавка к контролю		201 4 г.	Прибавка к контролю	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
контроль	2,18	-	-	1,71	-	-	0,95	-	-
N ₄₀ P ₅₀	2,92	0,74	33,9	1,94	0,23	13,5	1,34	0,39	41,1
N ₈₀ P ₅₀	2,61	0,43	19,7	1,83	0,12	7,0	1,57	0,62	65,3
N ₄₀ P ₁₀₀	2,87	0,69	31,7	1,90	0,19	11,1	1,40	0,45	47,4
N ₈₀ P ₁₀₀	2,48	0,30	13,8	1,97	0,26	15,2	1,55	0,60	63,2
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	2,43	0,25	11,5	2,32	0,61	35,7	1,13	0,18	18,9
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	2,09	-0,09	-4,1	1,83	0,12	7,0	1,37	0,42	44,2
ПГ-5	2,73	0,55	25,2	1,97	0,26	15,2	1,24	0,29	30,5
Флавобактерин	2,78	0,60	27,5	1,70	-0,01	-0,6	0,88	-0,07	-7,4
Мизорин 7	2,80	0,62	28,4	1,90	0,19	11,1	1,14	0,19	20,0
17-1	2,66	0,48	22,0	1,64	-0,07	-4,1	0,80	-0,15	-15,8
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	2,52	0,34	15,6	2,28	0,57	33,3	1,42	0,47	49,5
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	2,48	0,30	13,8	1,98	0,27	15,8	1,25	0,30	31,6
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	2,52	0,34	15,6	2,14	0,43	25,1	1,15	0,20	21,1
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	2,35	0,17	7,8	2,14	0,43	25,1	1,30	0,35	36,8
НСР ₀₅	0,18	-	-	0,08	-	-	0,04	-	-

В 2012 году наибольшая и практически равная прибавка урожайности маслосемян гибридов подсолнечника в абсолютном выражении к контролю достигнута от внесения минеральных удобрений - 0,74 и 0,76 т/га. Но применяемых удобрений различались: на гибриде Патриот максимальное увеличение по сравнению с вариантом без применения удобрений достигнуто на варианте с применением азотно-фосфорных удобрений в дозе N₄₀P₅₀ 33,9%, а на гибриде Донской 1448 в дозе N₄₀P₁₀₀ - 40,0%.

В 2013 г. наиболее эффективно в действии на урожайность маслосемян подсолнечника было использование полного минерального удобрения. На среднеспелом гибриде Патриот на варианте N₄₀P₅₀K₅₀ урожайность маслосемян подсолнечника возросла до 2,32 т/га. На среднераннеспелом гибриде Донской 1448 максимум повышения урожайности получен при применении N₈₀P₁₀₀K₅₀. Но, при этом при увеличении дозы азотно-фосфорных удобрений

в два раза в составе туковой смеси, урожайность семян гибрида Донской 1448 на 0,30 т/га или на 14,9% меньше, чем у гибрида Патриот.

В 2014 году, как и в 2012 г., максимальная урожайность маслосемян среднераннеспелого гибрида Донской 1448 получена на варианте с увеличением дозы фосфорных удобрений над азотными в 2,5 раза – доза $N_{40}P_{100}$. Увеличение урожайности маслосемян по сравнению с вариантом без применения удобрений достигала 0,45 т/га или 39,5%. Но у среднеспелого гибрида Патриот в этом году проведения полевых опытов было отмечено преимущество азотных удобрений над фосфорными в 1,6 раза ($N_{80}P_{50}$). Прибавка урожайности маслосемян к контролю составила на 0,62 т/га или на 60,5%. Но, при этом наибольший уровень урожайности маслосемян подсолнечника при возделывании обоих гибридах был одинаковым – 1,57-1,59 т/га.

Эффективность использования бактериальных препаратов с активными штаммами ассоциативных азотфиксаторов, используемых для инокуляции маслосемян подсолнечника в предпосевной период, характеризовалась не только влагообеспеченностью почвы, но также группой скороспелости гибридов. У среднераннеспелого гибрида Донской 1448 существенное и математически достоверное повышение урожайности по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений получено в 2012 и 2013 гг. под действием всех штаммов, в засушливом 2014 году, наоборот, достоверное снижение урожайности. При возделывании среднеспелого гибрида Патриот в 2013 и 2014 гг. наибольшее влияние на урожайность маслосемян подсолнечника достигнуто при использовании биопрепаратов ПГ-5 и Мизорин 7, в 2012 г. – всех изучаемых штаммов. Поэтому более объективный анализ влияния ассоциативных азотфиксаторов на урожайность маслосемян подсолнечника можно сделать за счёт усреднение данных урожайности за три года опытов.

Использование азотно-фосфорных удобрений до момента сева подсолнечника с инокуляцией семян биологическими препаратами было неэффективно по сравнению с применением биопрепаратов на двух гибридах в первый год полевых опытов.

Штаммы азотфиксаторов, кроме Мизорина, оказали существенное влияние на повышение урожайности маслосемян подсолнечника гибрида Патриот по сравнению с их использованием на варианте без применения удобрений в 2013 и 2014 гг. Максимальный эффект в эти годы получен под действием штамма ПГ-5.

На гибриде Донской 1448 в эти годы также получены подобные результаты в действии на урожайность маслосемян подсолнечника. Но при этом в 2014 году увеличение урожайности от использования биопрепаратов были минимальными по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений. При выращивании гибрида Донской 1448 максимальный эффект достигнут от применения штамма 17-1.

В среднем за 2012-2014 гг. урожайность гибридов подсолнечника на варианте без применения удобрений варьировала от 1,54 до 1,61 т/га (таблица 26).

Таблица 26 – Урожайность подсолнечника в среднем за 2012-2014 гг., т/га

Варианты	Донской 1448			Патриот		
	урожайность в среднем за 3 года	прибавка к контролю		урожайность в среднем за 3 года	прибавка к контролю	
контроль	1,54	-	-	1,61	-	-
N ₄₀ P ₅₀	1,94	0,40	26,0	2,07	0,46	28,6
N ₈₀ P ₅₀	1,91	0,37	24,0	2,00	0,39	24,2
N ₄₀ P ₁₀₀	2,01	0,47	30,5	2,06	0,45	28,0
N ₈₀ P ₁₀₀	1,87	0,33	21,4	2,00	0,39	24,2
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,77	0,23	14,9	1,96	0,35	21,7
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,73	0,19	12,3	1,76	0,15	9,3
ПГ-5	1,56	0,02	1,3	1,98	0,37	23,0
Флавобактерин	1,66	0,12	7,8	1,79	0,18	11,2
Мизорин 7	1,62	0,08	5,2	1,95	0,34	21,1
17-1	1,64	0,10	6,5	1,70	0,09	5,6
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	1,63	0,09	5,8	2,07	0,46	28,6
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво-бактерин	1,63	0,09	5,8	1,90	0,29	18,0
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо-рин 7	1,64	0,10	6,5	1,94	0,33	20,5
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,71	0,17	11,0	1,93	0,32	19,9

Преимущество гибрида Патриот в повышении урожайности по сравнению с гибридом Патриот составило только 0,07 т/га или 4,5%. Выращивание среднеспелого гибрида Патриот наиболее целесообразно при применении удобрений в дозе $N_{40}P_{50}$, среднераннеспелого гибрида Донской 1448 на повышенной в два раза дозе фосфорных удобрений - $N_{40}P_{100}$. Увеличение урожайности маслосемян подсолнечника по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений достигало 0,46-0,47 т/га или 28,4-30,5%.

В среднем за три года наиболее эффективна инокуляция семян гибрида Патриот биологическим препаратом ПГ-5. Увеличение урожайности по сравнению с вариантом без применения удобрений повышалась на 0,37 т/га или на 23,0%, что только на 5,4% меньше, чем на лучшем варианте с дозой удобрений $N_{40}P_{50}$. На семенах гибрида Донской 1448 необходимо проводить инокуляцию Флавобактерином. Но повышение урожайности маслосемян достигало только 0,12 т/га или 7,8%, что в 3,9 раза меньше, чем на варианте с максимальной урожайностью от внесения удобрений в дозе $N_{40}P_{100}$.

Обработка семян подсолнечника двух гибридов биологическими препаратами на фоне допосевного применения минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{50}$ было нецелесообразно по сравнению с фоном минеральных удобрений в этой дозе.

5.2 Эффективность удобрений и биопрепаратов от обеспеченности почвы элементами минерального питания

Проведение оценки полученных данных урожайности маслосемян гибридов подсолнечника от действия минеральных удобрений по сравнению с вариантом без применения удобрений, а также закономерности изменения урожайности между вариантами опыта с минеральными удобрениями, дают возможность выделить влияние элементов минерального питания или увеличение применяемых доз, с содержанием подвижных форм NPK в почве в фазу бутонизация, позволяют сделать следующее заключение.

В 2012 году в фазу бутонизация подсолнечника гибрида Донской 1448 при внесении азотных удобрений в допосевной период в дозе 40 кг/га в шестидесятисантиметровом слое почвы количество нитратного азота составило 152,3 кг/га, у гибрида Патриот 83,5 кг/га (таблица 27 и таблица 28).

Отмечено, что внесение минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{50}$ обеспечивало существенное повышение урожайности маслосемян обоих гибридов на 0,66-0,74 т/га. При этом увеличение дозы азотных удобрений до 80 кг/га не способствовало увеличению эффективности удобрений. Прибавка урожайности маслосемян гибрида Донской 1448 снижалась на 0,23 т/га, у гибрида Патриот – на 0,31 т/га.

Увеличение дозы фосфорных удобрений до 100 кг/га д.в. повышало урожайность обоих гибридов на 0,26-0,33 т/га и содержание подвижного фосфора на опытных делянках с гибридом Донской 1448 с 15,0 до 17,0 мг/кг почвы, у гибрида Патриот с 9,2 до 11,3 мг/кг. Таким образом, происходило увеличение степени обеспеченности почвы подвижным фосфором с пограничной между низкой и средней к средней у гибрида Донской 1448, у гибрида Патриот – с очень низкой к низкой по градации Мачигина.

Поэтому в 2012 году при содержании в почве в фазу бутонизация 126,2-152,3 кг/га нитратного азота и 350-380 мг/кг доступного калия в сорокасантиметровом слое почвы при возделывании гибрида Донской 1448 и 78,7-83,5 кг/га и 295-330 мг/кг при выращивании гибрида Патриот фактором лимитирующим урожайность обоих гибридов являлась обеспеченность почвы подвижным фосфором.

В 2013 году в фазу бутонизация количество $N-NO_3$ в шестидесятисантиметровом слое почвы достигало под гибридами подсолнечника 35,3-39,3 кг/га. При этом содержание в почве подвижного фосфора характеризовалась как очень низкое – 4,2-5,4 мг/кг почвы.

Таблица 27 – Изменение эффективности применения минеральных удобрений, внесённых в допосевной период подсолнечника, от содержания доступных форм элементов питания в почве в фазу бутонизация. Гибрид Донской 1448

Варианты	Урожайность, т/га	Изменения урожайности при изменении дозы и добавлении элемента, т/га	Содержание в почве		
			N-NO ₃ , кг/га в слое почвы 0-60 см	подвижный фосфор, мг/кг в слое почвы 0-40 см	обменный калий, мг/кг в слое почвы 0-40 см
2012 г.					
контроль	1,90	-	113,9	13,9	360
N ₄₀ P ₅₀	2,56	0,66	152,3	15,0	375
N ₈₀ P ₅₀	2,33	0	123,0	15,3	380
N ₄₀ P ₁₀₀	2,66	0,33	126,2	17,0	375
N ₈₀ P ₁₀₀	2,23	0	120,8	17,3	360
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	2,11	0	159,5	14,7	360
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,88	0	147,0	14,7	350
HCP ₀₅	0,20	-	5,9	0,7	19
2013 г.					
контроль	1,57	-	39,9	5,4	315
N ₄₀ P ₅₀	1,77	0,20	40,8	6,4	310
N ₈₀ P ₅₀	1,83	0,06	51,3	6,8	308
N ₄₀ P ₁₀₀	1,79	0	41,3	10,0	295
N ₈₀ P ₁₀₀	1,87	0,08	57,6	10,3	305
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,90	0,03	52,9	6,5	300
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	2,02	0,12	54,1	6,7	295
HCP ₀₅	0,09	-	12,5	0,6	F _ф <F _{теор}
2014 г.					
контроль	1,14	-	16,7	6,7	340
N ₄₀ P ₅₀	1,49	0,35	29,3	8,7	350
N ₈₀ P ₅₀	1,56	0,07	31,5	8,9	350
N ₄₀ P ₁₀₀	1,59	0,03	29,8	9,8	320
N ₈₀ P ₁₀₀	1,52	0	34,0	10,1	360
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,29	0	34,1	9,8	340
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,30	0	32,4	8,0	350
HCP ₀₅	0,07	-	1,4	0,7	8

Содержание обменного калия соответствовало переходной обеспеченности от средней к повышенной. Поэтому наибольший уровень урожайности обоих гибридов обеспечило применение полного минерального удобрения.

При выращивании гибрида Донской 1448 при внесении максимальной дозы $N_{80}P_{100}K_{50}$ урожайность достигала 2,02 т/га, у гибрида Патриот было достаточно $N_{40}P_{50}K_{50}$ для формирования урожайности 2,32 т/га.

Таблица 28 – Изменение эффективности применения минеральных удобрений, внесённых в допосевной период подсолнечника, от содержания доступных форм элементов питания в почве в фазу бутонизация. Гибрид Патриот

Варианты	Урожайность, т/га	Изменения урожайности при изменении дозы и добавлении элемента, т/га	Содержание в почве		
			N-NO ₃ , кг/га в слое почвы 0-60 см	подвижный фосфор, мг/кг в слое почвы 0-40 см	обменный калий, мг/кг в слое почвы 0-40 см
2012 г.					
контроль	2,18	-	61,7	9,2	300
$N_{40}P_{50}$	2,92	0,74	83,5	9,3	295
$N_{80}P_{50}$	2,61	0	93,1	8,8	295
$N_{40}P_{100}$	2,87	0,26	78,7	11,3	300
$N_{80}P_{100}$	2,48	0	79,7	11,8	315
$N_{40}P_{50}K_{50}$	2,43	0	86,9	9,2	330
$N_{80}P_{100}K_{50}$	2,09	0	67,4	12,6	320
НСР ₀₅	0,18	-	6,0	0,7	12
2013 г.					
контроль	1,71	-	35,3	4,2	315
$N_{40}P_{50}$	1,94	0,23	60,5	7,5	310
$N_{80}P_{50}$	1,83	0	76,4	6,8	295
$N_{40}P_{100}$	1,90	0,07	39,7	8,2	290
$N_{80}P_{100}$	1,97	0,07	82,4	8,7	285
$N_{40}P_{50}K_{50}$	2,32	0,35	55,2	7,4	290
$N_{80}P_{100}K_{50}$	1,83	0	93,2	8,8	315
НСР ₀₅	0,08	-	26,1	0,8	15
2014 г.					
контроль	0,95	-	14,3	5,9	390
$N_{40}P_{50}$	1,34	0,39	26,4	8,7	380
$N_{80}P_{50}$	1,57	0,23	42,1	7,4	370
$N_{40}P_{100}$	1,40	0	26,2	8,0	380
$N_{80}P_{100}$	1,55	0,15	41,3	8,0	380
$N_{40}P_{50}K_{50}$	1,13	0	22,0	8,2	390
$N_{80}P_{100}K_{50}$	1,37	0,24	42,5	9,2	380
НСР ₀₅	0,04	-	3,4	1,4	10

В 2014 году на фоне низкого содержания в почве нитратного азота 14,3-16,7 кг/га, очень низкой обеспеченности подвижным фосфором 5,9-6,7 мг/кг, повышенной обеспеченности обменным калием 320-390 мг/кг применение дозы $N_{40}P_{50}$ при выращивании обоих гибридов увеличивало сбор маслосемян по сравнению с контрольным вариантом на 0,35-0,39 т/га. Увеличение дозы азотных удобрений с 40 до 80 кг/га обеспечивало существенное повышение урожайности маслосемян гибрида подсолнечника Донской 1448 на 0,07 т/га, более существенному у гибрида Патриот – на 0,23 т/га. Увеличение дозы фосфорсодержащих удобрений с 50 до 100 кг/га д.в. не обеспечивало увеличение эффекта.

Таким образом, в 2014 году из-за низкого количества $N-NO_3$ в почве при выращивании гибридов подсолнечника решающее значение в увеличении урожайности имело улучшение азотного питания растений в течение вегетации. Наиболее тесная корреляционная зависимость рассчитана от количества доступного фосфора в слое почвы 0-40 см в фазу бутонизация растений подсолнечника и урожайностью маслосемян гибрида Донской 1448, $r = 0,796 \pm 0,228$ (рисунок 15).

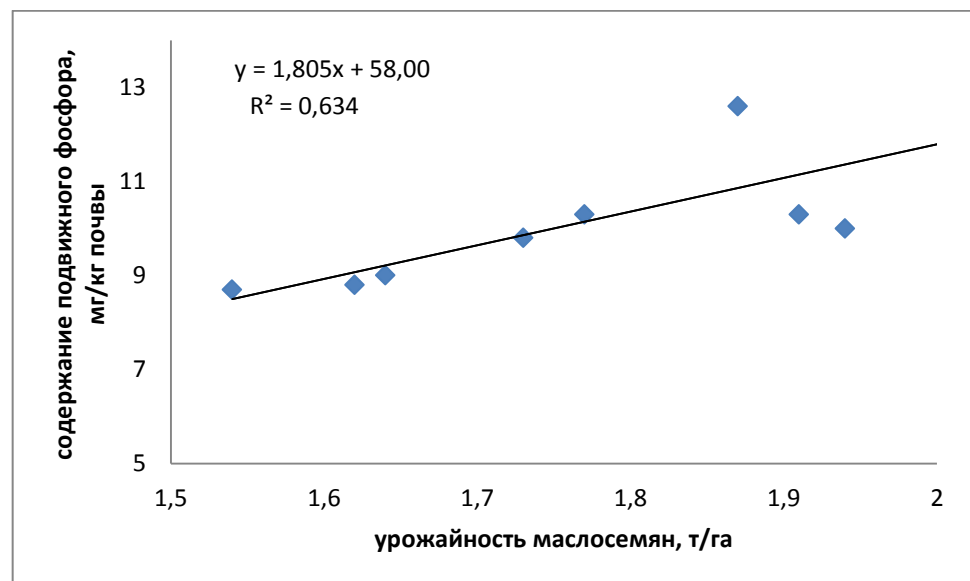


Рисунок 15 – Зависимость урожайности маслосемян гибрида Донской 1448 от содержания подвижного фосфора в почве в фазу бутонизация растений подсолнечника. В среднем за 2012-2014 гг.

Анализ полученных результатов за годы проведения полевых опытов свидетельствуют о существенном увеличении урожайности маслосемян подсолнечника при улучшении азотного и фосфатного питания растений на фоне повышенной обеспеченности почвы обменным калием.

5.3 Масличность и сбор масла в урожае подсолнечника

Содержание масла в семенах подсолнечника Донской 1448 на варианте без применения минеральных удобрений и биопрепаратов было наибольшим в 2012 г. и составило 43,0%, наименьшим в 2014 г. – 40,9% (таблица 29).

Таблица 29 – Масличность семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов, %. Гибрид Донской 1448

Варианты	2012 год	2013 год	2014 год	Среднее за 2012-2014 гг.	Прибавка к контролю
					%
контроль	43,0	41,9	40,9	41,9	-
N ₄₀ P ₅₀	44,8	45,5	44,1	44,8	2,9
N ₈₀ P ₅₀	43,3	44,9	41,2	43,1	1,2
N ₄₀ P ₁₀₀	45,7	44,4	41,5	43,9	2,0
N ₈₀ P ₁₀₀	45,2	50,2	41,2	45,5	3,6
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	47,1	49,2	42,3	46,2	4,3
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	44,0	45,3	40,3	43,2	1,3
ПГ-5	43,7	47,3	41,4	44,1	2,2
Флавобактерин	43,4	44,6	39,0	42,3	0,4
Мизорин 7	42,9	48,7	38,6	43,4	1,5
17-1	43,0	47,1	36,2	42,1	0,2
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	44,0	42,4	40,5	42,3	0,4
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	43,8	44,1	41,0	43,0	1,1
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	44,6	42,9	40,5	42,7	0,8
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	43,6	41,7	40,8	42,0	0,1
НСР ₀₅	0,52	0,50	0,54		-

В среднем за 2012-2014 гг. содержание масла в урожае гибрида Донской 1448 достигало 41,9%.

В 2012 и 2014 гг. наибольшая масличность в семенах подсолнечника получено на вариантах с использованием минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{50}$, в 2014 г. – в составе полного минерального удобрения в дозе $N_{40}P_{50}K_{50}$. В 2013 году более эффективно было увеличение дозы NP в два раза в сравнении с результатами 2012 г. Но в среднем за 3 года наибольшее содержание масла в урожае семян подсолнечника гибрида Донской 1448 зафиксировано на варианте с использованием полного минерального удобрения в дозе $N_{40}P_{50}K_{50}$. Увеличение масличности по сравнению с вариантом без применения удобрений достигало 4,3%.

Инокуляция семян перед посевом подсолнечника гибрида Донской 1448 на естественном фоне плодородия почвы приводило к наибольшему увеличению масличности под действием штамма азотфиксаторов ПГ-5 в 2012 и 2014 гг., в 2013 г. от штамма Мизорин 7.

В среднем за 3 года наибольший эффект получен от инокуляции семян подсолнечника биопрепаратом ПГ-5. Повышение масличности семян по сравнению с вариантом без применения удобрений достигало 2,2%. Но данное повышение масличности в 2 раза меньше, чем от влияния полного минерального удобрения в дозе $N_{40}P_{50}K_{50}$. Использование штаммов азотфиксаторов на фоне минеральных удобрений не обеспечивало существенное повышение масличности семян подсолнечника по сравнению с вариантами с применением минеральных удобрений.

Как и в урожае семян гибрида Донской 1448, наибольшее содержание масла в семенах гибрида Патриот на контрольном варианте (без удобрений) получено в 2012 г. 43,6%, наименьшее в 2014 г. – 36,7% (таблица 30). В среднем за 3 года масличность семян у гибрида Патриот составила 40,9%, что на 1% меньше, чем у гибрида Донской 1448.

Влияние минеральных удобрений в разных дозах имело ещё более разнонаправленное действие на масличность семян подсолнечника в урожае гибрида Патриот, чем у гибрида Донской 1448.

Таблица 30 – Масличность семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов, %. Гибрид Патриот

Варианты	2012 год	2013 год	2014 год	Среднее за 2012-2014 гг.	Прибавка к контролю
					%
контроль	43,6	42,3	36,7	40,9	-
N ₄₀ P ₅₀	45,6	43,6	43,3	44,2	3,3
N ₈₀ P ₅₀	45,8	46,9	43,1	45,3	4,4
N ₄₀ P ₁₀₀	45,3	47,7	39,7	44,2	3,3
N ₈₀ P ₁₀₀	45,6	42,5	41,4	43,2	2,3
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	43,2	45,0	43,1	43,8	2,9
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	44,8	44,4	44,7	44,6	3,7
ПГ-5	44,0	44,7	43,0	43,9	3,0
Флавобактерин	43,7	42,3	40,0	42,0	1,1
Мизорин 7	44,2	46,0	42,8	44,3	3,4
17-1	43,5	42,0	41,7	42,4	1,5
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	44,2	43,4	41,2	42,9	2,0
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	45,0	44,0	42,6	43,9	3,0
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	44,8	43,5	40,5	42,9	2,0
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	44,1	44,0	40,5	42,9	2,0
НСР ₀₅	0,37	0,49	0,46		-

В 2012 г. максимум увеличения масличности по сравнению с вариантом без применения агрохимикатов получен на варианте с использованием минеральных удобрений в дозе N₈₀P₅₀, в 2013 г. - N₄₀P₁₀₀. В 2014 г. наибольший эффект получен от внесения минеральных удобрений в дозе N₈₀P₁₀₀K₅₀. Но при этом в среднем за 2012-2014 гг. на варианте с внесением минеральных удобрений в дозе N₈₀P₅₀. Повышение содержания масла по сравнению с вариантом без применения удобрений достигало 4,4%.

Влияние штаммов азотфиксаторов без применения минеральных удобрений наиболее эффективно при инокуляции семенного материала штаммом Мизорин 7. В среднем за 2012-2014 гг. повышение содержания масла в урожае семян подсолнечника достигало 3,4% по сравнению с вариантом без применения агрохимикатов. Это только на 1% меньше, чем на лучшем варианте с применением минеральных удобрений в дозе N₈₀P₅₀. На вариантах с

совместным применением удобрений и бактериальных препаратов не обеспечивало существенное повышение содержания масла по сравнению с вариантом, на котором вносились только минеральные удобрения.

В среднем за 2012-2014 гг. показатели в сборе масла в урожае семян подсолнечника обоих гибридов достигнуты на варианте N₄₀P₁₀₀ (Донской 1448 - 819 кг/га; Патриот – 847 кг/га), (таблица 31 и таблица 32).

Таблица 31 – Сбор масла в урожае семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов, кг/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	2012 год	2013 год	2014 год	Среднее за 2012-2014 гг.	Прибавка к контролю	
					кг/га	%
контроль	752	605	429	595	-	-
N ₄₀ P ₅₀	1055	741	605	800	205	34,5
N ₈₀ P ₅₀	928	756	591	758	163	27,5
N ₄₀ P ₁₀₀	1118	731	607	819	224	37,6
N ₈₀ P ₁₀₀	927	864	576	789	194	32,6
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	914	860	502	759	164	27,5
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	761	842	482	695	100	16,8
ПГ-5	893	731	301	641	46	7,8
Флавобактерин	926	681	359	655	60	10,2
Мизорин 7	849	798	334	660	65	10,9
17-1	894	767	300	654	59	9,8
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	745	741	428	638	43	7,3
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	741	767	438	649	54	9,0
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	771	738	432	647	52	8,8
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	794	752	450	666	71	11,9
НСР ₀₅	81	38	26	-	-	-

Увеличение по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений достигали у гибрида Донской 1448 – 37,6%, у гибрида Патриот – 36,6%. Эффективность применения инокуляции семян подсолнечника биопрепаратами меньше действия минеральных удобрений.

Таблица 32 – Сбор масла в урожае семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов, кг/га. Гибрид Патриот

Варианты	2012 год	2013 год	2014 год	Среднее за 2012-2014 гг.	Прибавка к контро- лю	
					кг/га	%
контроль	874	665	321	620	-	
N ₄₀ P ₅₀	1225	778	534	846	226	36,4
N ₈₀ P ₅₀	1100	790	623	837	217	35,0
N ₄₀ P ₁₀₀	1196	834	511	847	227	36,6
N ₈₀ P ₁₀₀	1040	770	590	800	180	29,1
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	966	960	448	791	171	27,7
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	861	748	563	724	104	16,8
ПГ-5	1105	810	491	802	182	29,3
Флавобактерин	1118	662	324	701	81	13,1
Мизорин 7	1139	804	449	797	177	28,6
17-1	1065	634	307	668	48	7,8
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	1025	910	538	824	204	33,0
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	1027	802	490	773	153	24,6
N ₄₀ P ₅₀ + Мизо- рин 7	1039	856	428	775	155	24,9
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	953	866	484	768	148	23,9
НСР ₀₅	73	38	19	-	-	-

Необходимо отметить, что максимальное действие на сбор масла в урожае гибрида Патриот получено на варианте ПГ-5 (802 кг/га), а на гибриде Донской 1448 – штамм Мизорин 7 (660 кг/га). Повышение сбора масла на этих вариантах по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений достигало соответственно 29,3 и 10,9%.

6 ВЫНОС И БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Наибольший вынос азота маслосеменами гибрида подсолнечника Донской 1448 получен на контрольном варианте в 2013 г. 50 кг/га, а минимальный в острозасушливом 2014 г. – 37 кг/га. В среднем за 3 года вынос азота растениями подсолнечника составил 45 кг/га (таблица 33). В урожае маслосемян гибрида Патриот максимальное накопление азота получено в 2012 г. 50 кг/га, наименьший вынос получен в 2014 г. 28 кг/га. В среднем за 2012-2014 гг. вынос азота составил 42 кг/га, что только на 3 кг/га уступает показателю гибрида Донской 1448 (таблица 34).

Внесение минеральных азотных удобрений обеспечивало повышение выноса азота основной продукцией гибридов изучаемой культуры. При сравнении с вариантом без применения удобрений прибавка составила у гибрида Донской 1448 в среднем за 3 года 15,6-31,1% и была максимальной на варианте с дозой минеральных удобрений $N_{40}P_{100}$, у гибрида Патриот – 19,0-28,6% с наибольшим увеличением выноса на варианте с дозой $N_{80}P_{100}$.

Действие ассоциативных азотфиксаторов на вынос азота основной продукцией гибридов подсолнечника в годы проведения полевых опытов имело разнонаправленный характер и зависело от условий увлажнения в течение вегетации культуры и запасов продуктивной влаги в почве. В 2012 г. в урожае маслосемян подсолнечника обоих гибридов получено математически достоверное увеличение выноса азота по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений под действием всех штаммов биопрепаратов без применения минеральных удобрений. В 2013 году более эффективно было действие на увеличение выноса азота основной продукцией гибрида Донской 1448 штаммов биопрепаратов Флавобактерин и Мизорин 7, у гибрида Патриот – ПГ-5 и Мизорин 7.

Таблица 33 - Вынос азота с урожаем маслосемян и вегетативной массой подсолнечника, кг/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	Вынос с урожаем маслосемян				Вынос с урожаем вегетативной массы				Суммарный вынос			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	48	50	37	45	12	21	14	16	60	71	51	61
N ₄₀ P ₅₀	67	56	46	57	18	22	18	19	85	78	64	76
N ₈₀ P ₅₀	61	62	50	57	18	26	20	21	79	88	70	78
N ₄₀ P ₁₀₀	69	58	50	59	18	23	17	20	87	81	67	79
N ₈₀ P ₁₀₀	58	62	48	56	20	28	20	23	78	90	68	79
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	55	60	41	52	15	28	19	21	70	88	60	73
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	49	68	41	53	19	31	22	24	68	99	63	77
ПГ-5	55	53	24	44	13	21	12	15	68	74	36	59
Флавобактерин	58	54	31	48	12	22	12	16	70	76	43	64
Мизорин 7	53	56	29	46	14	22	14	17	67	78	43	63
17-1	57	52	28	46	13	23	15	17	70	75	43	63
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	49	61	37	49	13	26	16	18	62	87	53	67
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобакте- рин	51	62	37	50	13	27	14	18	64	89	51	68
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	50	60	38	49	12	28	14	18	62	88	52	67
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	55	66	39	54	13	26	14	17	68	92	53	71
НСР ₀₅	5	4	3	7	4	3	3	5	9	6	5	10

Таблица 34 - Вынос азота с урожаем маслосемян и вегетативной массы подсолнечника, кг/га. Гибрид Патриот

Варианты	Вынос с урожаем маслосемян				Вынос с урожаем вегетативной массы				Суммарный вынос			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	50	48	28	42	25	24	10	20	75	72	38	62
N ₄₀ P ₅₀	65	54	41	53	34	28	13	25	99	82	54	78
N ₈₀ P ₅₀	60	53	50	54	37	29	15	27	97	82	65	81
N ₄₀ P ₁₀₀	67	52	43	54	32	26	13	24	99	78	56	78
N ₈₀ P ₁₀₀	57	58	50	55	39	26	14	26	96	84	64	81
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	57	66	34	53	35	26	16	26	92	92	50	79
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	51	54	45	50	40	25	15	27	91	79	60	77
ПГ-5	61	55	35	50	27	22	13	21	88	77	48	71
Флавобактерин	60	47	25	44	27	20	9	19	87	67	34	63
Мизорин 7	62	53	32	49	28	22	9	20	90	75	41	69
17-1	57	46	22	42	30	21	10	21	87	67	32	63
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	59	63	45	56	32	25	12	23	91	88	57	79
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	58	56	39	51	29	24	13	22	87	80	52	73
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	61	62	38	53	32	24	13	23	93	86	51	76
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	54	60	43	52	33	24	14	24	87	84	57	76
НСР ₀₅	7	4	5	8	4	3	2	5	11	8	6	9

В засушливом 2014 году статистически достоверное снижение выноса азота по сравнению с вариантом без применения агрохимикатов зафиксировано на всех вариантах с биопрепаратами в урожае маслосемян гибрида Донской 1448.

Существенное увеличение выноса азота в 2014 году по сравнению с контролем достигнуто на варианте с применением штамма ПГ-5 для обработки посевного материала гибрида Патриот.

В среднем за 3 года статистически достоверное действие биопрепаратов без применения минеральных удобрений по сравнению с вариантом без применения удобрений в увеличении выноса азота достигнуто в урожае маслосемян гибрида Патриот только от штамма ПГ-5. Увеличение по сравнению с вариантом без применения удобрений и биопрепаратов достигало 8 кг/га или 19,0%, что на 5 кг/га или на 12,0% меньше по сравнению с вариантом с наибольшим выносом азота под влиянием удобрений в дозе $N_{80}P_{100}$.

Разнонаправленное действие бактериальных препаратов на вынос азота маслосеменами гибридов получено под влиянием биопрепаратов на фоне применения азотно-фосфорных удобрений. Существенное увеличение выноса азота в основной продукции гибрида Патриот получено во все годы под действием изучаемых штаммов, за исключением штамма 17-1 в 2012 году. При выращивании гибрида Донской 1448 эффективным было действие штаммов азотфиксаторов на вынос азота в 2013 г., в 2012 году – лишь от штамма 17-1. В 2014 году положительного влияния на этот показатель под действием биопрепаратов не зафиксировано.

В среднем за 3 года на фоне применения азотно-фосфорных удобрений существенное увеличение выноса азота по сравнению с вариантом без применения удобрений получено в маслосеменах подсолнечника при возделывании гибрида Патриот. Прибавка по сравнению с контролем составила 9-14 кг/га или 21,4-33,3% и достигала максимума на варианте с биопрепаратом ПГ-5. При выращивании гибрида Донской 1448 на фоне применения минеральных удобрений эффективно было использование только штамма 17-1.

В побочной продукции подсолнечника (вегетативной массе) обоих гибридов существенное увеличение выноса азота по сравнению с вариантом без применения удобрений получено под влиянием минеральных удобрений во все годы проведения полевых опытов.

Действие биопрепаратов всех штаммов на вынос азота вегетативной массой подсолнечника проявилось только на фоне минеральных удобрений. При выращивании гибрида Донской 1448 в 2013 году, гибрида Патриот – в 2012 и 2014 гг.

Суммарный вынос азота основной и побочной продукцией растений подсолнечника гибрида Донской 1448 был в пределах от 71 кг/га (2013 г.) до 51 кг/га (2014 г.) и в среднем за 2012-2014 гг. достигал 61 кг/га. У гибрида Патриот максимальный общий вынос азота составил 75 в 2012 г. и 38 кг/га в 2014 г. и в среднем за 2012-2014 гг. достигал 62 кг/га. Это только на 1 кг/га меньше, чем у гибрида Донской 1448.

Под влиянием удобрений потребление азота увеличивалось растениями гибрида Донской 1448 по отношению к контролю на 12-18 кг/га или на 19,7-29,5% и был наибольшим на вариантах с дозами $N_{40}P_{100}$ и $N_{80}P_{100}$ (рисунок 16).

При выращивании гибрида Патриот данное увеличение составило 15-19 кг/га или 24,2-30,6%. Наибольшее влияние на этот показатель оказало применение доз $N_{80}P_{50}$ и $N_{80}P_{100}$ (рисунок 17).

Под действием биопрепаратов с активными штаммами азотфиксаторов достигнуто существенное увеличение выноса азота при их применении на фоне минеральных удобрений при возделывании гибрида Патриот. Наибольшее увеличение к контролю составило 17 кг/га или 27,4% под действием штамма ПГ-5. При выращивании гибрида Донской 1448 эффективно было лишь применение штамма 17-1. Увеличение выноса составило лишь 16,3%, что на 11,1% меньше действия штамма ПГ-5 на гибриде Патриот.

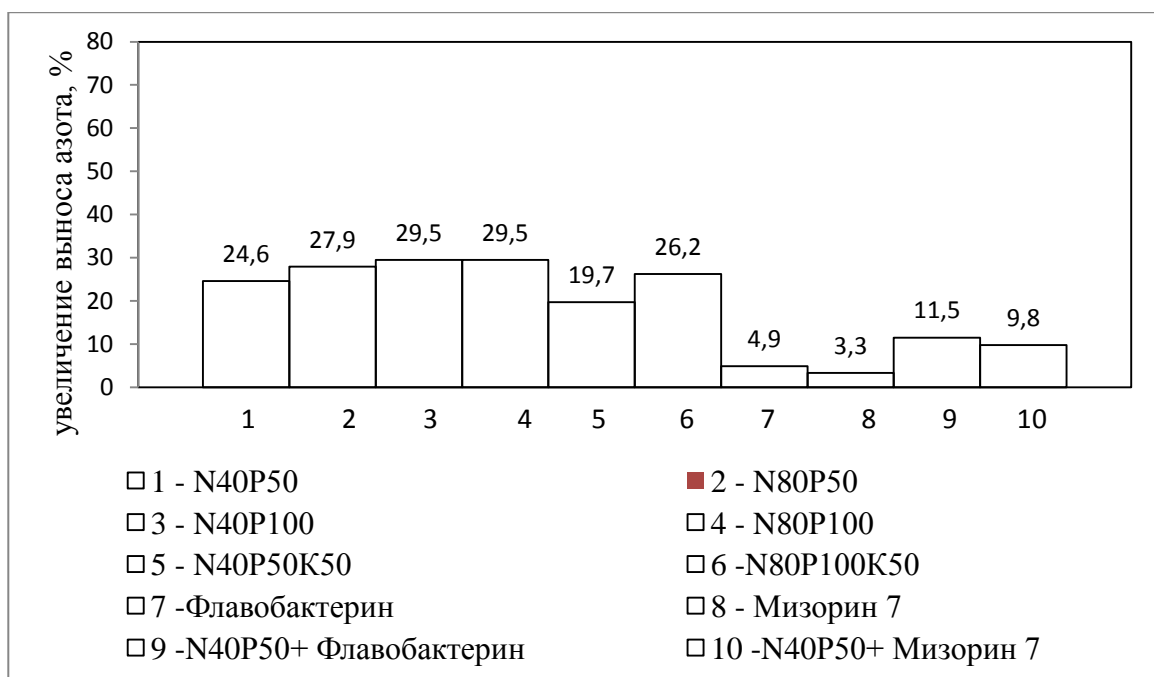


Рисунок 16 – Относительное увеличение выноса азота основной и побочной продукцией подсолнечника по сравнению с контрольным вариантом, %. В среднем за 2012-2014 гг. Гибрид Донской 1448

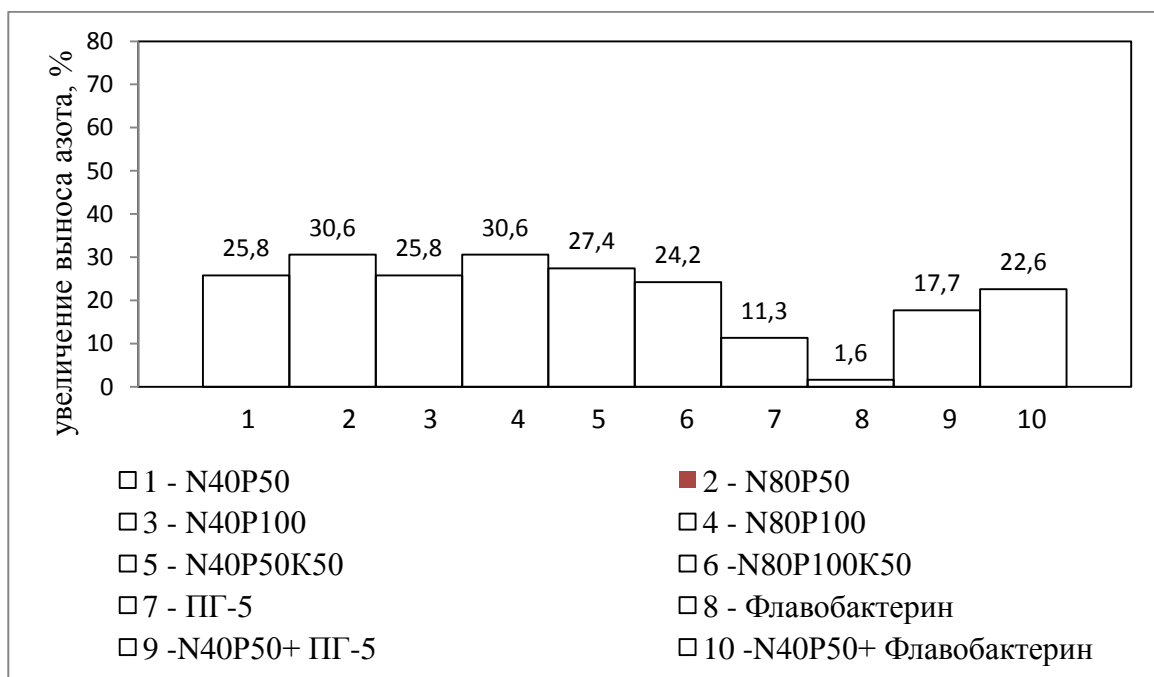


Рисунок 17 – Относительное увеличение выноса азота основной и побочной продукцией подсолнечника по сравнению с контрольным вариантом, %. В среднем за 2012-2014 гг. Гибрид Патриот

Вынос второго макроэлемента фосфора гибридами подсолнечника существенно был меньше выноса азота. На фоне очень низкой и низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором по Мачигину вынос этого элемента

основной и побочной продукцией гибридов подсолнечника был очень низким и изменялся на контрольном варианте от 2 до 6 кг/га в разные годы проведения полевых опытов (таблица 35 и таблица 36).

Суммарный вынос фосфора маслосеменами и вегетативной массой растениями культуры в среднем за 3 года обоих гибридов составил на контроле 9 кг/га.

Применение минеральных удобрений способствовало математически достоверному увеличению выноса фосфора на всех вариантах опыта при выращивании гибридов подсолнечника. Вынос фосфора из почвы основной и побочной продукцией растений гибрида Донской 1448 по сравнению с вариантом без применения удобрений увеличивался на 33,3-55,6% и был наибольшим на варианте с дозой $N_{80}P_{100}$, у гибрида Патриот – на 33,3% независимо от дозы применяемых фосфорных удобрений.

Использование биологических препаратов не способствовало увеличению выноса фосфора основной и побочной продукцией гибридов подсолнечника.

Существенное и математически достоверное повышение суммарного выноса фосфора в среднем за 3 года обеспечило применение биопрепаратов при выращивании гибрида подсолнечника Патриот. Более эффективным было использование штаммов ПГ-5 и Мизорин 7. Прибавка по сравнению с контролем выноса фосфора составила 3 кг/га или 33,3%.

В среднем за 2012-2014 гг. получен максимальный вынос третьего макроэлемента калия растениями подсолнечника обоих гибридов вегетативной массой, который на варианте без применения удобрений достигал у гибрида Донской 1448 55 кг/га, в маслосеменах подсолнечника он был гораздо меньше – 19 кг/га, у гибрида Патриот – 54 и 22 кг/га соответственно. Общий вынос калия маслосеменами и вегетативной массой подсолнечника на варианте без применения агрохимикатов получен практически равным у двух гибридов и достигал 74-76 кг/га (таблица 37 и таблица 38).

Таблица 35 - Вынос фосфора урожаем маслосемян и вегетативной массой подсолнечника, кг/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	Вынос с урожаем маслосемян				Вынос с урожаем вегетативной массы				Суммарный вынос			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	6	5	3	5	6	4	3	4	12	9	6	9
N ₄₀ P ₅₀	8	6	4	6	7	6	4	6	15	12	8	12
N ₈₀ P ₅₀	8	6	4	6	7	6	4	6	15	12	8	12
N ₄₀ P ₁₀₀	10	6	5	7	7	6	4	6	17	12	9	13
N ₈₀ P ₁₀₀	9	7	5	7	8	8	4	7	17	15	9	14
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	7	6	3	5	7	7	4	6	14	13	7	11
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	8	7	4	6	7	9	4	7	15	16	8	13
ПГ-5	7	5	2	5	5	5	4	5	12	10	6	9
Флавобактерин	8	5	3	5	5	5	3	4	13	10	6	10
Мизорин 7	8	6	2	5	6	5	4	5	14	11	6	10
17-1	8	6	2	5	6	5	4	5	14	11	6	10
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	6	6	3	5	5	6	5	5	11	12	8	10
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобакте- рин	7	6	3	5	5	6	4	5	12	12	7	10
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	6	6	3	5	5	7	4	5	11	13	7	10
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	7	6	3	5	4	6	3	4	11	12	6	10
НСР ₀₅	2	2	1	2	1	2	1	2	3	2	2	2

Таблица 36 - Вынос фосфора урожаем маслосемян и вегетативной массы подсолнечника, кг/га. Гибрид Патриот

Варианты	Вынос с урожаем маслосемян				Вынос с урожаем вегетативной массы				Суммарный вынос			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	6	6	3	5	5	5	2	4	11	11	5	9
N ₄₀ P ₅₀	8	8	3	6	7	6	3	5	15	14	6	12
N ₈₀ P ₅₀	7	7	4	6	8	5	4	6	15	12	8	12
N ₄₀ P ₁₀₀	10	7	4	7	7	6	3	5	17	13	7	12
N ₈₀ P ₁₀₀	8	7	5	7	8	6	3	6	16	13	8	12
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	7	9	3	6	8	5	4	6	15	14	7	12
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	7	6	4	6	9	5	4	6	16	11	8	12
ПГ-5	7	7	3	6	6	4	3	4	13	11	6	10
Флавобактерин	6	7	2	5	6	4	2	4	12	11	4	9
Мизорин 7	6	7	3	5	7	4	2	4	13	11	5	10
17-1	7	6	2	5	6	4	2	4	13	10	4	9
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	7	9	4	7	9	4	3	5	16	13	7	12
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобакте- рин	7	7	4	6	8	5	3	5	15	12	7	11
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	8	8	4	7	8	5	3	5	16	13	7	12
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	6	8	4	6	7	5	3	5	13	13	7	11
НСР ₀₅	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	3

Таблица 37 - Вынос калия урожаем маслосемян и вегетативной массой подсолнечника, кг/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	Вынос с урожаем маслосемян				Вынос с урожаем вегетативной массы				Суммарный вынос			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	23	18	15	19	64	56	45	55	87	74	60	74
N ₄₀ P ₅₀	32	19	20	24	87	63	53	68	119	82	73	92
N ₈₀ P ₅₀	29	21	20	23	94	70	56	73	123	91	76	96
N ₄₀ P ₁₀₀	32	20	21	24	92	65	55	71	124	85	76	95
N ₈₀ P ₁₀₀	28	22	20	23	95	76	59	76	123	98	79	99
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	27	22	18	22	96	79	55	77	123	101	73	99
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	23	23	19	22	93	82	62	79	116	105	81	101
ПГ-5	28	19	10	19	75	61	41	59	103	80	51	78
Флавобактерин	30	19	13	21	71	64	41	58	101	83	54	79
Мизорин 7	27	20	13	20	70	63	43	59	97	83	56	79
17-1	29	19	13	20	66	64	46	59	95	83	59	79
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	24	21	18	21	65	68	49	61	89	89	67	82
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобакте- рин	23	21	18	20	66	69	41	59	89	90	59	79
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	25	21	18	21	66	74	43	61	91	95	61	82
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	25	22	19	22	65	68	45	59	90	90	64	81
НСР ₀₅	3	3	2	4	5	4	3	6	5	6	6	8

Таблица 38 - Вынос калия урожаем маслосемян и вегетативной массы подсолнечника, кг/га. Гибрид Патриот

Варианты	Вынос с урожаем маслосемян				Вынос с урожаем вегетативной массы				Суммарный вынос			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	33	20	12	22	66	62	36	54	99	82	48	76
N ₄₀ P ₅₀	42	23	17	28	84	71	46	67	126	94	63	95
N ₈₀ P ₅₀	38	21	20	26	88	69	49	69	126	90	69	95
N ₄₀ P ₁₀₀	45	23	18	29	84	66	46	65	129	89	64	94
N ₈₀ P ₁₀₀	36	23	19	26	96	62	49	69	132	85	68	95
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	36	28	14	26	94	67	56	72	130	95	70	98
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	32	22	16	24	103	63	55	74	135	85	71	98
ПГ-5	40	23	15	26	76	54	48	59	116	77	63	85
Флавобактерин	41	19	12	24	80	53	34	56	121	72	46	80
Мизорин 7	43	22	14	26	74	54	35	54	117	76	49	80
17-1	41	19	10	23	78	53	37	56	119	72	47	79
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	40	28	17	28	87	63	44	65	127	91	61	93
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобакте- рин	39	24	16	26	87	64	44	65	126	88	60	91
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	37	26	15	26	84	62	43	63	121	88	58	89
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	35	26	17	26	85	63	47	65	120	89	64	91
НСР ₀₅	4	2	3	6	6	4	6	4	11	4	5	10

Применение минеральных удобрений при выращивании обоих гибридов способствовало существенному увеличению выносу калия основной и побочной продукцией обоих гибридов. Максимальные значения по этому показателю получены при использовании удобрений с тремя макроэлементами. Увеличение по сравнению с вариантом без применения удобрений при возделывании гибрида Донской 1448 достигало 25-27 кг/га или 33,8-36,5%, у гибрида Патриот – 23 кг/га или 28,9%.

Математически достоверное увеличение выноса калия получено при совместном использовании биопрепаратов всех изучаемых штаммов на фоне минеральных удобрений при выращивании гибрида подсолнечника Патриот, у гибрида Донской 1448 только при применении штаммов ПГ-5 и Мизорин 7.

Баланс NPK рассчитан как разница между внесением с удобрениями и выносом с урожаем гибридов подсолнечника.

Баланс NPK определён только из выноса маслосеменами, так как вегетативная масса подсолнечника остается в поле в виде пожнивных остатков.

При выращивании гибрида подсолнечника Донской 1448 на варианте без применения удобрений получен максимальный отрицательный баланс азота в 2013 г., который составил 50 кг/га. Наименьший вынос этого макроэлемента зафиксирован в 2014 г. 37 кг/га. В среднем за 2012-2014 гг. вынос получен 45 кг/га (таблица 39). При возделывании гибрида Патриот наибольший отрицательный баланс азота получен в 2012 г. 50 кг/га, наименьший в 2014 г. 37 кг/га и в среднем за 3 года он достигал 42 кг/га (таблица 40).

Превышение поступления азота над выносом в среднем за 2012-2014 гг. достигнуто при использовании азотных минеральных удобрений в дозе 80 кг/га. Профицит баланса азота при выращивании гибрида Донской 1448 составил 23-27 кг/га, гибрида Патриот – 25-30 кг/га.

Наибольший отрицательный баланс азота получен при выращивании гибридов подсолнечника с обработкой посевного материала штаммами биологических препаратов. При выращивании гибрида Донской 1448 дефицит азота составил 44-48 кг/га, у гибрида Патриот – 42-50 кг/га.

Таблица 39 - Баланс азота при возделывании подсолнечника, кг/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	Вынос с маслосеменами, кг/га				Приход азота с удобрениями	Баланс			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года		2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	48	50	37	45	-	-48	-50	-37	-45
N ₄₀ P ₅₀	67	56	46	57	40	-27	-16	-6	-16
N ₈₀ P ₅₀	61	62	50	57	80	19	18	30	23
N ₄₀ P ₁₀₀	69	58	50	59	40	-29	-18	-10	-19
N ₈₀ P ₁₀₀	58	62	48	56	80	22	18	32	24
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	55	60	41	52	40	-15	-20	-1	-12
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	49	68	41	53	80	31	12	39	27
ПГ-5	55	53	24	44	-	-55	-53	-24	-44
Флавобактерин	58	54	31	48	-	-58	-54	-31	-48
Мизорин 7	53	56	29	46	-	-53	-56	-29	-46
17-1	57	52	28	46	-	-57	-52	-28	-46
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	49	61	37	49	40	-9	-21	3	-9
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	51	62	37	50	40	-11	-22	3	-10
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	50	60	38	49	40	-10	-20	2	-9
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	55	66	39	54	40	-15	-26	1	-13
НСР ₀₅	6	4	3	5	-	7	6	5	4

Таблица 40 - Баланс азота при возделывании подсолнечника, кг/га. Гибрид Патриот

Варианты	Вынос с маслосеменами, кг/га				Приход азота с удобрениями	Баланс			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года		2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	50	48	28	42	-	-50	-48	-28	-42
N ₄₀ P ₅₀	65	54	41	53	40	-25	-14	-1	-13
N ₈₀ P ₅₀	60	53	50	54	80	20	27	30	26
N ₄₀ P ₁₀₀	67	52	43	54	40	-27	-12	-3	-14
N ₈₀ P ₁₀₀	57	58	50	55	80	23	22	30	25
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	57	66	34	53	40	-17	-26	6	-12
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	51	54	45	50	80	29	26	35	30
ПГ-5	61	55	35	50	-	-61	-55	-35	-50
Флавобактерин	60	47	25	44	-	-60	-47	-25	-44
Мизорин 7	62	53	32	49	-	-62	-53	-32	-49
17-1	57	46	22	42	-	-57	-46	-22	-42
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	59	63	45	56	40	-19	-23	-5	-16
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	58	56	39	51	40	-18	-16	1	-11
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	61	62	38	53	40	-21	-22	2	-14
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	54	60	43	52	40	-14	-20	-3	-12
НСР ₀₅	5	4	3	4	-	5	4	3	6

Вероятно, что отрицательный баланс азота на этих вариантах, в конечном итоге, является положительным из-за поглощения азота, полученного за счёт ассоциативной азотфиксации.

В работе ученых Донского ГАУ в 2001-2016 гг. определено, что под действием штаммов с активными азотфиксаторами увеличивается поглощение почвенного азота сельскохозяйственными культурами составляет 25-55 кг/га.

При совместном использовании биопрепаратов на фоне минеральных удобрений положительный баланс азота получен только в 2014 г. при применении всех штаммов при выращивании гибрида Донской 1448, при выращивании гибрида Донской 1448 – только штаммов Флавобактерин и Мизорин 7.

Но профицит баланса азота на этих вариантах под обоими гибридами составил лишь 1-3 кг/га. Поэтому в среднем за 3 года поглощение азота растениями на этих вариантах превосходило внесение с удобрениями.

Преобладание внесения фосфора над поглощением растениями на варианте без применения удобрений достигало 3 кг/га в 2014 г. и 6 кг/га в 2014 году. В среднем за 3 года составил 5 кг/га (таблица 41 и таблица 42).

Применение фосфорных удобрений осенью под вспашку обеспечивало положительный баланс фосфора при выращивании обоих гибридов подсолнечника. При внесении P_{50} профицит баланса фосфора составлял 43-45 кг/га, P_{100} – 93-94 кг/га.

На вариантах с применением биологических препаратов без минеральных удобрений получен отрицательный баланс фосфора. Но полученные данные сопоставимы с показателями на контрольном варианте и составили 5-6 кг/га.

На варианте без применения удобрений, а также на вариантах с внесением азотно-фосфорных удобрений достигнут отрицательный баланс калия, который при выращивании гибрида Донской 1448 составил 19-24 кг/га, гибрида Патриот – 22-29 кг/га (таблица 43 и таблица 44).

Таблица 41 - Баланс фосфора при возделывании подсолнечника, кг/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	Вынос с маслосеменами, кг/га				Приход фосфора с удобрениями	Баланс			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года		2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	6	5	3	5	-	-6	-5	-3	-5
N ₄₀ P ₅₀	8	6	4	6	50	42	44	46	44
N ₈₀ P ₅₀	8	6	4	6	50	42	44	46	44
N ₄₀ P ₁₀₀	10	6	5	7	100	90	94	95	93
N ₈₀ P ₁₀₀	9	7	5	7	100	91	93	95	93
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	7	6	3	5	50	43	44	47	45
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	8	7	4	6	100	92	93	96	94
ПГ-5	7	5	2	5	-	-7	-5	-2	-5
Флавобактерин	8	5	3	5	-	-8	-5	-3	-5
Мизорин 7	8	6	2	5	-	-8	-6	-2	-5
17-1	8	6	2	5	-	-8	-6	-2	-5
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	6	6	3	5	50	44	44	47	45
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	7	6	3	5	50	43	44	47	45
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	6	6	3	5	50	44	44	47	45
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	7	6	3	5	50	43	44	47	45
НСР ₀₅	2	1	1	2	-	9	12	10	8

Таблица 42 - Баланс фосфора при возделывании подсолнечника, кг/га. Гибрид Патриот

Варианты	Вынос с маслосеменами, кг/га				Приход фосфора с удобрениями	Баланс			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года		2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	6	6	3	5	-	-6	-6	-3	-5
N ₄₀ P ₅₀	8	8	3	6	50	42	42	47	44
N ₈₀ P ₅₀	7	7	4	6	50	43	43	46	44
N ₄₀ P ₁₀₀	10	7	4	7	100	90	93	96	93
N ₈₀ P ₁₀₀	8	7	5	7	100	92	93	95	93
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	7	9	3	6	50	43	41	47	44
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	7	6	4	6	100	93	94	96	94
ПГ-5	7	7	3	6	-	-7	-7	-3	-6
Флавобактерин	6	7	2	5	-	-6	-7	-2	-5
Мизорин 7	6	7	3	5	-	-6	-7	-3	-5
17-1	7	6	2	5	-	-7	-6	-2	-5
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	7	9	4	7	50	43	41	46	43
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	7	7	4	6	50	43	43	46	44
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	8	8	4	7	50	42	42	46	43
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	6	8	4	6	50	44	42	46	44
НСР ₀₅	2	3	3	2	-	8	10	7	6

Таблица 43 - Баланс калия при возделывании подсолнечника, кг/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	Вынос с маслосеменами, кг/га				Приход калия с удобрениями	Баланс			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года		2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	23	18	15	19	-	-23	-18	-15	-19
N ₄₀ P ₅₀	32	19	20	24	-	-32	-19	-20	-24
N ₈₀ P ₅₀	29	21	20	23	-	-29	-21	-20	-23
N ₄₀ P ₁₀₀	32	20	21	24	-	-32	-20	-21	-24
N ₈₀ P ₁₀₀	28	22	20	23	-	-28	-22	-20	-23
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	27	22	18	22	50	23	28	32	28
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	23	23	19	22	50	27	27	31	28
ПГ-5	28	19	10	19	-	-28	-19	-10	-19
Флавобактерин	30	19	13	21	-	-30	-19	-13	-21
Мизорин 7	27	20	13	20	-	-27	-20	-13	-20
17-1	29	19	13	20	-	-29	-19	-13	-20
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	24	21	18	21	-	-24	-21	-18	-21
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	23	21	18	20	-	-23	-21	-18	-21
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	25	21	18	21	-	-25	-21	-18	-21
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	25	22	19	22	-	-25	-22	-19	-22
НСР ₀₅	6	3	3	5	-	4	5	3	4

Таблица 44 - Баланс калия при возделывании подсолнечника, кг/га. Гибрид Патриот

Варианты	Вынос с маслосеменами, кг/га				Приход калия с удобрениями	Баланс			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года		2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за 3 года
контроль	33	20	12	22	-	-33	-20	-12	-22
N ₄₀ P ₅₀	42	23	17	28	-	-42	-23	-17	-27
N ₈₀ P ₅₀	38	21	20	26	-	-38	-21	-20	-26
N ₄₀ P ₁₀₀	45	23	18	29	-	-45	-23	-18	-29
N ₈₀ P ₁₀₀	36	23	19	26	-	-36	-23	-19	-26
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	36	28	14	26	50	14	22	36	24
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	32	22	16	24	50	18	28	34	27
ПГ-5	40	23	15	26	-	-40	-23	-15	-26
Флавобактерин	41	19	12	24	-	-41	-19	-12	-24
Мизорин 7	43	22	14	26	-	-43	-22	-14	-26
17-1	41	19	10	23	-	-41	-19	-10	-23
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	40	28	17	28	-	-40	-28	-17	-28
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	39	24	16	26	-	-39	-24	-16	-26
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	37	26	15	26	-	-37	-26	-15	-26
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	35	26	17	26	-	-35	-26	-17	-26
НСР ₀₅	5	4	3	5	-	4	5	4	6

Положительный баланс калия достигнут на вариантах с применением калийных удобрений в дозе 50 кг/га д.в. Профицит калия при использовании калийных удобрений под обоими гибридами достигал 24-28 кг/га.

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Экономическая оценка выращивания гибридов подсолнечника проведена с применением следующих статей затрат: применение минеральных удобрений разбросным способом 15 рублей/100 кг. Погрузка и транспортировка минеральных удобрений составляет 30% от затрат на их внесение. Цена аммонийной селитры 12,3 руб./кг, аммофоса – 24,8 руб./кг и хлористого калия 18,8 руб./кг. Цена реализации 1 кг маслосемян подсолнечника 18 рублей. Цена биопрепаратов 300 рублей за гектарную норму.

Результаты расчёта экономической эффективности возделывания подсолнечника показали рентабельность его производства. На варианте без применения удобрений и биопрепаратов при выращивании гибрида Донской 1448 себестоимость производства составила 11,17 руб./кг, уровень рентабельности - 61%, у гибрида Патриот – соответственно 10,68 руб./кг и 68% (таблица 45 и таблица 46).

В блоке вариантов с минеральными удобрениями при выращивании обоих гибридов наиболее высокие экономические показатели получены при использовании минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{50}$. Себестоимость производства маслосемян гибрида Донской 1448 по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений снизилась на 0,30 руб./кг, у гибрида Патриот – на 0,49 руб./кг, рентабельность производства увеличивалась на 5 и 9%.

Экономическая эффективность выращивания подсолнечника повышалась при применении биопрепаратов с ассоциативными штаммами азотфиксаторов. При выращивании гибрида Донской 1448 обработка семенного материала подсолнечника перед посевом штаммом Флавобактерин увеличивало рентабельность производства маслосемян подсолнечника по сравнению с вариантом без применения удобрений на 10%, при снижении себестоимости на 0,61 руб./кг.

Таблица 45 - Экономическая оценка применения удобрений под подсолнечник в среднем за 2012-2014 гг. Гибрид Донской 1448

Варианты	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, руб./га	Затраты на производство, руб./га	Себестоимость, руб./кг	Условно чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
контроль	1,54	27720	17200	11,17	10520	61
N ₄₀ P ₅₀	1,94	34920	21093	10,87	13827	66
N ₈₀ P ₅₀	1,91	34380	22467	11,76	11913	53
N ₄₀ P ₁₀₀	2,01	36180	23565	11,72	12615	54
N ₈₀ P ₁₀₀	1,87	33660	24904	13,32	8756	35
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,77	31860	22522	12,72	9338	41
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,73	31140	23892	13,81	7248	30
ПГ-5	1,56	28080	17504	11,22	10576	60
Флавобактерин	1,66	29880	17524	10,56	12356	71
Мизорин 7	1,62	29160	17516	10,81	11644	66
17-1	1,64	29520	17520	10,68	12000	68
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	1,63	29340	21331	13,09	8009	38
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	1,63	29340	21331	13,09	8009	38
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	1,64	29520	21333	13,01	8187	38
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,71	30780	21347	12,48	9433	44

При возделывании гибрида Патриот более эффективно для инокуляции семян применение штамма ПГ-5. На этом варианте снижение себестоимости продукции составило по сравнению с контрольным вариантом 1,84 руб./кг при увеличении рентабельности на 36%, а условно чистого дохода на 6356 руб./га.

Применение азотно-фосфорных удобрений и штаммов ассоциативных азотфиксаторов экономически нецелесообразно.

Таблица 46 - Экономическая оценка применения удобрений под подсолнечник в среднем за 2012-2014 гг. Гибрид Патриот

Варианты	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, руб./га	Затраты на производство, руб./га	Себестоимость, руб./кг	Условно чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
контроль	1,61	28980	17200	10,68	11780	68
N ₄₀ P ₅₀	2,07	37260	21105	10,19	16167	77
N ₈₀ P ₅₀	2,00	36000	22471	11,23	13533	60
N ₄₀ P ₁₀₀	2,06	37080	23561	11,44	13515	57
N ₈₀ P ₁₀₀	2,00	36000	24916	12,45	11096	45
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,96	35280	22546	11,49	12758	57
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,76	31680	23884	13,58	7788	33
ПГ-5	1,98	35640	17574	8,84	18136	104
Флавобактерин	1,79	32220	17536	9,79	14696	84
Мизорин 7	1,95	35100	17568	8,98	17584	100
17-1	1,70	30600	17518	10,31	13080	75
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	2,07	37260	21405	10,30	15929	75
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	1,90	34200	21371	11,23	12869	60
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	1,94	34920	21379	11,00	13587	64
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,93	34740	21377	11,06	13393	63

Оценка биоэнергетической эффективности использования удобрений при выращивании подсолнечника в среднем за 2012-2014 гг. доказала, что их применение повышает затраты техногенной энергии на 3,2-10,0 ГДж/га и достигают максимальных значений при применении дозы N₈₀P₁₀₀K₅₀ (таблица 47 и таблица 48).

Применение удобрений в дозе N₄₀P₅₀ при выращивании подсолнечника способствовало достижению высокой энергетической эффективности 4,73 у гибрида Донской 148, у гибрида Патриот – 5,05. Но значения этих коэффициентов меньше, чем на варианте без применения минеральных удобрений и биопрепаратов соответственно у гибрида Донской 1448 на 0,11 и гибрида Патриот 0,01. Увеличение энергии в урожае сухого вещества повышалось на 10,8-12,8 ГДж/га. При этом энергоёмкость продукции на этих вариантах по-

вышалась на 0,16 у гибрида Донской 1448 и 0,02 ГДж/тонну у гибрида Патриот.

Таблица 47 - Биоэнергетическая оценка применения минеральных удобрений и биопрепаратов под подсолнечник в среднем за 2012-2014 гг. Гибрид Донской 1448

Исследуемые технологические операции	Урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Энергия, накопленная в урожае, ГДж/га	Энергетическая эффективность	Энергоемкость продукции, ГДж/т	Прирост энергии в урожае сухого вещества, ГДж/га
контроль	1,54	11,1	53,7	4,84	7,21	42,6
N ₄₀ P ₅₀	1,94	14,3	67,7	4,73	7,37	53,4
N ₈₀ P ₅₀	1,91	17,9	66,7	3,73	9,37	48,8
N ₄₀ P ₁₀₀	2,01	17,3	70,1	4,05	8,61	52,8
N ₈₀ P ₁₀₀	1,87	20,7	65,3	3,15	11,07	44,6
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,77	14,7	68,4	4,65	8,31	53,7
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,73	21,1	60,4	2,86	12,20	39,3
ПГ-5	1,56	11,1	54,4	4,90	7,12	43,3
Флавобактерин	1,66	11,1	57,9	5,22	6,69	46,8
Мизорин 7	1,62	11,1	56,5	5,09	6,85	45,4
17-1	1,64	11,1	57,2	5,15	6,77	46,1
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	1,63	14,3	56,9	3,98	8,77	42,6
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	1,63	14,3	56,9	3,98	8,77	42,6
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	1,64	14,3	57,2	4,00	8,72	42,9
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,71	14,3	59,7	4,17	8,36	45,4

Максимальные показатели биоэнергетической эффективности в опыте 5,22 и 6,23, а также самые низкие затраты энергии на выращивание продукции 7,12 и 6,20 ГДж/тонну достигнуты при применении штаммов азотфиксаторов Флавобактерин у гибрида Донской 1448 и ПГ-5 у гибрида Патриот.

Таблица 48 - Биоэнергетическая оценка применения минеральных удобрений и биопрепаратов под подсолнечник в среднем за 2012-2014 гг. Гибрид Патриот

Исследуемые технологические операции	Урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Энергия, накопленная в урожае, ГДж/га	Энергетическая эффективность	Энергоемкость продукции, ГДж/т	Прирост энергии в урожае сухого вещества, ГДж/га
контроль	1,61	11,1	56,2	5,06	6,89	45,1
N ₄₀ P ₅₀	2,07	14,3	72,2	5,05	6,91	57,9
N ₈₀ P ₅₀	2,00	17,9	69,8	3,90	8,95	51,9
N ₄₀ P ₁₀₀	2,06	17,3	71,9	4,16	8,40	54,6
N ₈₀ P ₁₀₀	2,00	20,7	69,8	3,37	10,35	49,1
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	1,96	14,7	68,4	4,65	7,50	53,7
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	1,76	21,1	61,4	2,91	11,99	40,3
ПГ-5	1,98	11,1	69,1	6,23	5,61	58,0
Флавобактерин	1,79	11,1	62,5	5,63	6,20	51,4
Мизорин 7	1,95	11,1	68,1	6,14	5,69	57,0
17-1	1,70	11,1	59,3	5,34	6,53	48,2
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	2,07	14,3	72,2	5,05	6,91	57,9
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобактерин	1,90	14,3	66,3	4,64	7,53	52,0
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	1,94	14,3	67,7	4,73	7,37	53,4
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	1,93	14,3	67,4	4,71	7,41	53,1

Эффективность от совместного применения биопрепаратов и минеральных удобрений в дозе N₄₀P₅₀ снижало энергетическую эффективность на 1,24 и 1,18 и увеличивало затраты на производство на 2,08-1,30 ГДж/тонну.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среднем за 2012-2014 гг. в предпосевной период подсолнечника гибрида Донской 1448 запас нитратного азота на контроле в слое почвы 0-60 см составил 73,7 кг/га, у гибрида Патриот - 58,2 кг/га. Применение азотных удобрений под культивацию до посева в дозе 40 кг/га д.в. в среднем за 3 года повышало содержание нитратного азота к моменту сева гибрида Донской 1448 на 30,9-33,8%, гибрида Патриот – на 28,7-37,4%, под влиянием дозы 80 кг/га – на 53,5-54,7% и 62,4-67,9%. От момента сева и до уборки культуры на всех вариантах опыта под обоими гибридами зафиксировано равномерное уменьшение количества нитратного азота в почве.

В среднем за 2012-2014 гг. количество подвижного фосфора по Мачигину в слое 0-40 см на контрольном варианте перед посевом подсолнечника гибрида Донской 1448 составило 9,9, гибрида Патриот – 7,1 мг/кг почвы. Данная обеспеченность почвы доступным фосфором характеризуется как очень низкая. Применение аммофоса осенью под вспашку в дозе 100 кг/га в физическом весе способствовало увеличению содержания подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см к посеву гибрида Донской 1448 по сравнению с количеством на контрольном варианте на 14,1-18,2%, у гибрида Патриот – на 39,4-42,3%, при использовании дозы аммофоса 200 кг/га - на 34,3-40,4% и на 59,0-63,4%. На всех вариантах опыта от посева и до фазы полной спелости подсолнечника обоих гибридов происходило равномерное снижение подвижного фосфора в почве.

В среднем за 3 года проведения полевых опытов перед посевом обоих гибридов подсолнечника содержание обменного калия достигало в слое 0-40 см 367-370 мг/кг почвы. На всех вариантах опыта с гибридом Патриот снижение количества обменного калия в слое почвы 0-40 см происходило от посева и до уборки культуры. На вариантах с гибридом Донской 1448 уменьшение обменного калия происходило до фазы цветения. После фазы цвете-

ния обеспеченность почвы обменным калием оставалось на прежнем уровне обеспеченности или незначительно повышалось.

Максимальные биометрические показатели растений подсолнечника обоих гибридов сформированы в фазу цветения под влиянием полного минерального удобрения. Внесение удобрений в наибольшей дозе $N_{80}P_{100}K_{50}$ по сравнению с контрольным вариантом увеличивало высоту растений гибрида Донской 1448 в фазу цветения на 16 см или на 9,9%, а массу 1 растения – на 300 г или на 35,8%, у гибрида Патриот – на 22 см или на 13,9% и на 255 г или на 33,1% соответственно.

В фазу бутонизации в среднем за 2012-2014 гг. существенное увеличение концентрации азота в растениях гибрида Донской 1448 зафиксировано на вариантах с совместным использованием азотно-фосфорных удобрений и биопрепаратов ПГ-5 и Флавобактерин. По сравнению с контрольным вариантом увеличение достигало 0,28-0,29%. Более высокая отзывчивость на применение азотных минеральных удобрений получена у растений гибрида Патриот в фазу бутонизации. Внесение 80 кг/га д.в. азотных удобрений или 40 кг/га д.в./, но в составе полного минерального удобрения увеличивало в сухом веществе растений концентрацию азота по сравнению с контролем на 0,37-0,55%.

В среднем за 2012-2014 гг. урожайность гибридов подсолнечника на контрольном варианте изменялась в пределах от 1,54 до 1,61 т/га. Преимущество гибрида Патриот в увеличении урожайности составило лишь 0,07 т/га или 4,5%. Возделывание среднеспелого гибрида Патриот наиболее эффективно при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{50}$, среднепозднего гибрида Донской 1448 – при внесении $N_{40}P_{100}$. Прибавки в урожайности маслосемян подсолнечника по сравнению с контрольным вариантом достигали 0,46-0,47 т/га или 28,4-30,5%. В среднем за три года более эффективным являлась обработка семян гибрида Патриот биопрепаратом ПГ-5. Прибавка урожайности по сравнению с контролем увеличивалась на 0,37 т/га или на 23,0%, что лишь на 5,4% меньше, чем на оптимальном варианте с дозой ми-

неральных удобрений $N_{40}P_{50}$. У гибрида Донской 1448 эффективно применение Флавобактерина, но увеличение урожайности составило лишь 0,12 т/га или 7,8%.

В среднем за 2012-2014 гг. при выращивании гибрида Донской 1448 наибольшая масличность семян подсолнечника достигнута на варианте с применением полного минерального удобрения в дозе $N_{40}P_{50}K_{50}$. Прибавка по сравнению с контрольным вариантом достигала 4,3%. При возделывании гибрида Патриот более эффективно использование дозы $N_{80}P_{50}$. Увеличение масличности по сравнению с контролем составило 4,4%. В среднем за 2012-2014 гг. наибольшие изменения в показателе сбора масла в урожае семян подсолнечника на обоих гибридах отмечены на варианте $N_{40}P_{100}$. Прибавка по сравнению с контрольными вариантами составила у гибрида Донской 1448 – 37,6%, у гибрида Патриот – 36,6%.

На вариантах с применением минеральных удобрений суммарный вынос азота увеличивался в растениях гибрида Донской 1448 по сравнению с контрольным вариантом на 19,7-29,5% и достигал максимума на вариантах с дозами $N_{40}P_{100}$ и $N_{80}P_{100}$. При выращивании гибрида Патриот данное увеличение составило 24,2-30,6%. Наибольшее влияние на этот показатель оказало применение доз $N_{80}P_{50}$ и $N_{80}P_{100}$. В среднем за 3 года преобладание поступления азота над выносом зафиксировано при применении азотных удобрений в дозе 80 кг/га д.в. Применение фосфорных и калийных удобрений осенью под основную обработку почвы обеспечивало положительный баланс этих элементов при выращивании гибридов подсолнечника.

Наиболее высокие экономические показатели получены при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{50}$. Себестоимость производства маслосемян гибрида Донской 1448 по сравнению с контрольным вариантом снизилась на 0,30 руб./кг, у гибрида Патриот – на 0,49 руб./кг, рентабельность производства увеличилась на 5 и 9%. При выращивании гибрида Донской 1448 инокуляция семян подсолнечника перед посевом штаммом Флавобактерин увеличивала рентабельность производства маслосемян подсолнечника по

сравнению с контрольным вариантом на 10%, при уменьшении себестоимости на 0,61 руб./кг. При возделывании гибрида Патриот более эффективно для инокуляции семян применение штамма ПГ-5. Снижение себестоимости продукции составило по сравнению с контрольным вариантом 1,84 руб./кг при увеличении рентабельности на 36%, а условно чистого дохода - на 6356 руб./га.

Применение удобрений в дозе $N_{40}P_{50}$ при выращивании подсолнечника способствовало достижению высокой энергетической эффективности - 4,73 при выращивании гибрида Донской 148, при возделывании гибрида Патриот – 5,05. Максимальные показатели биоэнергетической эффективности в опыте 5,22 и 6,23, а также самые низкие затраты энергии на выращивание продукции 7,12 и 6,20 ГДж/тонну достигнуты при применении штаммов азотфиксаторов Флавобактерин у гибрида Донской 1448 и ПГ-5 у гибрида Патриот.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. При возделывании среднеспелых и среднераннеспелых гибридов подсолнечника на черноземе обыкновенном Нижнего Дона с очень низкой и низкой обеспеченностью почвы подвижным фосфором и повышенной обменным калием рекомендуется осенью под основную обработку почвы вносить аммофос в дозе $N_{12}P_{50}$, весной под культивацию применять аммонийную селитру в дозе N_{28} .

2. При посеве подсолнечника без минеральных удобрений необходимо использовать для обработки семян среднераннеспелых гибридов бактериальный препарат Флавобактерин из расчета 200 г на гектарную норму.

3. Целесообразно продолжить на черноземе обыкновенном региона производственные испытания бактериального препарата ПГ-5 Всероссийского института сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург) из расчета 200 г на гектарную норму для обработки семян среднеспелых гибридов при посеве подсолнечника без минеральных удобрений.

Перспективы дальнейшей разработки темы. Учитывая низкую эффективность совместного применения биопрепаратов на фоне азотно-фосфорных удобрений при выращивании подсолнечника для замещения азота минеральных удобрений биологическим целесообразно изучить действие биопрепаратов Флавобактерин и ПГ-5 на азотный, фосфатный и калийный режимы почвы на фоне фосфорных и фосфорно-калийных удобрений на черноземе обыкновенном Нижнего Дона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агафонов, Е.В. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на развитие растений кукурузы и ее продуктивность в Ростовской области/ Е.В. Агафонов, А.А. Бельгин, С.А. Гужвин // Materiály IX mezinárodní vědecko - praktická konference «Zprávy vědecké ideje – 2013». - Díl 21. Zemědělství. Zvěrolékařství: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o – S. 75-80.
2. Агафонов, Е.В. Влияние совместного применения бактериальных и минеральных удобрений на урожайность зернового сорго / Е.В. Агафонов, С.В. Абраменко // Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: Материалы Международной науч.-практ. конф. 1-4 февраля 2005 г. – п. Персиановский, Донской ГАУ, 2005. – С. 24-25.
3. Агафонов, Е.В. Влияние удобрений и бактериальных препаратов на урожайность и качество клубней картофеля на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Н.П. Каменский, С.А. Гужвин // Плодородие. – 2013. - № 3. – С. 17-19.
4. Агафонов, Е.В. Оптимизация питания и удобрение культур полевого севооборота на карбонатном чернозёме / Е.В. Агафонов. - М.: Изд-во ТСХА. - 1992. - 160 с.
5. Агафонов, Е.В. Почвы и удобрения Ростовской области / Е.В. Агафонов, Е.В. Полуэктов. - п. Персиановский, 1999. - 87 с.
6. Агафонов, Е.В. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под просо на черноземе южном / Е.В. Агафонов, В.В. Клыков // Зерновое хозяйство России. – 2013. - № 4. – С. 53-55.
7. Агафонов, Е.В. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под картофелем на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Н.В. Каменский // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: Материалы международной научно-практической конференции. – пос. Персиановский : Донской ГАУ, 2015. – С. 12-15.

8. Агафонов, Е.В. Применение удобрений под арбуз в условиях орошения : научно-практические рекомендации / Е.В. Агафонов, С.А. Гужвин, А.Я. Чернов, В.С. Барыкин. – пос. Персиановский : Изд-во Донского ГАУ, 2012. – 27 с.
9. Агафонов, Е.В. Роль бактериальных удобрений в уменьшении доз минерального азота при выращивании орошаемого арбуза / Е.В. Агафонов, В.С. Барыкин, С.А. Гужвин, А.Я. Чернов // Отражение био-, гео-, антропосферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: Сборник материалов IV Всероссийской научной конференции с международным участием. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. – С. 11-14.
10. Агафонов, Е.В. Удобрение и другие технологические приемы выращивания баклажана на черноземе обыкновенном: научно-практические рекомендации / Е.В. Агафонов, Б.С. Фарский, А.Я. Чернов, А.Н. Богачев, С.А. Гужвин. – пос. Персиановский : Изд-во Донского ГАУ, 2012. – 40 с.
11. Агафонов, Е.В. Удобрение подсолнечника на мицелярно-карбонатном черноземе / Е.В. Агафонов, Л.Н. Агафонова, Г.Е. Мажуга // Агрохимия. – 1998. - № 7. – С. 56-63.
12. 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.
13. Агафонов, Е.В. Эффективность применения минеральных и бактериальных удобрений под баклажаны на обыкновенном черноземе / Е.В. Агафонов, Б.С. Фарский, А.Я. Чернов, А.Н. Богачев // Проблемы плодородия почв на современном этапе развития: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры почвоведения и агрохимии Пензенской ГСХА. – Пенза, 2002. – С. 82-84.
14. Агеев, В.В. Системы удобрений в севооборотах Юга России : учеб. пособ. / В.В. Агеев, А.И. Подколзин / СГСХА. - Ставрополь, 2001. - 352 с.
15. Азубеков, Л.Х. Действие флавобактерина и удобрений на урожайность кукурузы / Л.Х. Азубеков, М.А. Таов // Агрохимические аспекты повышения

- продуктивности сельскохозяйственных культур: Материалы Международной научной конференции (ВИУА). – Москва: Агроконсалт, 2002. – С. 466-468.
16. Азубеков, Л.Х. Использование минеральных удобрений, протравителя и биопрепаратов на кукурузе / Л.Х. Азубеков, З.М. Темботов // Земледелие. – 2012. - № 8. – С. 15-16.
17. Андреева, Н.А. Азотфиксирующие цианобактерии в ризосфере риса и их влияние на урожай растений: Автореф. дисс... канд. биол. наук. – Ленинград, 1990. – 20 с.
18. Багринцева, В.Н. Кукуруза – прошлое и настоящее / В.Н. Багринцева // Кукуруза и сорго. – 2014. - №3. – С.28-32.
19. Базилинская, М.В. Биодобрения / М.В. Базилинская. – М.: Агропромиздат, 1989. – 128 с.
20. Балов, В.К. Масличность семян подсолнечника в зависимости от уровня минерального питания / В.К. Балов, М.И. Шибзухов // Зерновое хозяйство. – 2006. - №5. – С. 9.
21. Барыкин, В.С. Система удобрения среднераннего арбуза на черноземе обыкновенном в условиях орошения: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – п. Персиановский, 2009. – 22 с.
22. Батаков, Д.А. Удобрение участков гибридизации подсолнечника «Сигнал» на темно-каштановой почве Ростовской области: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – п. Персиановский, 2001. – 25 с.
23. Безуглова, О.С. Почвы Ростовской области / О.С. Безуглова, М.М. Хырхырова: учеб. пособие. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ. - 2008. - 352 с.
24. 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.
25. Бельгин, А.А. Эффективность совместного применения минеральных и бактериальных удобрений под кукурузу / А.А. Бельгин, С.А. Гужвин // Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного ком-

плекса и аграрного образования России: Материалы международной научно-практической конференции. - п. Персиановский: ДонГАУ, 2012.

26. Биопрепараты и ростиммуностимуляторы в технологии возделывания озимой пшеницы (в условиях Краснодарского края) / И.И. Бегунов, В.Т. Гончаров, Э.И. Монастырняк, П.В. Афтеньев и др. // Производство экологически безопасной продукции растениеводства. – 1996. – Вып. 2. – С. 47-49.

27. Бобышев, В.Г. Исследование взаимосвязи некоторых микробиологических процессов в почве и ее плодородия в условиях Ростовской области: Автореф. дис... канд. биол. наук. – п. Персиановский, 1970. – 17 с.

28. Васильев, Д.С. Агротехника подсолнечника / Д.С. Васильев – М.: Колос. - 1983. – 14 с.

29. Васильев, Д.С. Подсолнечник / Д.С. Васильев. – Москва ВО «Агропромиздат». - 1990. – 15 с.

30. Виноградов, Д.В. Рост и развитие масличных культур при разном уровне минерального питания / Д.В. Виноградов, И.А. Вертепечкий //Международный технико-экономический журнал. - №4. – 2011. – С. 99-102.

31. Влияние биоудобрений и регуляторов роста на урожайность подсолнечника / Л.П. Бельтюков, Г.М. Ситало, В.М. Мажаро, Е.К. Кувшинов [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – Т.1. - №37-1. – С. 46-52.

32. Горбаченко, Ф.И. Прогрессивные технологии возделывания масличных культур / Ф.И. Горбаченко. - Ростов-на-Дону. - 2003. – 43 с.

33. Горянин, О.И. Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в степном Заволжье/ О.И. Горянин, Т.А. Горянина // Аграрный научный журнал. –2013. - № 11. – 19-22.

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

35. Гужвин, С.А. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов под яровой ячмень / С.А. Гужвин, Н.В. Свириденко, М.В. Токарева // Инно-

вазии в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции. - пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2016. – С. 31-34.

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

37. Есаулко, А.Н. Пути оптимизации систем удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья / А.Н. Есаулко. – Ставрополь: Агрус, 2006. – 303 с.

38. Завалин, А.А. Влияние биопрепаратов и азотного удобрения на продуктивность кукурузы на обыкновенном черноземе / А.А. Завалин, А.С. Карашаева, Л.Х. Азубеков // Агрехимический вестник. - 2004. - № 2. - С. 28-32.

39. Завалин, А.А. Урожайность зерна кукурузы при использовании удобрений, витавакса и биопрепаратов/ А.А. Завалин, З.М. Темботов, Л.Х. Азубеков // Плодородие. – 2008. - № 3. – С. 12-13.

40. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы / под ред. В.Н. Василенко. - Ч. 2. - г. Ростов-на-Дону: 2013. - 272 с.

41. Зональные системы земледелия Ростовской области на ландшафтной основе / Под ред. В.П. Ермоленко. – Рассвет, 2007. – 244 с.

42. Изучение влияния бактеризации семян на рост и развитие растений озимой пшеницы [Электронный ресурс] / А.М. Асатурова, В.Д. Надыкта, В.Я. Исмаилов, В.М. Дубяга, Н.С. Томашевич, М.Д. Жарникова, Н.А. Жевнова, А.И. Хомяк // Научный журнал КубГАУ. – 2013. - №85(01).

43. Калининская, Т.А. Изучение азотфиксирующей активности почв разного типа с помощью $^{15}\text{N}_2$ / Т.А. Калининская, Ю.М. Миллер, И.Т. Култышкина // Применение стабильного изотопа $^{15}\text{N}_2$ в исследованиях по земледелию. – М., 1973. – С. 55-61.

44. Калининская, Т.А. Изучение доступности для риса азота, усвоенного из воздуха азотфиксирующими микроорганизмами / Т.А. Калининская, Ю.М.

Миллер, Ю.М. Белов // Круговорот и баланс азота в системе почва-удобрение-растение-вода. – М.: Наука, 1979. – С. 44-49.

45. Карашаева, А.С. Влияние биопрепаратов и азотного удобрения на формирование урожая зерна кукурузы на обыкновенном черноземе / А.С. Карашаева // Агрехимические аспекты повышения продуктивности сельскохозяйственных культур: Материалы Международной научной конференции (ВИ-УА). – Москва: Агроконсалт, 2002. - С. 434-436.

46. Кидин, В.В. Агрехимия / В.В. Кидин, С.П. Торшин: учебник. - Москва.: Проспект, 2017. – 608 с.

47. Кидин, В.В. Система удобрения / В.В. Кидин: учебник. - М.: Изд-во РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. - 534 с.

48. Кодзокова, М.Х. Эффективность использования минеральных удобрений и флавобактерина под гибриды кукурузы в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. - п. Персиановский: ДонГАУ, 2009. - 22 с.

49. Коляда, С.А. Влияние инокуляции экологическими биопрепаратами азотфиксирующих микроорганизмов на урожай сахарного сорго / С.А. Коляда, В.Б. Пойда // Актуальные проблемы экологии в сельскохозяйственном производстве: Материалы научной конференции. – п. Персиановский, 1998. – С. 39.

50. Кондрашёва, А.М. Основные направления интенсификации производства подсолнечника на основе развития инновационных процессов / А.М. Кондрашёва. – // Международный сельскохозяйственный журнал. - №5. – 2011. – С. 45-48.

51. Кулыгин, В.А. Влияние удобрений на урожайность подсолнечника при различных способах обработки почвы / В.А. Кулыгин, В.Е. Зинченко, А.В. Гринько // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2017. - № 4 (66). - С. 82-85.

52. Лактионов, Ю.В. Создание форм биопрепаратов на основе клубеньковых и ассоциативных ризобактерий и оценка их эффективности: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Санкт-Петербург, 2010. – 19 с.
53. Лебедев, В.Н. Оценка эффективности инокуляции семян четырех видов горчиц ассоциативными азотфиксирующими штаммами ризобактерий / В.Н. Лебедев, Г.А. Ураев // *Фундаментальные исследования*. – 2015. - № 2. – С. 5594-5598.
54. Лебедев, С.И. Физиология растений / С.И. Лебедев. – М.: Агропомиздат, 1988. – 544 с.
55. Листопадов, И.Н. Плодородие почвы в интенсивном земледелии / И.Н. Листопадов, И.М. Шапошникова. - М.: Россельхозиздат, 1984. - 205 с.
56. 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.
57. Лукомец, В.М. О состоянии и перспективах производства масличных культур в Южном Федеральном округе / В.М. Лукомец // *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.
58. Маковеев, А.В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность гибридов подсолнечника / А.В. Маковеев, Ф.И. Дереча, С.И. Лучинский, В.С. Лучинский, С.А. Макаренко // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. - 2016. - № 123. - С. 1353-1367.
59. Максименко, А.П. Использование ассоциативных азотфиксаторов при выращивании лесных культур / А.П. Максименко, Л.Н. Титаренко // *Агрохимические аспекты повышения продуктивности сельскохозяйственных культур: Материалы Международной научной конференции (ВИУА)*. – Москва: Агроконсалт, 2002. - С. 436-438.

60. 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.
61. 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.
62. Манашов, Д.А. Применение индюшиного помёта при возделывании подсолнечника на черноземе обыкновенном Ростовской области: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Саратов, 2015. – 24 с.
63. 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.
64. Метлина, Г.В. Биологические препараты и их место в экологически ориентированных системах сельского хозяйства / Г.В. Метлина // Донская аграрная научно-практическая конференция «Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы»: международный сборник научных трудов. - Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. – С. 74-77.
65. Минеев, В.Г. Агрохимия. / В.Г. Минеев. - Изд. 2-е, перераб. и доп.- М.: Колос С, 2004. - 720 с.
66. Минеев, В.Г. Химизация земледелия и природная среда / В.Г. Минеев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.
67. Мишустин, Е.Н. Биологический азот в сельском хозяйстве СССР / Е.Н. Мишустин, Н.И. Черепков // Технология производства и эффективность применения бактериальных удобрений. – М., 1982. – С. 3-12.
68. Москвичев, А.Ю. Применение мизорина и бишофита при возделывании картофеля на фоне разуплотнения почвы / А.Ю. Москвичев, А.В. Балашов, В.В. Пятибратов // Плодородие. – 2009. - № 6. – С. 29.
69. Назарько, А.Н. Способы применения минеральных удобрений и их влияние на продуктивность сортов и гибридов подсолнечника на черноземе типичном / А.Н. Назарько // Масличные культуры. Научно-технический бюл-

летень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. - 2012. № 2 (151-152). - С. 116-121.

70. Нарушев, В.Б. Совершенствование зональной агротехники подсолнечника в Саратовской области / В.Б. Нарушев, Д.В.Горшенин // Главный агроном. - 2013. - №8.- С. 39-40

71. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия / А.А. Завалин и [др.] - Санкт-Петербург, 2010. – 64 с.

72. Нужнов, И.В. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под лён масличный на черноземе южном / И.В. Нужнов // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции. - пос. Персиановский : Донской ГАУ, 2016 г. – С. 54-57.

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

74. Плешков, Е.П. Биохимия сельскохозяйственных культур / Е.П. Плешков. – 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1987. – 494 с.

75. 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.

76. Полевой, В.В. Физиология растений / В.В. Полевой. – М.: Высшая школа, 1989. – 464 с.

77. Посыпанов, Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка: Монография / Г.С. Посыпанов. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 2015.

78. Посыпанов, Г.С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях / Г.С. Посыпанов // Известия ТСХА. - 1983. – Вып. 5. – С. 15 – 21.

79. Пухаев, А.Р. Эффективность новых штаммов ассоциативных ризобактерий на посевах озимой пшеницы / А.Р. Пухаев, А.Т. Фарниев, А.П. Кожемяков // Земледелие. – 2009. - № 8. – С. 40-42.
80. Пыщева, З.М. Влияние удобрений и густота растений на продуктивность подсолнечника / З.М. Пыщева // Химизация сельского хозяйства. - 1998. - №2. - С. 61-62.
81. Реакция сортов ярового ячменя на применение микробиологических препаратов мизорин и ризоагрин/ И.С. Ганиева, М.А. Ланочкина, Н.В. Ильина, В.И. Блохин // Научное обеспечение агропромышленного комплекса России: Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти Р.Г. Гареева. – Казань: Центр инновационных технологий, 2012. – С. 175-181.
82. Рутор, Т.А. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания и использования биологического азота на выщелоченном черноземе Краснодарского края: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Краснодар: КубГАУ, 1999. - 25 с.
83. Севостьянова, А.А. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность кукурузы на зерно на черноземе обыкновенном / А.А. Севостьянова // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции. - пос. Персиановский : Донской ГАУ, 2016. – С. 68-72.
84. Севостьянова, А.А. Применение бактериальных препаратов под кукурузу на черноземе обыкновенном / А.А. Севостьянова // Актуальные проблемы агротехнологий XXI века и концепции их устойчивого развития: Материалы национальной заочной научно-практической конференции. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. – С. 50-53.
85. Севостьянова, А.А. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под кукурузу на зерно на черноземе обыкновенном Нижнего Дона / Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Саратов: Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова, 2019. - 24 с.

86. Семенюк, О.В. Бактериальные удобрения, урожай и качество зерна озимой пшеницы / О.В. Семенюк, И.В. Нешин, О.А. Бархатова, А.С. Булатов // Земледелие. – 2014. - № 6. – С. 33-34.
87. Сидакова, М.С. Влияние удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество зерна ячменя на черноземе обыкновенном: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Санкт-Петербург, 2005. – 20 с.
88. Симаров, Б.В. Генетические основы бобово-ризобиального симбиоза / Б.В. Симаров, И.А. Тихонович // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 165 – 175.
89. Симонович, Е. Применение биологических активизаторов почвенного плодородия как один из способов экологизации земледелия на черноземах обыкновенных в условиях Ростовской области / Е. Симонович, Е. Шиманская // Главный агроном. – 2015. - № 1-2. – С. 15-16.
90. Сокаев, К.Е. Эффективность биопрепаратов и микроудобрений на посевах озимой пшеницы / К.Е. Сокаев, А.А. Шалыгина // Плодородие. – 2012. - № 4. – С. 14-16.
91. Старченков, Е.П. О состоянии и перспективах исследований азотфиксации бобово-ризобиальными системами / Е.П. Старченков // Физиология и биохимия культурных растений. – 1987. - Т. 19. - № 1. – С. 13-19.
92. Сытников, Д.М. Биотехнология микроорганизмов–азотфиксаторов и перспективы применения препаратов на их основе / Д.М. Сытников // Биотехнология. - Т. 5. - №4. – 2012. – С.34-45.
93. Турина, Е.Л. Применение биопрепаратов при выращивании гороха, чины, чечевицы и сои для формирования высокопродуктивных агроценозов в Крыму / Е.Л. Турина, Р.А. Кулинич // Аграрная Россия. – 2015. - № 1. – С. 14-16.
94. Умаров, М.М. Азотфиксация в ассоциациях микроорганизмов с растениями / М.М. Умаров, Н.Г. Кураков, Б.Ф. Садыков // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М., 1985. – С. 205-213.

95. Умаров, М.М. Азотфиксация в ассоциациях организмов / М.М. Умаров // Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. – № 2. С. 22–26.
96. Устенко, А.А. Болезни и вредители подсолнечника: учебное пособие / А.А. Устенко, А.В. Усатов. - Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2010. – 110 с.
97. Фарский, Б.С. Удобрение баклажана на черноземе обыкновенном : Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – п. Персиановский, 2004. – 22 с.
98. Феденко, Л.В. Эффективность использования азотфиксаторов при выращивании озимой пшеницы / Л.В. Феденко // Вопросы селекции и возделывания полевых культур. – Краснодар: «Советская Кубань», 2001. – 352 с.
99. Хвостиков, Ю.А. Влияние минеральных удобрений на продуктивность подсолнечника, возделываемого на черноземе обыкновенном. - Автореф. дисс. канд. с.-х. наук, 2007. - п. Персиановский. - 26 с.
100. Цыкалов, А.Н. Влияние внесения бентонитов и минеральных удобрений на урожайность и качество семян подсолнечника в условиях степной зоны Центрального Черноземья / А.Н. Цыкалов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2016. - № 3 (50). - С. 40-46.
101. Чеботарь, В.К. Влияние инокуляции азотфиксирующими микроорганизмами на урожай сорго и содержание в нем азота / В.К. Чеботарь // Бюллетень ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. – Л., 1985. - № 42. – С. 26-29.
102. Шапошникова, И.М. Особенности применения удобрений на черноземах Ростовской области / И.М. Шапошникова // Научные основы рационального использования черноземов. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1976. – С. 87-91.
103. Шеуджен, А.Х. Агрохимические основы применения удобрений / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизенек. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2013. – 572 с.
104. 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.

105. Юдин, Ф.А. Методика агрохимических исследований / Ф.А. Юдин. - М.: Колос, 1980. – 366 с.
106. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Под. ред. Б.А. Ягодина. - М.: Колос, 2003. - 584 с.
107. Ягодин, Б.А. Агрохимия: учебник для студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям / Под редакцией академика ВАСХНИЛ Б.А. Ягодина. - 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Агропромиздат, 1989. - 639 с.
108. Borkowski, J. Effect of the preparations Biochikol 020 PC, Tytanit, Biosept 33 SL and others on the healthiness of tomato plants and their fruiting in glasshouse / J Borkowski, B. Dyki, A.Niekraszewicz, A. Struszczyk //Progress on Chemistry and Application of Chitin and Its Derivatives Monograph. 2004 X,. H. Struszczyk (ed.). Polish Chitin Society, P. 167-173.
109. Burris, R.Y. //J. Biol. Chem., 2003. P. 24-29.
110. Dart, P.J. Nitrogen fixation associated with non-legumes in agriculture /P.J. Dart //Plant and Soil. – 1986. – V.90. - №1-3. – P.303-334.
111. Delwiche, C.C. Non-symbiotic nitrogen fixation in soils / C.C. Delwiche, I.Wihler //Plant and Soil. – 1956. – V.7. - №2. – P.14-19.
112. FAO soils bulletin № 3. Application of nitrogen-fixing systems in soil management. – Roma: FAO, 1982. – 188 p.
113. Herridge David F. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems [Text] / David F. Herridge, Mark B. Peoples, Robert M. Boddey // Plant and Soil. – 2008. – 311, № 1-2. – S. 1-18.
114. Klemedtsson, L. Dinitrogen and nitrous oxide produced by denitrification and nitrification in soil with and without barley plant / L. Klemedtsson, B.H. Svensson, T. Rosswall // Plant Soil, 1987. – Vol. 99. – P. 303-319.
115. Mutcscher, H Measurement and assessment of soil potassium / H. Mutcscher // -IPI Research Topics. - №.4, Int. Potash Inst. - Basel, 1995. –102 p.

116. Rose, S. Efficacy of biological and chemical treatments for control of Fusarium root and stem rot on greenhouse cucumber. / S. Rose, M. Parker, Z.K. Punja //Plant Disease 2003. – 87 (12), - P.1462-1470.
117. Schneider, A. Short – term release and fixation of K in calcareous clay soils. Consequence for K buffer power prediction / A. Schneider // Europ. J. Soil Sc. - 1997. – Vol. 48. - №3. - P. 499-512.
118. 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 discus. (November 22-23, 1985). - New Delhi: Model Press Private Ltd., 1987. P. 157-166.
119. Vlassak, K. Agronomic aspects biological dinitrogen fixation by Azospirillum spp in temperate region // K. Vlassak, L. Reynders, //Associative N₂ – Fixation. – 1981. V.1. – P. 93-101.
120. Voss, R. Apply nitrogen this fall or wait until next spring? / R. Voss, R. Killorn // Wallaces Farmer, 1984. - V.109. – №18. – p. 36-37.

Погодные условия при проведении полевых опытов

Месяц	Среднемесячная температура воздуха, °С				Относительная влажность воздуха, %				Сумма осадков, мм			
	2011- 2012 с.-х. год	2012- 2013 с.-х. год	2013- 2014 с.-х. год	средне- много- летние	2011- 2012 с.-х. год	2012- 2013 с.-х. год	2013- 2014 с.-х. год	средне- много- летние	2011- 2012 с.-х. год	2012- 2013 с.-х. год	2013- 2014 с.-х. год	средне- много- летние
Сентябрь	15,2	18,9	16,2	16,2	41	58	83	39	57	5	108	32
Октябрь	8,7	14,2	8,9	9,2	57	68	87	53	81	54	124	39
Ноябрь	-0,6	5,3	6,5	2,2	55	82	86	59	22	18	6	40
Декабрь	3,2	-2,8	-1,4	-3,1	70	86	84	68	56	56	26	43
Январь	-3,8	-1,2	-3,3	-5,7	71	83	80	71	31	86	80	35
Февраль	-9,8	1,1	-2,0	-5,1	59	77	75	59	25	18	11	34
Март	-0,4	4,0	5,5	0,2	50	80	62	50	28	65	23	33
Апрель	14,2	12,3	10,3	9,0	38	60	59	38	30	8	42	36
Май	17,8	21,8	19,3	16,4	34	52	65	34	68	20	54	43
Июнь	23,4	24,5	21,1	20,0	29	50	61	30	33	36	43	61
Июль	24,6	25,5	25,2	22,5	24	48	37	24	16	42	9	51
Август	23,8	25,1	25,5	22,1	24	51	50	22	21	86	2	36
Среднее	9,7	12,4	10,9	8,7	46	66	69	46	-	-	-	-
Сумма	-	-	-	-	-	-	-	-	468	494	593	483

Приложение 2

Содержание продуктивной влаги в почве в 2012 году, мм

Слой почвы, см	Срок отбора				
	перед посевом	фаза 3-4 пары настоящих листьев	бутонизация	цветение	уборка
гибрид Донской 1448					
0-20	38	26	21	8	3
20-40	36	34	25	10	4
40-60	39	29	26	7	3
60-80	38	32	27	8	2
80-100	35	31	20	7	2
0-60	113	89	72	25	10
0-100	186	152	119	40	14
гибрид Патриот					
0-20	41	30	23	6	4
20-40	37	36	27	12	5
40-60	44	33	28	9	8
60-80	40	30	25	10	6
80-100	42	34	20	9	8
0-60	122	99	23	27	17
0-100	204	163	126	46	31

Приложение 3

Содержание продуктивной влаги в почве в 2013 году, мм

Слой почвы, см	Срок отбора				
	перед посевом	фаза 3-4 пары настоящих листьев	бутонизация	цветение	уборка
гибрид Донской 1448					
0-20	28	22	23	18	15
20-40	33	30	24	16	17
40-60	26	27	24	21	20
60-80	32	34	30	25	22
80-100	30	26	22	15	15
0-60	87	79	71	55	52
0-100	149	139	123	95	89
гибрид Патриот					
0-20	30	24	21	19	18
20-40	32	27	26	17	20
40-60	28	29	28	20	17
60-80	30	32	26	24	22
80-100	33	28	22	20	16
0-60	90	80	75	56	55
0-100	153	140	123	100	93

Содержание продуктивной влаги в почве в 2014 году, мм.

Слой почвы, см	Срок отбора				
	перед посевом	фаза 3-4 пары настоящих листьев	бутонизация	цветение	уборка
гибрид Донской 1448					
0-20	24	18	11	3	2
20-40	18	15	13	9	0
40-60	20	18	16	8	3
60-80	31	27	21	10	2
80-100	28	21	7	5	2
0-60	62	51	40	20	5
0-100	121	99	68	35	9
гибрид Патриот					
0-20	26	20	14	4	3
20-40	20	16	17	10	0
40-60	22	17	16	9	4
60-80	32	25	19	8	3
80-100	25	26	9	10	3
0-60	68	53	47	23	7
0-100	125	104	77	41	13

Динамика нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	Срок отбора				Среднее за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
контроль	73,7	56,8	48,7	27,2	51,6
N ₄₀ P ₅₀	96,5	74,1	58,2	29,2	64,5
N ₈₀ P ₅₀	114,0	68,6	58,4	38,4	69,9
N ₄₀ P ₁₀₀	98,6	55,8	45,2	28,8	57,1
N ₈₀ P ₁₀₀	113,1	70,8	56,9	24,8	66,4
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	97,1	82,2	54,2	29,5	65,8
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	113,8	77,8	57,5	33,9	70,8
Мизорин	78,6	63,6	43,9	23,8	52,5
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	92,7	66,3	43,9	32,9	59,0
НСП ₀₅	5,6	2,1	3,9	4,7	5,0

Приложение 6
Динамика нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Патриот

Варианты	Срок отбора				Среднее за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
контроль	58,2	37,1	27,8	17,4	35,1
N ₄₀ P ₅₀	74,9	56,8	37,0	19,3	47,0
N ₈₀ P ₅₀	94,5	70,5	49,0	17,0	57,8
N ₄₀ P ₁₀₀	80,0	48,2	34,0	19,1	45,3
N ₈₀ P ₁₀₀	97,7	67,8	47,9	19,5	58,2
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	75,1	54,7	31,8	18,1	44,9
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	95,9	67,7	44,3	17,5	56,3
Мизорин	57,1	40,4	17,1	14,3	32,2
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	71,2	45,1	23,6	14,8	38,7
НСР ₀₅	6,3	4,6	3,9	2,5	4,6

Приложение 7
Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., мг/кг. Гибрид Донской 1448

Варианты	Срок отбора				Среднее за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
контроль	9,9	8,7	8,3	8,4	8,8
N ₄₀ P ₅₀	11,3	10,0	9,3	8,1	9,7
N ₈₀ P ₅₀	11,7	10,3	9,8	8,5	10,1
N ₄₀ P ₁₀₀	13,3	12,5	10,2	8,6	11,2
N ₈₀ P ₁₀₀	13,9	12,6	10,2	8,2	11,2
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	11,7	10,3	9,2	8,8	10,0
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	13,7	9,8	10,1	9,4	10,8
Мизорин	9,6	8,8	8,7	7,7	8,7
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	11,5	9,0	8,6	8,0	9,3
НСР ₀₅	0,8	1,1	0,8	0,6	1,2

Приложение 8
Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Патриот

Варианты	Срок отбора				Среднее за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
контроль	7,1	6,4	6,1	4,9	6,1
N ₄₀ P ₅₀	9,9	8,5	7,8	6,7	8,2
N ₈₀ P ₅₀	10,1	7,7	6,8	6,8	7,9
N ₄₀ P ₁₀₀	11,3	9,2	8,2	7,3	9,0
N ₈₀ P ₁₀₀	11,6	9,5	7,5	6,6	8,8
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	9,8	8,3	7,6	6,3	8,0
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	11,3	10,2	8,9	7,5	9,5
Мизорин	7,1	6,0	6,0	5,7	6,2
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	9,9	8,3	7,8	6,6	8,2
НСР ₀₅	0,6	0,9	1,1	0,7	0,9

Приложение 9

Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	Срок отбора				Среднее за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
контроль	367	338	312	312	332
N ₄₀ P ₅₀	372	345	315	310	336
N ₈₀ P ₅₀	365	346	310	308	333
N ₄₀ P ₁₀₀	373	330	300	313	329
N ₈₀ P ₁₀₀	365	342	310	308	331
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	365	333	308	320	332
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	362	332	307	317	328
Мизорин	367	330	312	312	330
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	365	340	303	322	333
HCP ₀₅	F _ф <F _{теор}	F _ф <F _{теор}	F _ф <F _{теор}	10	F _ф <F _{теор}

Приложение 10

Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Патриот

Варианты	Срок отбора				Среднее за вегетацию
	перед посевом	бутонизация	цветение	уборка	
контроль	370	335	313	298	329
N ₄₀ P ₅₀	368	328	315	313	331
N ₈₀ P ₅₀	370	320	310	303	326
N ₄₀ P ₁₀₀	373	323	313	308	330
N ₈₀ P ₁₀₀	372	327	312	307	330
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	383	337	322	305	337
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	382	338	322	303	337
Мизорин	363	340	313	307	331
Мизорин+ N ₄₀ P ₅₀	365	330	312	297	326
HCP ₀₅	F _ф <F _{теор}	17	11	F _ф <F _{теор}	F _ф <F _{теор}

Приложение 11

Урожайность вегетативной массы подсолнечника, т/га. Гибрид Донской 1448

Варианты	2012 г.	Прибавка к контролю		2013 г.	Прибавка к контролю		2014 г.	Прибавка к контролю	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
контроль	2,44	-	-	1,98	-	-	1,56	-	-
N ₄₀ P ₅₀	3,32	0,88	36,1	2,21	0,23	11,6	1,87	0,31	19,9
N ₈₀ P ₅₀	3,51	1,07	43,9	2,42	0,44	22,2	1,92	0,36	23,1
N ₄₀ P ₁₀₀	3,44	1,00	41,0	2,24	0,26	13,1	1,88	0,32	20,5
N ₈₀ P ₁₀₀	3,51	1,07	43,9	2,56	0,58	29,3	2,02	0,46	29,5
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	3,44	1,00	41,0	2,71	0,73	36,9	1,89	0,33	21,2
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	3,40	0,96	39,3	2,80	0,82	41,4	2,12	0,56	35,9
ПГ-5	2,67	0,23	9,4	2,12	0,14	7,1	1,51	-0,05	-3,2
Флавобактерин	2,78	0,34	13,9	2,26	0,28	14,1	1,48	-0,08	-5,1
Мизорин 7	2,84	0,40	16,4	2,17	0,19	9,6	1,55	-0,01	-0,6
17-1	2,66	0,22	9,0	2,23	0,25	12,6	1,63	0,07	4,5
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	2,55	0,11	4,5	2,41	0,43	21,7	1,74	0,18	11,5
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобак- терин	2,47	0,03	1,2	2,47	0,49	24,7	1,46	-0,10	-6,4
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	2,40	-0,04	-1,6	2,56	0,58	29,3	1,52	-0,04	-2,6
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	2,33	-0,11	-4,5	2,40	0,42	21,2	1,60	0,04	2,6

Приложение 12

Урожайность вегетативной массы подсолнечника, т/га. Гибрид Патриот

Варианты	2012 г.	Прибавка к контролю		2013 г.	Прибавка к контролю		2014 г.	Прибавка к контролю	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
контроль	2,84	-	-	2,45	-	-	1,25	-	-
N ₄₀ P ₅₀	3,58	0,74	26,1	2,84	0,39	15,9	1,55	0,30	24,0
N ₈₀ P ₅₀	3,66	0,82	28,9	2,78	0,33	13,5	1,69	0,44	35,2
N ₄₀ P ₁₀₀	3,51	0,67	23,6	2,56	0,11	4,5	1,57	0,32	25,6
N ₈₀ P ₁₀₀	3,74	0,90	31,7	2,48	0,03	1,2	1,62	0,37	29,6
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	3,82	0,98	34,5	2,59	0,14	5,7	1,88	0,63	50,4
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	3,91	1,07	37,7	2,45	0,00	0,0	1,82	0,57	45,6
ПГ-5	3,32	0,48	16,9	2,24	-0,21	-8,6	1,62	0,37	29,6
Флавобактерин	3,41	0,57	20,1	2,16	-0,29	-11,8	1,12	-0,13	-10,4
Мизорин 7	3,29	0,45	15,8	2,24	-0,21	-8,6	1,15	-0,10	-8,0
17-1	3,28	0,44	15,5	2,21	-0,24	-9,8	1,22	-0,03	-2,4
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	3,55	0,71	25,0	2,51	0,06	2,4	1,43	0,18	14,4
N ₄₀ P ₅₀ + Флавобак- терин	3,47	0,63	22,2	2,48	0,03	1,2	1,44	0,19	15,2
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	3,55	0,71	25,0	2,45	0,00	0,0	1,41	0,16	12,8
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	3,42	0,58	20,4	2,52	0,07	2,9	1,50	0,25	20,0

Урожайность вегетативной массы подсолнечника в среднем за 2012-2014 гг., т/га

Варианты	Донской 1448			Патриот		
	урожайность в среднем за 3 года	прибавка к контролю		урожайность в среднем за 3 года	прибавка к контролю	
контроль	1,99	-	-	2,18	-	-
N ₄₀ P ₅₀	2,47	0,48	24,0	2,66	0,48	21,9
N ₈₀ P ₅₀	2,62	0,63	31,5	2,71	0,53	24,3
N ₄₀ P ₁₀₀	2,52	0,53	26,6	2,55	0,37	16,8
N ₈₀ P ₁₀₀	2,70	0,71	35,5	2,61	0,43	19,9
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	2,68	0,69	34,7	2,76	0,58	26,8
N ₈₀ P ₁₀₀ K ₅₀	2,77	0,78	39,4	2,73	0,55	25,1
ПГ-5	2,10	0,11	5,5	2,39	0,21	9,8
Флавобактерин	2,17	0,18	9,2	2,23	0,05	2,3
Мизорин 7	2,19	0,20	9,9	2,23	0,05	2,1
17-1	2,17	0,18	9,2	2,24	0,06	2,6
N ₄₀ P ₅₀ +ПГ-5	2,23	0,24	12,2	2,50	0,32	14,5
N ₄₀ P ₅₀ + Флаво- бактерин	2,13	0,14	7,2	2,46	0,28	13,0
N ₄₀ P ₅₀ + Мизорин 7	2,16	0,17	8,5	2,47	0,29	13,3
N ₄₀ P ₅₀ +17-1	2,11	0,12	6,0	2,48	0,30	13,8

«УТВЕРЖДАЮ»
Врио ректора Донского ГАУ
Федоров В.Х.

«28» сентября 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель хозяйства
Ситников С.И.

«25» сентября 2020 г.

А К Т

внедрения результатов научно-исследовательских работ

«22» сентября 2020 г.

Мы, нижеподписавшиеся, представители Донского государственного аграрного университета доцент, доктор с.-х. наук Каменев Р.А., аспирант Ващенко А.В.
(должность, фамилия, имя, отчество)

_____, с одной стороны,
и представители КФХ «Альтаир» г. Ростов-на-Дону

(наименование предприятия, учреждения, организации)

Глава КФХ Ситников Сергей Иванович

(должность, фамилия, имя, отчество)

с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в 2019-2020 гг.
(сроки внедрения)

в результате проведения научно-исследовательских работ по теме: «Удобрение гибридов подсолнечника разного срока созревания на черноземе обыкновенном» по соглашению от «5» сентября 2019 г.

на полях КФХ «Альтаир» в Аксайском районе Ростовской области

(наименование предприятия, организации, учреждения)

внедрено применение бактериальных азотфиксирующих препаратов на посевах подсолнечника на черноземе обыкновенном
(наименование процесса, машины, материала и др.)

В процессе внедрения выполнены следующие работы

На площади 40 и 55 га посевов подсолнечника в 2020 г. отобраны почвенные образцы, исследована обеспеченность почвы доступными формами элементов питания для растений, определено действие бактериальных препаратов и минеральных удобрений на урожайность маслосемян подсолнечника

От внедрения получен следующий технико-экономический эффект (в рублях и других показателях)

Применение бактериального препарата Флавобактерин для обработки семян подсолнечника гибрида Донской 1448 перед посевом увеличивало урожайность на 0,26 т/га или на 15,7%, дополнительный условно чистый доход с 1 га повысился на 4328 руб., уровень рентабельности повышался по сравнению с контролем на 12%, себестоимость продукции снизилась на 0,15 руб./кг.

Применение бактериального препарата ПГ-5 для обработки семян подсолнечника гибрида Патриот увеличивало урожайность семян подсолнечника на 0,21 т/га или на 17,2%, дополнительный условно чистый доход с 1 га повысился на 5130 руб., уровень рентабельности увеличился по сравнению с контролем на 14%, себестоимость продукции снизилась на 0,20 руб./кг.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ _____
Для повышения экономической эффективности возделывания подсолнечника рекоменду-
ется внедрить применения бактериальных препаратов Флавобактерин и ПГ-5 на всей
площади выращивания подсолнечника, согласно структуры посевных площадей хозяй-
ства.

Акт составлен в 3 экземплярах:
1-й и 3-й экз. — ДонГАУ
2-й — заказчику

Представители ДонГАУ _____

Каменев (Каменев Р.А.)
Вашенко (Вашенко А.В.)



Представители заказчика _____

(Ситников С.И.)

«УТВЕРЖДАЮ»
Врио ректора Донского ГАУ
Федоров В.Х.

«5» октября 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель хозяйства
Григорян С.А.

«8» октября 2020 г.

А К Т

внедрения результатов научно-исследовательских работ
«1» октября 2020 г.

Мы, нижеподписавшиеся, представители Донского государственного аграрного университета доцент, доктор с.-х. наук Каменев Р.А., аспирант Ващенко А.В.
(должность, фамилия, имя, отчество)

и представители ИП главы КФХ Григорян С.А.

(наименование предприятия, учреждения, организации)

Григорян С.А.

(должность, фамилия, имя, отчество)

с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в 2019-2020 г.
(сроки внедрения)

в результате проведения научно-исследовательских работ по теме: «Удобрение гибридов подсолнечника разного срока созревания на черноземе обыкновенном» по соглашению от «12» сентября 2019 г.

на полях ИП главы КФХ Григорян С.А. в Мясниковском районе Ростовской области

(наименование предприятия, организации, учреждения)

внедрено применение бактериальных азотфиксирующих препаратов на посевах подсолнечника на черноземе обыкновенном

(наименование процесса, машины, материала и др.)

В процессе внедрения выполнены следующие работы

На площади 40 и 55 га посевов подсолнечника в 2020 г. отобраны почвенные образцы, исследована обеспеченность растений доступными формами элементов питания, определено действие бактериальных препаратов и минеральных удобрений на урожайность маслосемян подсолнечника

От внедрения получен следующий технико-экономический эффект (в рублях и других показателях)

Применение бактериального препарата Флавобактерин для обработки семян подсолнечника гибрида Донской 1448 перед посевом увеличивало урожайность на 0,26 т/га или на 15,7%, дополнительный условно чистый доход с 1 га повысился на 4328 руб., уровень рентабельности увеличился по сравнению с контролем на 12%, себестоимость продукции снизилась на 0,15 руб./кг.

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{50}$ при выращивании гибрида подсолнечника Донской 1448 увеличивало урожайность на 0,31 т/га или на 17,7%, дополнительный условно чистый доход с 1 га повысился на 4631 руб., уровень рентабельности увеличился по сравнению с контролем на 17%, себестоимость продукции снизилась на 0,10 руб./кг.

Применение бактериального препарата ПГ-5 для обработки семян подсолнечника гибрида Патриот увеличивало урожайность семян подсолнечника на 0,17 т/га или на 14,2%, дополнительный условно чистый доход с 1 га повысился на 3780 руб., уровень рентабельности увеличился по сравнению с контролем на 10%, себестоимость продукции снизилась на 0,18 руб./кг.

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{50}$ при выращивании гибрида подсолнечника Патриот увеличивало урожайность на 0,22 т/га или на 15,8%, дополнительный условно чистый доход с 1 га повысился на 4785 руб., уровень рентабельности увеличился по сравнению с контролем на 12%, себестоимость продукции снизилась на 0,08 руб./кг.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ _____
Для повышения экономической эффективности возделывания подсолнечника рекомендуется внедрить применения бактериальных препаратов Флавобактерин и ПГ-5 на всей площади выращивания подсолнечника, минеральные удобрения вносить $N_{40}P_{50}$ в дозе согласно структуры посевных площадей хозяйства.

Акт составлен в 3 экземплярах:

1-й и 3-й экз. — ДонГАУ

2-й — заказчику

Представители ДонГАУ _____

Каменев (Каменев Р.А.)
Вашенко (Вашенко А.В.)

Представители заказчика ИП главы КФХ

Григорян (Григорян С.А.)



Результаты дисперсионного анализа урожайности семян подсолнечника Донской 1448

в 2012 г.

1,78	2,44	2,22	2,53	2,19	2,04	1,77	2,25	2,19	2,13	2,15	1,17	1,89	1,74	2,03
1,89	2,6	2,24	2,65	2,12	2,1	1,81	2,16	2,2	2,01	2,22	1,89	1,76	1,84	1,90
1,97	2,67	2,34	2,68	2,28	2,06	1,98	2,13	2,43	2,09	2,27	2,01	2,03	1,87	1,87
1,96	2,54	2,51	2,79	2,34	2,24	1,95	2,34	2,46	2,38	2,39	2,29	1,68	2,08	2,13

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	5,063	59			
повторностей	0,483	3			
вариантов	3,785	14	0,2703	14,3	2
остатка	0,796	42	0,01894		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,01894}{4}} = 0,10$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 0,10 = 0,20$$

Результаты дисперсионного анализа урожайности семян подсолнечника Патриот в 2012 г.

1,98	2,8	2,53	2,86	2,44	2,32	2,11	2,6	2,73	2,68	2,49	2,38	2,44	2,45	2,2
2,15	2,87	2,49	2,77	2,4	2,57	2,34	2,66	2,6	2,7	2,64	2,56	2,31	2,5	2,51
2,30	3,14	2,64	2,84	2,72	2,4	2	2,89	2,81	2,94	2,7	2,4	2,7	2,44	2,4
2,29	2,87	2,78	3,02	2,36	2,43	1,92	2,77	2,98	2,88	2,82	2,73	2,47	2,68	2,29

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	4,176	59			
повторностей	0,245	3			
вариантов	3,262	14	0,2330	14,6	2
остатка	0,668	42	0,01591		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,01591}{4}} = 0,09$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 0,09 = 0,18$$

Результаты дисперсионного анализа урожайности семян подсолнечника Донской 1448 в

2013 г.

1,51	1,8	1,95	1,8	1,86	1,97	2,07	1,7	1,65	1,76	1,85	2,01	1,89	1,86	1,92
1,62	1,75	1,75	1,84	1,88	1,82	2	1,7	1,7	1,76	1,8	1,8	1,9	1,88	2,05
1,60	1,74	1,77	1,82	1,84	1,95	1,96	1,72	1,69	1,75	1,77	1,95	2,02	1,90	1,96
1,55	1,8	1,85	1,7	1,9	1,86	2,05	1,6	1,6	1,81	1,7	1,84	1,75	1,84	1,91

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	0,969	59			
повторностей	0,027	3			
вариантов	0,789	14	0,0564	15,5	2
остатка	0,153	42	0,00365		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,00365}{4}} = 0,04$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 0,04 = 0,09$$

Результаты дисперсионного анализа урожайности семян подсолнечника Патриот в 2013 г.

1,68	1,89	1,78	1,88	1,95	2,28	1,9	2,00	1,61	1,7	1,89	2,35	2,03	2,28	2,23
1,75	1,99	1,86	1,92	2,03	2,40	1,85	1,90	1,77	1,66	1,94	2,24	1,90	2,1	2,18
1,70	1,96	1,8	1,95	1,99	2,18	1,8	2,00	1,74	1,6	1,92	2,33	1,94	2,17	2,05
1,71	1,92	1,88	1,85	1,91	2,42	1,77	1,98	1,68	1,6	1,85	2,20	2,05	2,25	2,10

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	2,564	59			
повторностей	0,007	3			
вариантов	2,384	14	0,1703	41,3	2
остатка	0,173	42	0,00412		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,00412}{4}} = 0,05$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 0,05 = 0,09$$

Результаты дисперсионного анализа урожайности семян подсолнечника Донской 1448 в 2014 г.

1,21	1,46	1,61	1,56	1,47	1,3	1,34	0,82	0,88	1,01	0,95	1,17	1,21	1,12	1,22
1,15	1,53	1,55	1,62	1,51	1,32	1,28	0,78	0,91	0,97	0,91	1,09	1,16	1,18	1,17
1,17	1,5	1,56	1,63	1,5	1,4	1,33	0,79	0,87	1,05	0,97	1,12	1,25	1,14	1,13
1,03	1,47	1,52	1,55	1,6	1,14	1,25	0,77	0,94	0,97	0,93	1,22	1,18	1,2	1,12

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	3,552	59			
повторностей	0,011	3			
вариантов	3,436	14	0,2454	97,9	2
остатка	0,105	42	0,00251		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,00251}{4}} = 0,04$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 0,04 = 0,07$$

Результаты дисперсионного анализа урожайности семян подсолнечника Патриот в 2014 г.

0,96	1,33	1,6	1,43	1,52	1,15	1,34	1,27	0,83	0,91	1,11	1,39	1,3	1,13	1,31
0,93	1,35	1,56	1,41	1,56	1,12	1,41	1,23	0,81	0,87	1,09	1,46	1,23	1,18	1,28
0,94	1,32	1,55	1,39	1,54	1,14	1,36	1,26	0,77	0,89	1,16	1,41	1,26	1,11	1,35
0,97	1,36	1,57	1,37	1,58	1,11	1,37	1,2	0,79	0,85	1,2	1,42	1,21	1,18	1,25

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	2,962	59			
повторностей	0,001	3			
вариантов	2,920	14	0,2086	213,7	2
остатка	0,041	42	0,00098		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,00098}{4}} = 0,02$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 0,02 = 0,04$$

Результаты дисперсионного анализа масличности семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в 2012 году, %. Донской 1448

42,2	44,1	43	45,3	44,6	46,6	43,5	43,5	43,1	42,8	42,6	43,5	43,6	44,3	43,2
43,5	45,4	42,7	45,9	45,5	46,9	44,5	44	43,5	42,5	42,9	43,7	44	44,9	43,9
42,7	44,4	43,6	46	44,8	47,3	44,2	43,9	42,9	43,1	43,3	44,3	43,9	44,1	43,8
43,6	45,3	43,9	45,6	45,9	47,6	43,8	43,4	44,1	43,2	43,2	44,5	43,7	45,1	43,5

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	85,504	59			
повторностей	3,991	3			
вариантов	75,984	14	5,4274	41,2	2
остатка	5,529	42	0,13165		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2*0,13165}{4}} = 0,26$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,02 * 0,26 = 0,52$$

Результаты дисперсионного анализа масличности семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в 2013 году, %. Донской 1448

41,5	45,2	44,7	44,1	50	49,5	45,2	47	44,4	49	47	42,2	43,8	42,6	41,6
41,8	45,5	45,1	44,7	50,3	48,9	45,8	47,3	44,2	48,8	46,7	42,6	44,4	43,1	41,5
42,0	45,8	44,5	44,9	50,5	49,1	45,4	47,6	44,9	48,6	46,9	42,7	44,5	42,7	41,3
42,3	45,5	45,3	43,9	50	49,3	44,8	47,3	44,9	48,4	47,8	42,1	43,7	43,2	42,4

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	404,149	59			
повторностей	0,529	3			
вариантов	398,469	14	28,4621	232,1	2
остатка	5,151	42	0,12263		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2*0,12263}{4}} = 0,25$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,02 * 0,25 = 0,50$$

Результаты дисперсионного анализа масличности семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в 2014 году, %. Донской 1448

40,6	44,2	41	41,2	41,1	42,1	39,7	41,2	38,8	38,6	35,8	40,3	41,2	40,2	40,9
41,1	43,8	41,5	41,8	40,8	41,9	40,1	41,7	39,4	38,9	36,5	40,6	39,8	40,8	41
40,4	44,4	40,9	41,4	41,5	42,4	40,4	40,9	39,2	38,1	36,1	40,2	41,3	40,6	40,4
41,5	44	41,4	41,6	41,4	42,8	41	41,8	38,6	38,8	36,4	40,9	41,7	40,4	40,9

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	181,913	59			
повторностей	1,479	3			
вариантов	174,453	14	12,4610	87,5	2
остатка	5,981	42	0,14241		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2*0,14241}{4}} = 0,27$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,02 * 0,27 = 0,54$$

Результаты дисперсионного анализа масличности семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в 2012 году, %. Патриот

43,2 45,1 45,6 45,1 45,3 43 44,5 44,2 43,6 44,1 43,3 44 44,7 44,5 44,3
 43,8 45,7 45,9 45,5 45,8 43,4 44,9 43,7 43,3 44,6 43,6 43,9 45,2 44,9 43,8
 43,5 45,9 46 45,4 45,2 43,1 45 43,9 44 44,3 43,8 44,5 45,3 45,1 44,4
 43,9 45,7 45,7 45,2 46,1 43,3 44,8 44,2 43,9 43,8 43,3 44,4 44,8 44,7 43,9

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	43	59			
повторностей	1	3			
вариантов	40	14	3	43,0	2
остатка	3	42	0,1		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2*0,1}{4}} = 0,18$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,02 * 0,18 = 0,37$$

Результаты дисперсионного анализа масличности семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в 2013 году, %. Патриот

41,9 43,3 46,6 47,9 42,4 44,7 44,2 44,4 42,1 45,8 41,6 43,2 43,7 43,4 43,5
 42,5 43,8 47,1 48 42,8 44,3 44,6 44,9 42,5 46,2 41,9 43,8 44,3 43,9 43,9
 42,1 43,4 46,8 47,6 42,6 45,2 44,8 45 42,7 46,4 42,2 43,2 43,5 43,3 44
 42,7 43,9 47,1 47,3 42,2 45,8 44 44,5 41,9 45,6 42,3 43,4 44,5 43,4 44,6

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	167	59			
повторностей	1	3			
вариантов	161	14	11	99,2	2
остатка	5	42	0,1		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2*0,1}{4}} = 0,24$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,02 * 0,24 = 0,49$$

Результаты дисперсионного анализа масличности семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в среднем за 2012-2014 гг., % Патриот

43,6 45,6 45,8 45,3 45,6 43,2 44,8 44 43,7 44,2 43,5 44,2 45 44,8 44,1
 42,3 43,6 46,9 47,7 42,5 45 44,4 44,7 42,3 46 42 43,4 44 43,5 44
 36,7 43,3 43,1 39,7 41,4 43,1 44,7 43 40 42,8 41,7 41,2 42,6 40,5 40,5

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	178	44			
повторностей	74	2			
вариантов	54	14	4	2,12	2,12
остатка	51	28	2		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2*3,22352}{3}} = 1,47$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,05 * 1,47 = 3,01$$

Результаты дисперсионного анализа сбора масла в урожае семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в 2012 году, кг/га. Донской 1448

691	990	878	1054	899	875	708	900	868	839	843	468	758	709	807
756	1086	880	1119	887	906	741	874	880	786	876	760	712	760	767
774	1091	939	1134	940	896	805	860	959	829	904	819	820	759	754
786	1059	1014	1170	988	981	786	934	998	946	950	938	675	863	852

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	967439	59			
повторностей	99577	3			
вариантов	732994	14	52357	16,3	2
остатка	134868	42	3211,1		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,211,1}{4}} = 40,07$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 40,07 = 80,94$$

Результаты дисперсионного анализа сбора масла в урожае семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в 2013 году, кг/га. Донской 1448

577	749	802	730	856	897	861	735	674	834	761	780	762	729	735
623	733	726	757	870	819	843	740	691	808	756	705	776	745	783
618	733	725	752	855	881	819	753	698	791	755	766	827	746	745
603	753	771	687	874	844	845	696	661	757	796	713	704	731	745

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	282625,650	59			
повторностей	3826,317	3			
вариантов	248427,900	14	17744,8500	24,5	2
остатка	30371,433	42	723,12937		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 723,13}{4}} = 19,01$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 19,01 = 38,4$$

Результаты дисперсионного анализа сбора масла в урожае семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в 2014 году, кг/га. Донской 1448

452	594	607	591	556	504	489	311	314	359	313	434	425	451	455
435	617	592	623	567	509	472	299	330	347	306	407	432	439	438
435	613	587	621	573	546	494	297	314	368	322	414	433	422	465
393	595	579	593	609	449	472	296	334	346	311	459	460	416	444

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	636272,933	59			
повторностей	790,000	3			
вариантов	621375,433	14	44383,9595	132,1	2
остатка	14107,500	42	335,89286		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 335,89}{4}} = 12,96$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 12,96 = 26,2$$

Результаты дисперсионного анализа сбора масла в урожае семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в 2012 году, кг/га. Патриот

787	1162	1061	1187	1017	918	864	1057	1095	1087	992	963	1003	1003	897
866	1207	1051	1160	1011	1026	967	1069	1036	1108	1059	1034	961	1033	1011
920	1326	1117	1186	1131	952	828	1167	1137	1198	1088	983	1125	1012	980
925	1207	1169	1256	1001	968	791	1126	1204	1161	1123	1115	1018	1102	925

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	775792	59			
повторностей	48641	3			
вариантов	617869	14	44134	17,0	2
остатка	109282	42	2602,0		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2602,0}{4}} = 36,07$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 36,07 = 72,9$$

Результаты дисперсионного анализа сбора масла в урожае семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в 2013 году, кг/га. Патриот

648	753	763	828	761	938	773	817	624	716	723	934	816	870	892
684	802	806	848	799	978	759	785	692	706	748	903	774	901	880
658	783	775	854	780	907	742	828	684	683	745	926	776	837	830
672	775	815	805	742	1020	716	811	648	671	720	878	839	819	862

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	444295,933	59			
повторностей	3170,200	3			
вариантов	411186,933	14	29370,4952	41,2	2
остатка	29938,800	42	712,82857		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 712,83}{4}} = 18,88$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 18,88 = 38,1$$

Результаты дисперсионного анализа сбора масла в урожае семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов в 2014 году, %. Патриот

321	527	630	521	576	458	546	498	331	434	314	529	508	418	486
316	542	621	520	597	440	582	491	322	424	310	557	484	443	478
320	528	620	510	588	456	563	507	327	459	298	531	498	419	508
327	538	618	494	600	438	562	467	316	479	305	536	469	434	462

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	529643,650	59			
повторностей	319,117	3			
вариантов	521634,900	14	37259,6357	203,5	2
остатка	7689,633	42	183,08651		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 183,09}{4}} = 9,57$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,02 \cdot 9,57 = 19,3$$