

*На правах рукописи*

**Ващенко Алексей Викторович**

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

**06.01.04 – Агрохимия**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Донской государственный аграрный университет" на кафедре агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова

**Научные руководители:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
Заслуженный деятель науки РФ  
**Агафонов Евгений Васильевич**  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
**Каменев Роман Александрович**

**Официальные оппоненты: Пронько Виктор Васильевич,**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
заведующий отделом науки и развития Общества  
с ограниченной ответственностью «Сила жизни»

**Полетаев Илья Сергеевич,**  
кандидат сельскохозяйственных наук, кафедра  
земледелия, мелиорации и агрохимии ФГБОУ ВО  
«Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», старший преподаватель

**Ведущая организация:** ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

Защита диссертации состоится " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 г. в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова" по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл., д.1.

E-mail: [dissovet01@sgau.ru](mailto:dissovet01@sgau.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ и на сайте [www.sgau.ru](http://www.sgau.ru)

Автореферат разослан " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Нарушев Виктор Бисенгалиевич

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследований.** 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).

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.

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).

**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.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** приводятся сведения о посевных площадях и урожайности подсолнечника в Российской Федерации и Ростовской области, дано обоснование применения биологических препаратов с активными штаммами ассоциативных азотфиксаторов для увеличения урожайности и качества продукции

сельскохозяйственных культур, учитывая высокую стоимость минеральных удобрений. При этом подтверждается, что применение биопрепаратов с микроорганизмами диазотрофами является основой становления современного биологического земледелия.

**В первой главе «Обзор литературы»** рассматриваются особенности поглощения растениями подсолнечника элементов минерального питания в течение вегетации, затраты НРК культурой на формирование 1 тонны маслосемян, имеющийся опыт применения минеральных удобрений под подсолнечник. Приводятся сведения об использовании биопрепаратов с активными штаммами ассоциативных азотфиксаторов в земледелии, их влиянии на почву и на увеличение концентрации элементов минерального питания в растениях сельскохозяйственных культур. Исследованиями В.Г. Бобышева (1970), А.С. Карашаева (2002); А.А. Завалина (2000; 2004; 2005; 2011; 2015), С.Н. Никитина, А.А. Завалина (2017), А.А. Алферова (2018) подтверждена высокая эффективность применения ассоциативных азотфиксаторов под озимую и яровую пшеницу, ячмень, овёс, кукурузу, картофель. Приводятся данные Е.В. Агафонова с соавторами (2006), Е.В. Агафонова (2010), Е.В. Агафонова, В.В. Клыккова (2013), Е.В. Агафонова, Н.П. Каменского, С.А. Гужвина (2013) о положительном эффекте применения диазотрофов в условиях Нижнего Дона под сахарную свеклу, картофель, арбуз, баклажаны и просо. Но сведений о применении на гибридах подсолнечника разного срока созревания ассоциативных азотфиксаторов, используемых для инокуляции семян, в литературе не найдено.

**Во второй главе описываются условия проведения и методика исследований.** Опыты с подсолнечником закладывались в полевом севообороте Ростовского филиала ФГУ «Госсорткомиссия» Аксайского района Ростовской области в 2011-2014 гг. Объекты исследований: гибрид подсолнечника Донской 1448 и Патриот. По периоду вегетации гибрид Донской 1448 относится к группе среднераннеспелых. Оригинатор: ГНУ Донская опытная станция им. Л.А. Жданова ВНИИМК Россельхозакадемии. Гибрид подсолнечника Патриот среднеспелый, создан Донской опытной станцией им. Жданова (г. Ростов-на-Дону) совместно с ООО «Агропромышленная фирма «Элита Дона».

**Схема полевого опыта включала следующие варианты применения минеральных удобрений и биопрепаратов:**

- Вариант 1. Контроль (без применения удобрений и биопрепаратов);
- Вариант 2.  $N_{40}P_{50}$ ;
- Вариант 3.  $N_{80}P_{50}$ ;
- Вариант 4.  $N_{40}P_{100}$ ;
- Вариант 5.  $N_{80}P_{100}$ ;
- Вариант 6.  $N_{40}P_{50}K_{50}$ ;
- Вариант 7.  $N_{80}P_{100}K_{50}$ ;
- Вариант 8. Мизорин 7;
- Вариант 9. Штамм ПГ-5;
- Вариант 10. Штамм 17-1;
- Вариант 11. Флавобактерин;

Вариант 12. Мизорин + N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>;

Вариант 13. ПГ-5 + N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>;

Вариант 14. 17-1 + N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>;

Вариант 15. Флавобактерин + N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>.

Минеральные удобрения были представлены: аммофосом (N<sub>12</sub>P<sub>52</sub>), аммиачной селитрой (N<sub>34,4</sub>), хлористым калием (K<sub>2</sub>O<sub>65</sub>). Проводилось разбрасывание вручную аммофоса и хлористого калия осенью под вспашку, 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 поделаячно в фазу полной спелости 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); математическую обработку полученных результатов – методами дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову (1985) с использованием ПК.

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

Перед посевом подсолнечника содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см было наибольшим на опытном участке с гибридом Донской 1448 в 2012 году 144,7 кг/га, с гибридом Патриот – 77,7 кг/га, в 2013 году у гибрида Донской 1448 - 56,7 кг/га, у гибрида Патриот - 72,3 кг/га. В 2014 году обеспеченность почвы N-NO<sub>3</sub> под обоими гибридами была низкой - 19,8-24,5 кг/га.

Содержание подвижного фосфора перед посевом подсолнечника гибрида Донской 1448 в слое почвы 0-40 см характеризовалось по градации Мачигина как низкая обеспеченность в 2012 г. - 14,4 мг/кг и очень низкая в 2013 и 2014 гг. - 6,3 и 9,0 мг/кг. В 2012 г. содержание  $P_2O_5$  в почве перед посевом гибрида Патриот 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. Обеспеченность почвы в слое 0-40 см обменным калием по градации Мачигина во все годы полевых опытов соответствовала повышенной (301-400 мг/кг почвы).

Почва района проведения полевых опытов - чернозём обыкновенный мичелярно-карбонатный (североприазовский). Мощность гумусного горизонта колеблется от 70 до 90 см. 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 слое 0-50 см составляет свыше 80% от суммы  $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ .

Землепользование Аксайского района, где проводились полевые исследования, находится в засушливой зоне с ГТК в пределах 0,7-0,8. Погодные условия в годы проведения полевых опытов отличались существенным разнообразием. Превышение среднемноголетних годовых значений температуры воздуха составили от 1,0<sup>0</sup>С в 2012 с.-х. году до 3,7<sup>0</sup>С в 2012 с.-х. году. В 2014 году в течение вегетации подсолнечника отмечен дефицит осадков.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе рассматривается динамика продуктивной влаги и элементов минерального питания в почве под посевами подсолнечника. Наибольшие запасы продуктивной влаги перед посевом подсолнечника в слое почвы 0-100 см получены в 2012 году - 186-204 мм (рисунок 1).



Рисунок 1 – Динамика продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см под подсолнечником, мм



В 2013 году содержание влаги оценивалось как среднее – 149-153 мм, в 2014 году как низкое - 121-125 мм. От посева до фазы полной спелости в почве во все годы под обоими гибридами проходило снижение продуктивной влаги в метровом слое. Условия влагообеспеченности почвы под подсолнечником наиболее благоприятными были в 2013 году, удовлетворительными – в 2012 г. и неблагоприятными – в 2014 году.

В предпосевной период подсолнечника содержание N-NO<sub>3</sub> в слое почвы 0-60 см было наибольшим на опытном участке гибрида Донской 1448 в 2012 году – 144,7 кг/га, существенно меньше у гибрида Патриот – 77,7 кг/га. В 2013 году перед посевом подсолнечника гибрида Донской 1448 в слое 0-60 см обеспеченность почвы N-NO<sub>3</sub> 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. В 2014 году обеспеченность почвы под обоими гибридами составила 19,8-24,5 кг/га. В среднем за 2012-2014 гг. перед посевом подсолнечника гибрида Донской 1448 запас N-NO<sub>3</sub> на контрольном варианте в слое почвы 0-60 см составил 73,7 кг/га (рисунок 2), у гибрида Патриот 58,2 кг/га.

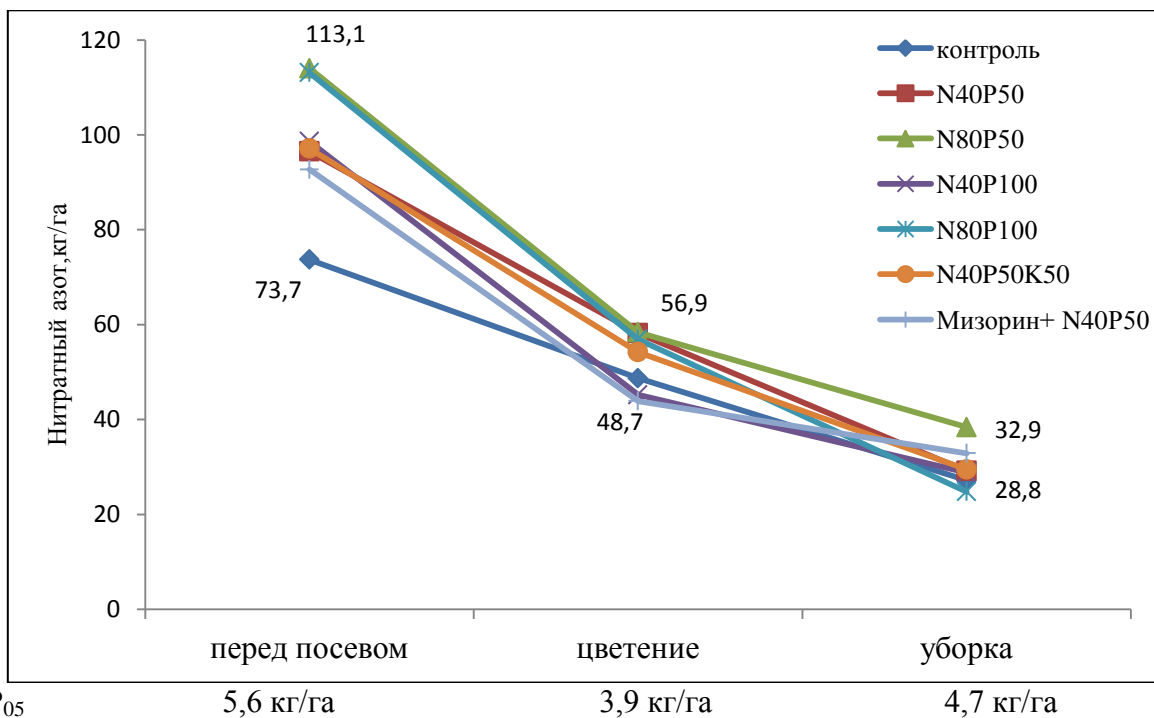


Рисунок 2 - Динамика нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за 2012-2014 гг., кг/га. Гибрид Донской 1448

Внесение азотных минеральных удобрений в дозе N<sub>40</sub> в среднем за 3 года повышало содержание N-NO<sub>3</sub> перед посевом гибрида Донской 1448 в слое почвы 0-60 см 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<sub>80</sub> повышение количества N-NO<sub>3</sub> в почве было более существенным. 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 – на 36,3-39,5 кг/га или на 62,4-67,9%. Во все годы проведения полевых опытов под обоими гибридами подсолнечника дина-

мика нитратного азота в почве на всех вариантах опыта была очень сходной. От посева и до полной спелости происходило уменьшение  $N-NO_3$  в почве.

К моменту посева подсолнечника гибрида Донской 1448 количество подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см на контрольном варианте характеризовалось по градации Мачигина как низкая обеспеченность в 2012 г. - 14,4 мг/кг и очень низкая в 2013 и 2014 гг. - 6,3 и 9,0 мг/кг почвы. В 2012 г. перед посевом гибрида Патриот этот показатель соответствовал пограничной обеспеченности между низкой и очень низкой - 10 мг/кг, в 2013 и 2014 гг. – очень низкой 6,3 и 9,0 мг/кг. 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 3).

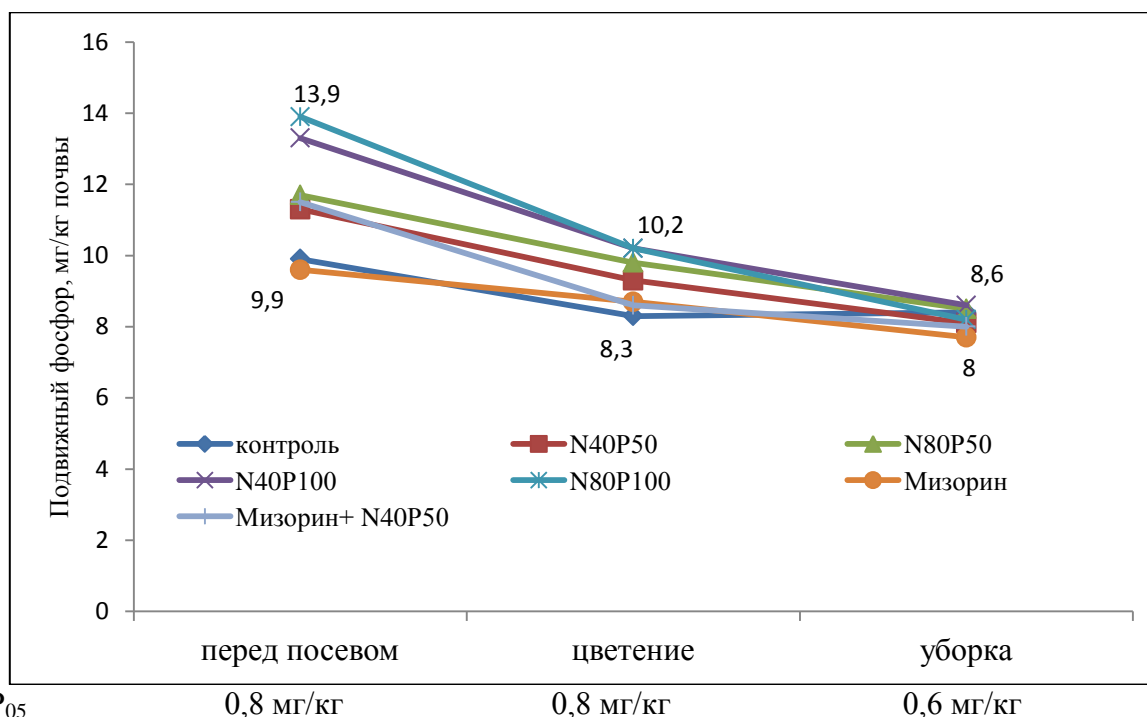


Рисунок 3 - Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за 2012-2014 гг., мг/кг почвы. Гибрид Донской 1448

Применение аммофоса осенью под вспашку в дозе 100 кг/га способствовало увеличению доступного  $P_2O_5$  в слое почвы 0-40 см 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 – 2,8-3,0 мг/кг или на 39,4-42,3%. 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%. Применение аммофоса в этой дозе способствовало повышению класса обеспеченности почвы подвижным фосфором из очень низкой к низкой. На всех вариантах опыта от момента сева до момента уборки подсолнечника отмечено уменьшение количества доступного  $P_2O_5$  в почве.

В годы проведения 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. Применение хлористого калия под вспашку в дозе 50кг/га д.в. не оказывало к посеву подсолнечника достоверного влияния на повышение содержания обменного калия в слое почвы 0-40 см. На всех вариантах 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 содержание обменного калия оставалось на прежнем уровне обеспеченности или незначительно повышалось.

**В четвертой главе рассматривается влияние удобрений на биометрические показатели и содержание элементов минерального питания в растениях подсолнечника.** Формирование максимальных биометрических показателей растений подсолнечника при выращивании обоих гибридов в фазы бутонизации и цветения обеспечило применение полного минерального удобрения в дозе  $N_{80}P_{100}K_{50}$  (таблица 1).

Таблица 1 – Биометрические показатели растений подсолнечника в фазу цветения. Среднее за 2012-2014 гг.

Варианты	Донской 1448		Патриот		Донской 1448		Патриот	
	высота, см	прибавка к контролю, см	высота, см	прибавка к контролю, см	масса 1 сырого растения, г	прибавка к контролю, г	масса 1 сырого растения, г	прибавка к контролю, г
Контроль	165	-	156	-	838	-	772	-
$N_{40}P_{50}$	169	4	162	6	941	103	847	75
$N_{80}P_{50}$	173	8	169	13	1027	189	913	141
$N_{40}P_{100}$	172	7	165	9	970	132	867	95
$N_{80}P_{100}$	177	12	172	16	1065	227	911	139
$N_{40}P_{50}K_{50}$	177	12	170	14	1008	170	932	160
$N_{80}P_{100}K_{50}$	181	16	178	22	1138	300	1027	255
ПГ-5	167	2	156	0	870	32	819	47
Флавобактерин	174	9	161	5	955	117	826	54
Мизорин 7	168	3	166	10	910	72	837	65
17-1	170	5	165	9	909	71	806	34
$N_{40}P_{50}$ +ПГ-5	169	4	171	15	985	147	854	82
$N_{40}P_{50}$ + Флавобактерин	172	7	173	17	1040	202	865	93
$N_{40}P_{50}$ + Мизорин	173	8	178	22	985	147	888	116
$N_{40}P_{50}$ +17-1	170	5	173	17	966	128	855	83
$HCP_{05}$	3	-	8	-	88	-	73	-

По сравнению с контрольным вариантом увеличение высоты растений гибрида Донской 1448 в фазу цветения составило 16 см или 9,9%, а массы – 300 г или 35,8%, у гибрида Патриот – 22 см или 13,9% и 255 г или на 33,1%.

В фазу цветения в среднем за 2012-2014 гг. 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 д.в. /га: в растениях гибрида Донской 1448 на 17,0-20,1% и у гибрида Патриот на 19,6% в относительном выражении по сравнению с контрольным вариантом (таблица 2).

Таблица 2 - Содержание NPK в растениях подсолнечника в фазу цветения в среднем за 2012-2014 гг., % на сухое вещество

Варианты	Гибрид Донской 1448			Гибрид Патриот		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
контроль	2,66	0,51	2,38	2,91	0,53	2,62
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub>	2,80	0,54	2,42	2,85	0,56	2,29
N <sub>80</sub> P <sub>50</sub>	2,93	0,55	2,65	2,88	0,57	2,62
N <sub>40</sub> P <sub>100</sub>	2,93	0,59	2,62	3,20	0,62	2,45
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub>	2,92	0,61	2,57	3,07	0,62	2,52
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	3,00	0,56	2,51	3,07	0,56	2,70
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	3,09	0,61	2,61	3,02	0,64	2,72
ПГ-5	2,66	0,50	2,52	3,03	0,45	2,52
Флавобактерин	2,69	0,48	2,57	3,09	0,47	2,62
Мизорин 7	2,66	0,44	2,53	3,03	0,48	2,63
17-1	2,67	0,47	2,76	3,07	0,49	2,66
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +ПГ-5	2,92	0,58	2,54	3,29	0,59	2,65
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> + Флавобактерин	3,01	0,60	2,63	3,10	0,61	2,63
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> + Мизорин 7	2,94	0,64	2,61	3,22	0,63	2,63
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +17-1	2,97	0,63	2,55	3,05	0,60	2,66
HCP <sub>05</sub>	0,31	0,10	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	0,09	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>

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 пятой главе рассматривается влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество маслосемян гибридов подсолнечника.** Наименьшая урожайность маслосемян подсолнечника 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 т/га 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 3).

В 2013 г. при выращивании обоих гибридов наиболее эффективно было применение полного минерального удобрения. В 2014 году, как и в 2012 г., максимальная урожайность маслосемян среднераннеспелого гибрида Донской 1448 получена на варианте с дозой N<sub>40</sub>P<sub>100</sub>. Но у среднеспелого гибрида Патриот отмечено преимущество азотных удобрений над фосфорными в 1,6 раза (N<sub>80</sub>P<sub>50</sub>). Эффективность использования биопрепаратов зависела не только от влагообеспеченности почвы, но также группы скороспелости гибридов.

Таблица 3 – Урожайность маслосемян подсолнечника, т/га

Варианты	Донской 1448			Патриот		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
контроль	1,90	1,57	1,14	2,18	1,71	0,95
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub>	2,56	1,77	1,49	2,92	1,94	1,34
N <sub>80</sub> P <sub>50</sub>	2,33	1,83	1,56	2,61	1,83	1,57
N <sub>40</sub> P <sub>100</sub>	2,66	1,79	1,59	2,87	1,90	1,40
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub>	2,23	1,87	1,52	2,48	1,97	1,55
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	2,11	1,90	1,29	2,43	2,32	1,13
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	1,88	2,02	1,30	2,09	1,83	1,37
ПГ-5	2,22	1,68	0,79	2,73	1,97	1,24
Флавобактерин	2,32	1,66	1,00	2,78	1,70	0,88
Мизорин 7	2,15	1,78	0,94	2,80	1,90	1,14
17-1	2,26	1,77	0,90	2,66	1,64	0,80
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +ПГ-5	1,84	1,90	1,15	2,52	2,28	1,42
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> + Флавобактерин	1,84	1,89	1,16	2,48	1,98	1,25
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> + Мизорин 7	1,88	1,87	1,16	2,52	2,14	1,15
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +17-1	1,98	1,96	1,20	2,35	2,14	1,30
НСР <sub>05</sub>	0,20	0,09	0,07	0,18	0,08	0,04

В среднем за 2012-2014 гг. урожайность гибридов подсолнечника на варианте без применения удобрений варьировала от 1,54 до 1,61 т/га (таблица 4). Преимущество гибрида Патриот в повышении урожайности по сравнению с гибридом Донской 1448 составило лишь 0,07 т/га или 4,5%. Выращивание среднеспелого гибрида Патриот наиболее целесообразно при применении удобрений в дозе N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>, среднераннеспелого гибрида Донской 1448 на повышенной в два раза дозе фосфорных удобрений - N<sub>40</sub>P<sub>100</sub>. Увеличение урожайности маслосемян подсолнечника по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений достигало 0,46-0,47 т/га или 28,4-30,5%.

Таблица 4 – 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 <sub>40</sub> P <sub>50</sub>	1,94	0,40	26,0	2,07	0,46	28,6
N <sub>80</sub> P <sub>50</sub>	1,91	0,37	24,0	2,00	0,39	24,2
N <sub>40</sub> P <sub>100</sub>	2,01	0,47	30,5	2,06	0,45	28,0
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub>	1,87	0,33	21,4	2,00	0,39	24,2
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	1,77	0,23	14,9	1,96	0,35	21,7
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	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 <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +ПГ-5	1,63	0,09	5,8	2,07	0,46	28,6
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> + Флавобактерин	1,63	0,09	5,8	1,90	0,29	18,0
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> + Мизорин 7	1,64	0,10	6,5	1,94	0,33	20,5
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +17-1	1,71	0,17	11,0	1,93	0,32	19,9

В среднем за три года наиболее эффективна инокуляция семян гибрида Патриот биологическим препаратом ПГ-5. Увеличение урожайности по сравнению с вариантом без применения удобрений составило 0,37 т/га или 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 биопрепаратами на фоне допосевого применения минеральных удобрений в дозе  $N_{40}P_{50}$  была нецелесообразна по сравнению с фоном минеральных удобрений в этой дозе.

В среднем за 2012-2014 гг. наибольшая масличность семян подсолнечника гибрида Донской 1448 получена на варианте с применением полного минерального удобрения в дозе  $N_{40}P_{50}K_{50}$ . Прибавка по сравнению с контрольным вариантом составила 4,3% (таблица 5). Наиболее эффективно применение штамма биопрепарата ПГ-5, при котором прибавка в увеличении содержания масла по сравнению с контрольным вариантом достигала 2,2%. Наибольшая масличность в семенах гибрида Патриот получена от применения минеральных удобрений в дозе  $N_{80}P_{50}$  - увеличение масличности по сравнению с контрольным вариантом составило 4,4%.

Таблица 5 – Масличность семян и сбор масла в урожае подсолнечника в среднем за 2012-2014 гг.

Варианты	Донской 1448			Патриот		
	масличность	сбор масла, кг/га	прибавка к контролю, кг/га	масличность	сбор масла, кг/га	прибавка к контролю, кг/га
Контроль	41,9	595	-	40,9	620	-
$N_{40}P_{50}$	44,8	800	205	44,2	846	226
$N_{80}P_{50}$	43,1	758	163	45,3	837	217
$N_{40}P_{100}$	43,9	819	224	44,2	847	227
$N_{80}P_{100}$	45,5	789	194	43,2	800	180
$N_{40}P_{50}K_{50}$	46,2	759	164	43,8	791	171
$N_{80}P_{100}K_{50}$	43,2	695	100	44,6	724	104
ПГ-5	44,1	641	46	43,9	802	182
Флавобактерин	42,3	655	60	42,0	701	81
Мизорин 7	43,4	660	65	44,3	797	177
17-1	42,1	654	59	42,4	668	48
$N_{40}P_{50}$ +ПГ-5	42,3	638	43	42,9	824	204
$N_{40}P_{50}$ + Флавобактерин	43,0	649	54	43,9	773	153
$N_{40}P_{50}$ + Мизорин 7	42,7	647	52	42,9	775	155
$N_{40}P_{50}$ +17-1	42,0	666	71	42,9	768	148

Масличность в урожае семян подсолнечника гибрида Патриот повышалась на 3,4% под действием Мизорин 7 по сравнению с контрольным вариантом, что лишь на 1% меньше, чем на оптимальном варианте с минеральными удобрениями в дозе  $N_{80}P_{50}$ .

В среднем за 2012-2014 гг. показатели в сборе масла в урожае семян подсолнечника обоих гибридов достигнуты на варианте  $N_{40}P_{100}$ . Увеличения по сравнению с контрольным вариантом достигали у гибрида Донской 1448 – 37,6%, у гибрида Патриот – 36,6%. Эффективность применения инокуляции семян подсолнечника биопрепаратами меньше действия минеральных удобрений. Максимальное действие на сбор масла в урожае получено на варианте ПГ-5 – 802 кг/га у гибрида Патриот, а на гибриде Донской 1448 при применении штамма 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%.

**В шестой главе анализируются вынос и баланс элементов минерального питания при выращивании подсолнечника.** Вынос азота основной и побочной продукцией растений подсолнечника гибрида Донской 1448 в среднем за 2012-2014 гг. достигал 61 кг/га, у гибрида Патриот – 62 кг/га. Под влиянием удобрений потребление азота растениями гибрида Донской 1448 увеличилось по сравнению с контрольным вариантом на 12-18 кг/га или на 19,7-29,5% и был наибольшим на вариантах с дозами  $N_{40}P_{100}$  и  $N_{80}P_{100}$ . При выращивании гибрида Патриот данное увеличение составило 15-19 кг/га или 24,2-30,6%. Наибольшее влияние на этот показатель оказало применение доз минеральных удобрений  $N_{80}P_{50}$  и  $N_{80}P_{100}$ . 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.

Вынос фосфора из почвы основной и побочной продукцией растений гибрида подсолнечника 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. Максимальные значения увеличения выноса калия получены при использовании полного минерального удобрения. 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%.

Баланс NPK в наших исследованиях определен только из выноса маслосеменами, так как вегетативная масса подсолнечника остается в поле в виде пожнивных остатков (таблица 6).

Превышение поступления азота над выносом в среднем за 2012-2014 гг. достигнуто при использовании азотных минеральных удобрений только 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.

Таблица 6 - Баланс NPK при выращивании подсолнечника, кг/га.  
Среднее за 2012-2014 гг.

Варианты	Гибрид Донской 1448			Гибрид Патриот		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	-45	-5	-19	-42	-5	-22
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub>	-16	44	-24	-13	44	-27
N <sub>80</sub> P <sub>50</sub>	23	44	-23	26	44	-26
N <sub>40</sub> P <sub>100</sub>	-19	93	-24	-14	93	-29
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub>	24	93	-23	25	93	-26
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	-12	45	28	-12	44	24
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	27	94	28	30	94	27
ПГ-5	-44	-5	-19	-50	-6	-26
Флавобактерин	-48	-5	-21	-44	-5	-24
Мизорин 7	-46	-5	-20	-49	-5	-26
17-1	-46	-5	-20	-42	-5	-23
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +ПГ-5	-9	45	-21	-16	43	-28
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> + Флавобактерин	-10	45	-21	-11	44	-26
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> + Мизорин 7	-9	45	-21	-14	43	-26
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +17-1	-13	45	-22	-12	44	-26
НСП <sub>05</sub>	4	8	4	6	6	6

При выращивании гибрида Донской 1448 дефицит азота составил 44-48 кг/га, у гибрида Патриот – 42-50 кг/га. Применение фосфорных удобрений осенью под вспашку обеспечивало положительный баланс фосфора при выращивании обоих гибридов подсолнечника.

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.

**В седьмой главе дана экономическая и биоэнергетическая оценка применения минеральных удобрений и биопрепаратов под подсолнечник.** При выращивании обоих подсолнечника гибридов наиболее высокие экономические показатели получены при использовании минеральных удобрений в дозе N<sub>40</sub>P<sub>50</sub> (таблица 7).

Себестоимость производства маслосемян гибрида Донской 1448 по сравнению с контрольным вариантом снизилась на 0,30 руб./кг, а у гибрида Патриот – на 0,49 руб./кг, рентабельность производства увеличивалась на 5 и 9%.

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. 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.



Таблица 7 – Экономическая эффективность выращивания подсолнечника.  
Среднее за 2012-2014 гг.

Варианты	Гибрид Донской 1448			Гибрид Патриот		
	себестоимость, руб./кг	условно чистый доход, руб./га	уровень рентабельности, %	себестоимость, руб./кг	условно чистый доход, руб./га	уровень рентабельности, %
Контроль	11,17	10520	61	10,68	11780	68
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub>	10,87	13827	66	10,19	16167	77
N <sub>80</sub> P <sub>50</sub>	11,76	11913	53	11,23	13533	60
N <sub>40</sub> P <sub>100</sub>	11,72	12615	54	11,44	13515	57
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub>	13,32	8756	35	12,45	11096	45
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	12,72	9338	41	11,49	12758	57
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	13,81	7248	30	13,58	7788	33
ПГ-5	11,22	10576	60	8,84	18136	104
Флавобактерин	10,56	12356	71	9,79	14696	84
Мизорин 7	10,81	11644	66	8,98	17584	100
17-1	10,68	12000	68	10,31	13080	75
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +ПГ-5	13,09	8009	38	10,30	15929	75
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> + Флавобактерин	13,09	8009	38	11,23	12869	60
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> + Мизорин 7	13,01	8187	38	11,00	13587	64
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +17-1	12,48	9433	44	11,06	13393	63

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.

## 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 цветения обеспеченность почвы обменным калием оставалась на прежнем уровне обеспеченности или незначительно повышалась.

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 минеральных 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Агафонов, Е.В. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Г.Е. Мажуга, **А.В. Ващенко** // Зерновое хозяйство России. – 2015. - №5. – С. 56-59 (0,25 п.л., авт. – 0,18).
2. **Ващенко, А.В.** Эффективность применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / А.В. Ващенко, Р.А. Каменев, А.А. Севостьянова //АгроЭкоИнфо. - 2019. - № 4 (38). - С. 12 (0,32 п.л., авт. – 0,25).
3. **Ващенко, А.В.** Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность подсолнечника в условиях Нижнего Дона // А.В. Ващенко, Р.А. Каменев, А.А. Севостьянова / Аграрная наука. - 2020. - № 2. - С. 64-66 (0,26 п.л., авт. – 0,22).
4. **Ващенко, А.В.** Эффективность применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов на подсолнечнике в условиях Нижнего Дона // А.В. Ващенко, Р.А. Каменев, А.А. Севостьянова / Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2020. - № 1 (60). - С. 111-115 (0,21 п.л., авт. – 0,19).
5. **Ващенко, А.В.** Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном // А.В. Ващенко, Р.А. Каменев, А.П. Солодовников, Е.А. Жук / Аграрный научный журнал. - 2020. - № 1. - С. 4-8. (0,25 п.л., авт. – 0,20).

**В прочих изданиях:**

6. **Ващенко, А.В.** Применение минеральных удобрений и биопрепаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном // А.В. Ващенко «Современные технологии сельскохозяйственного производства и приоритетные направления развития аграрной науки» Материалы международной научно-практической конференции. – пос. Персиановский, 2014. – С. 40-43 (0,15 п.л., авт. – 0,15).

7. Агафонов, Е.В. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, **А.В. Ващенко** «Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур» Материалы международной научно-практической конференции. – пос. Персиановский, 2015. – С. 3-7 (0,18 п.л., авт. – 0,16).

8. **Ващенко, А.В.** Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник в условиях Нижнего Дона / А.В. Ващенко, Р.А. Каменев, А.А. Севостьянова // Материалы Всероссийской (национальной) заочной научно-практической конференции «Инновационные пути решения актуальных проблем АПК России», 20 декабря 2019 года. - С. 194-198 (0,20 п.л., авт. – 0,18).

9. **Ващенко, А.В.** Продуктивность подсолнечника под действием минеральных удобрений и бактериальных препаратов // А.В. Ващенко, Р.А. Каменев, А.А. Севостьянова «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства» материалы международной научно-практической конференции. - 2020. - С. 8-11 (0,22 п.л., авт. – 0,20).

10. **Ващенко, А.В.** Эффективность применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник в условиях Ростовской области // А.В. Ващенко, Р.А. Каменев, В.В. Турчин «Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ» материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева. Курган, 2020. - С. 240-244 (0,21 п.л., авт. – 0,18).