ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Авдеенко Ирина Алексеевна

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ НИЖНЕГО ДОНА

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Каменев Роман Александрович

пос. Персиановский - 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ 4
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧАЕМЫХ ВОПРОСОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) 9
1.1 История развития подсолнечника в промышленности, области применения и площади занимаемых посевов 9
1.2 Влияние обработки почвы на продуктивность подсолнечника 15
1.3 Роль сорта и гибрида при возделывании подсолнечника 27
1.4 Оптимизация системы некорневого питания и сочетание изучаемых факторов как резерв продуктивности подсолнечника 34
2 МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ 44
2.1 Почвенно-климатические условия проведения исследований 44
2.2 Схема опытов и методика исследований 51
2.3 Характеристика изучаемых гибридов 57
2.4 Характеристика изучаемых регуляторов роста 58
3 АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАБОТКАХ ПОЧВЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА 62
3.1 Динамика запасов продуктивной влаги в метровом слое в зависимости от обработки почвы 62
3.2 Плотность сложения чернозема при различных обработках почвы 65
3.3 Биологическая активность чернозема как показатель интенсивности микробиологических процессов в зависимости от обработки почвы 68
3.4 Диаметр корзинки, структурные показатели урожая и урожайность подсолнечника при различных обработки почвы 71
4 ВЛИЯНИЕ МЕЖДУРЯДНЫХ ОБРАБОТОК НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА, ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА 81

4.1 Плотность сложения почвы при проведении междурядных обработок 81
4.2 Биологическая активность почвы в зависимости от междурядных обработок 83
4.3 Эффективность междурядных обработок в борьбе с сорными растениями .. 86
4.4 Продуктивность подсолнечника в зависимости от междурядной обработки почвы 91
5 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА 99
5.1 Рост и развитие растений подсолнечника при применении регуляторов роста 99
5.2 Влияние регуляторов роста на выполненность корзинок подсолнечника ... 105
5.3 Показатели продуктивности корзинки подсолнечника при использовании регуляторов роста 109
5.4 Качественные показатели и урожайность подсолнечника при применении регуляторов роста 114
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА 122
7 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА 127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 132
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ 134
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ 134
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 135
ПРИЛОЖЕНИЯ 161

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Подсолнечник - основная масличная культура России (около 75 % площадей масличных), а Ростовская область занимает лидирующее положение по его производству и экспорту (Гоник Г.Г., 2017; Авдеенко А.П., 2019). Однако существенное варьирование урожайности по зонам области свидетельствует о неполном использовании потенциала современных гибридов (Оперативная информация… https://mcx.donland.ru/activity/30434/). Повсеместный переход на минимальные обработки почвы и отказ от междурядных обработок при внедрении технологии Clearfield® без научно-обоснованного сочетания приёмов ухода за посевами и применения регуляторов роста не позволяет реализовать биологические возможности культуры. В условиях неустойчивого увлажнения Нижнего Дона разработка адаптивных элементов технологии, обеспечивающих рациональное расходование влаги, снижение засорённости и стабильный рост продуктивности, приобретает особую актуальность.

Степень ее разработанности. Подсолнечник как полевая культура, изучается с давних времен. Основным резервом увеличения урожайности является селекция и совершенствование элементов технологии выращивания культуры.

Исследования Фетюхина И.В. (2021, 2022), Бельтюкова Л.П. (2012), Вошедского Н.Н. (2023), Егоровой Г.С. (2013), Кулинцева В.В. (2014), Лухменева В.П. (2017, 2021), Солодовникова А.П. (2020), Пойда В.Б. (2021), Сафина Х.М. (2018), Милюткина В.А. (2021), Столярова О.В. (2018), Сулейманова С.Р. (2022, 2023), Турусова В.И. (2015) и других исследователей посвящены вопросам повышения продуктивности культуры подсолнечника, однако роль междурядных обработок почвы при выращивании гибридов подсолнечника по технологии Clearfield®, а также применение современных регуляторов роста в схеме производства подсолнечника изучена менее всесторонне.

Таким образом, приёмам совершенствования выращивания подсолнечника по различным обработкам почвы, проведения междурядной обработки почвы по

технологии Clearfield®, применению росторегулирующих веществ в условиях Ростовской области уделяется мало внимания, что представляет интерес для науки и практики и обуславливает актуальность наших исследований.

Цель и задачи. Цель исследований – обосновать оптимальное сочетание обработки почвы, количества междурядных обработок и регуляторов роста, обеспечивающее сохранение плодородия чернозема, снижение засорённости, рост продуктивности гибридов подсолнечника в условиях неустойчивого увлажнения Нижнего Дона.

В задачи исследований входило:

- изучить влияние обработки почвы на показатели плодородия чернозема и продуктивность гибридов подсолнечника;

- определить влияние междурядных обработок на показатели плодородия чернозема, засорённость посевов и продуктивность подсолнечника;

- установить влияние регуляторов роста на продуктивность гибридов подсолнечника;

- выполнить экономическую и энергетическую оценку эффективности выращивания гибридов подсолнечника.

Научная новизна. Впервые в условиях неустойчивого увлажнения Нижнего Дона на черноземе обыкновенном научно обоснована возможность получения стабильных урожаев гибридов подсолнечника за счёт оптимизации обработки почвы, проведения междурядных обработок и применения регуляторов роста при возделывании по технологии Clearfield® после озимой пшеницы. Установлены оптимальная кратность междурядных обработок, выявлен наиболее эффективный регулятор роста, установлена различная реакция гибридов на агроприёмы и доказано взаимодействие факторов «обработка почвы - гибрид».

Теоретическая и практическая значимость. Определены закономерности формирования продуктивного потенциала гибридов подсолнечника в зависимости от обработки почвы, междурядной обработки и применения регуляторов роста. Доказано положительное влияние изученных приёмов на запасы продуктивной влаги, плотность и биологическую активность чернозема. Установлены

корреляционно-регрессионные связи между элементами структуры урожая, масличностью и сбором масла, что расширяет теоретические представления о продукционном процессе культуры.

Производству предложены оптимальные элементы технологии выращивания гибридов подсолнечника в условиях неустойчивого увлажнения Нижнего Дона. Отвальная обработка (вспашка на 23-25 см) обеспечивает дополнительное накопление влаги и повышение урожайности на 4,5-9,4 %. Две междурядные обработки до внесения гербицида снижают засорённость на 94,2-98,4 % и дают прибавку урожайности 6,32 %. Двукратное применение регулятора роста Агат-25 Супер в среднем повышает урожайность до 2,7 т/га при сборе масла до 1,35 т/га; наиболее продуктивны гибриды Имми и Самурай КЛ. Рентабельность производства достигает 170,2 %. Результаты прошли производственную проверку в хозяйствах Ростовской области на площади более 420 га (приложение 22-26).

Результаты исследования внедрены в учебный процесс по направлениям подготовки агрономического и биотехнологического факультетов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет» (приложение 27).

Методология и методы исследований. При формировании программы исследований источником служили результаты ранее проведённых исследований с подсолнечником в данной зоне, информационные издания, научные статьи, монографии и другие материалы. Методологической основой является системный подход к изучению факторов и их влияния на продуктивность подсолнечника в условиях Ростовской области.

Закладку опытов, проведение учетов и наблюдений проводили в соответствии с методиками полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985; Моисейченко В.Ф., 1996; Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, 2010; Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1983).

Положения, выносимые на защиту:

- отвальная обработка почвы (вспашка) повышает запас продуктивной влаги перед посевом подсолнечника на 21,6-22,7 мм по сравнению с минимальной (дискование), снижает перед уборкой уплотнение почвы на 0,03-0,11 г/см^3, увеличивает интенсивность разложения льняного полотна с углублением в почвенные горизонты на 6,5 %, тогда как по минимальной (дискование) только на 0,5 %;

- отвальная обработка почвы (вспашка) повышает урожайность маслосемян на 0,11-0,30 т/га, количество семянок в корзинке на 11-56 шт. по сравнению с минимальной (дискование) обработкой;

- при выращивании подсолнечника до внесения гербицида по технологии Clearfield® проведение двух междурядных обработок снижает засорённость посевов сорными растениями на 94,2 и 98,4 %, повышает биологическую активность почвы, оказывая положительное влияние на продуктивность культуры;

- двукратное некорневое применение регулятора роста Агат-25 Супер в среднем обеспечивает повышение выполненности корзинки до 82,5 %, увеличение массы 1000 семянок до 61,9 г, урожайность достигает 2,70 т/га и сбор масла составляет 1,35 т/га.

Степень достоверности подтверждается результатами трехлетних исследований, проведенных в соответствии с основными методиками закладки и проведения полевых опытов, необходимым объемом сопутствующих наблюдений и учетов, достоверностью статистической обработки полученных экспериментальных данных и положительными результатами производственной проверки в хозяйствах Ростовской области.

Апробация результатов. Основные положения диссертационной работы докладывались на конференциях различного уровня с последующей публикацией: «Современные наукоемкие технологии – основа модернизации агропромышленного комплекса» (Персиановский, 2021), «Актуальные проблемы использования почвенных ресурсов и пути оптимизации антропогенного воздействия на агроценозы: цифровизация, экологизация, основы органического

земледелия» (Персиановский, 2022), «Инновационные технологии – основа модернизации агропромышленного комплекса, посвященная 85-летию профессора Кривко Н.П.» (Персиановский, 2022), «Современные научные исследования в АПК: актуальные вопросы, достижения и инновации» (Персиановский, 2022), «Аграрная наука и производство в условиях становления цифровой экономики Российской Федерации» (Персиановский, 2023), «Аграрная наука и производство в условиях становления цифровой экономики Российской Федерации» (Персиановский, 2024), «АПК России: образование, наука, производство» (Пенза, 2026).

Публикации. Результаты научных исследований опубликованы в 14 работах, в том числе 5 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 3 – свидетельства о государственной регистрации баз данных.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, рекомендаций производству, содержит 29 таблиц, 31 рисунок, 27 приложений. Список использованной литературы включает 223 наименования, в том числе 43 иностранных источника. Полный текст диссертационной работы изложен на 210 страницах, в т.ч. приложения на 50 страницах.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧАЕМЫХ ВОПРОСОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 История развития подсолнечника в промышленности, области применения и площади занимаемых посевов

Helianthus annuus L. – это любимое во всем мире растение известное под названием Подсолнечник. Его исторической родиной является Северная Америка, на территории которой он культивировался местным населением в третьем тысячелетии до н.э (Force E.M., 2015).

Свое распространение в Европе подсолнечник получил в 1510 году в качестве декоративного растения. Позже, кропотливая работа селекционеров над дикими видами дала миру привычный крупноплодный подсолнечник (Гермогенов А.В., 2004; Посыпанов Г.С., 2007; Lentz D.L. et al., 2008).

Подсолнечник был завезен в Россию из Голландии только в начале 18 века, спустя всего 35 лет крестьянин Д.С. Бокарев смог найти применение семянкам подсолнечника в качестве растительного масла. С этого момента подсолнечник начали выращивать с целью получения масла, и уже в 1865 году в России начал работу первый маслобойный завод в Алексеевке (Гермогенов А.В., 2004; Васильев Д.С., 1990).

С увеличением спроса на подсолнечник быстрым темпом увеличивались его посевные площади, в связи, с чем было необходимо выводить культуру на более продуктивный уровень путем селекции на необходимые показатели (Baenziger P.S. et al., 2006). Началом научной селекции подсолнечника на территории России, принято считать 1912 год, в этот период начинаются работы по изучению и улучшению культуры подсолнечника в Саратове, Екатериноградe и на Дону (Вавилов П.П., 1986; Часовских Н.П., 2005).

Селекцию по повышению масличности семян, проводилась академиком В.С. Пустовойтом (1971, 1975), его исследования привели к кардинальной сортосмене. Сорта, полученные народной селекцией, быстро сменялись более современными, высокомасличными формами подсолнечника. В результате чего, грызовые формы подсолнечника начали исчезать даже из приусадебных участков. Другими не менее важными и выдающимися деятелями науки в селекции подсолнечника являются Л.А. Жданов, К.И. Прохоров, В.И. Щербин. Благодаря их труду, были получены первые высокомасличные сорта, что стимулировало дальнейшее внедрение культуры в промышленность. Уже в начале XX века, о высокой востребованности данной культуры говорила площадь её возделывания, около 2 млн. га. (Синская Е.Н., 1969; Васильев Д.С., 1990; Тихонов О.И., 1991; Vrănceanu A.V., 1978).

Как и для многих других сельскохозяйственных культур, для подсолнечника характерен «синдром доместикации», т.е. укрупнение частей растений, которые активно использует человек, в случае подсолнечника это семянки. Величина этих самых семянок, выступает основным показателем, позволяющим археологам отделять культурный сорт подсолнечника от дикорастущего. Исходя из выводов многих учёных и селекционеров, что увеличение размера семянок у подсолнечника, сыграло главную роль в эволюции подсолнечника, как культурного растения (Alberio C. et al., 2016; Burke J.M. et al., 2002).

Селекция подсолнечника в направлении увеличения семянок продолжается и по сей день, но уже в большей степени относительно кондитерских и грызовых сортов растения (Бородин С.Г., 1997; Гончаров С.В., 2023; Сафиоллин Ф.Н., 2000; Семихненко П.Г., 1960).

В 1930 году выращиванием подсолнечника начинает активно заниматься Аргентина. В настоящее время она вышла и прочно закрепилась на лидирующих позициях по производству семян и масла подсолнечника (Тихонов О.И., 1991; Гермогенов А.В., 2004).

В период работы Совета экономической взаимопомощи, действовавшей с 1949 по 1991 годы именно подсолнечник был основной масличной культурой. В настоящее время подсолнечник возделывают практически повсеместно. Большой

интерес к культуре стимулировал страны к сотрудничеству в торговле семенным материалом и уже переработанным маслом на экспорт (Аюханов М.Б, 1982; Шпаар Д., 1999). За последние три года отмечается сокращение экспорта товарных семян подсолнечника, что связано с ограничением экспорта. Исключение составляют производственные предприятия Республики Беларусь, куда экспорт по-прежнему высокий. На продукцию подсолнечника ежегодно возрастает спрос, соответственно цены на продукцию растут, что делает культуру экономически целесообразной для сельскохозяйственных товаропроизводителей (Папцов А.Г., 2022; Рынок подсолнечника, масла …, 2023).

Основной целью возделывания подсолнечника является получение масла. Современные допущенные к возделыванию сорта и гибриды подсолнечника содержат от 50 до 52 % масла и до 16 % белка. Высокая питательная ценность, усвояемость, содержание жирных кислот (линолевую, стеариновую, пальмитиновую и др.), витаминов и минералов различных групп (B1, B5, B6, E, H, PP, K, P, Zn, Fe и др.) преобладает над другими масличными культурами (Бородин С.Г., 1997; Шпаар Д., 1999; Petraru A., 2021).

Подсолнечное масло применяется как в натуральном виде, так и при производстве других продуктов питания, в частности - маргарина, майонеза, хлебобулочных и кондитерских изделий, консервов рыбных и овощных. Полувысыхающее масло подсолнечника имеет больший спрос в технической и текстильной промышленности при производстве олеиновой кислоты, стеарина, лаков, линолеума, клеенки, олифы, красок, в мыловарении (Колесниченко Б.П., 2006; Adeleke B.S., 2020; Sher A. et al., 2022).

Шрот и жмых полученные после переработки семян подсолнечника являются ценным концентрированным высокобелковым кормом для животных. Жмых содержит 1,09 кормовых единиц, 11 МДж обменной энергии, 36 % сырого протеина, перевариваемость на уровне 75-80 %, до 7% минеральных веществ, хинную и хлорогеновую кислоты и другие (состав на 1 кг продукции). В 1 кг шрота содержится 1,02 кормовых единиц, 30-43 % сырого протеина, 1,7 % сырого жира, 23,2-28,6 % безазотистых экстрактивных веществ, 15-22 % сырой клетчатки,

макроэлементы, витамины и др. Состав получаемой побочной продукции существенно варьирует из-за сортовых особенностей семян, используемой технологии и оборудования (Кольцов П.А., 1967; Кривошлыков К.М., 2005).

Лузга является ценным сырьем при производстве пентозного и гексозного сахара. Современная селекция обеспечила возможность получать с современных сортов и гибридов подсолнечника 17-20 % вышеперечисленных сахаров от массы семян. Также лузга является сырьем при производстве этилового спирта и кормовых дрожжей.

В химической промышленности её используют при изготовлении пластмасс, на основе полученного из лузги фурфурола, различных искусственных волокон и другой продукции (Зуев Н.П. и др., 2022; Хабаров Н.Н., 2003).

В чистом виде, а также в смеси с другими культурами активно используют зеленую массу подсолнечника на корм скоту в свежем виде и в качестве силоса. На 1 кг подсолнечного силоса приходится 0,13- 0,16 корм. ед., 1,8-3,1 % протеина, 0,6-1,9 % жиров, 4,8-9,0 % клетчатки, 0,28 фосфора, 0,4 г кальция и 25,8 мг каротина (провитамина А).

Получение пищевого пектина из корзинок подсолнечника достигает 27 %. Стебли подсолнечника иногда используют в качестве сырья для производства бумаги. При сжигании стеблей золу используют как удобрение, за счет высокого содержания K_2O (35%) (Pathak D.K., 1981; Tzeng W.C., 1990).

Подсолнечник, как и многие масличные культуры является прекрасным медоносом. Выработка меда, содержащего в себе углеводы (до 80 %), аминокислоты, белки, витамины, минералы, микроэлементы, жирные и органические кислоты, с 1 га посевов варьирует от 30 до 60 кг.

Подсолнечник, как пропашную культуру, считают очень хорошим предшественником для большей части зерновых и которых других сельскохозяйственных культур (Ториков В.Е., 2022; Кузнецов Н.И., 2003).

По объемам производства подсолнечник занимает пятое место среди всех масличных культур в мире, а в России культура является лидирующей при переработке на растительное масло.

В основном промышленное производство подсолнечника сосредоточено в России, Аргентине, Украине, Китае и Индии.

В период 60-70 гг. прошлого века, на долю посевных площадей подсолнечника в СССР приходилось более 60 % мировых посевов. В советский и постсоветский период (до 2005 г) посевные площади подсолнечника варьировали на уровне 4,1-4,7 млн. га (Лукомец В.М., 2009).

В 2006 году произошел значительный скачек площадей, занимаемых подсолнечником на 1,47 млн. га по сравнению с 2001-2005 годами, что связано с рядом факторов: реализация комплекса мероприятий Государственной программы развития сельского хозяйства; государственная поддержка сельскохозяйственных производителей, растениеводства, животноводства и малого бизнеса и ряда других факторов (Степных Н.В. и др., 2021).

Реализация вышеперечисленных мер способствовала стабилизации сельскохозяйственного производства в целом. Площади посевов подсолнечника постепенно увеличивались в среднем на 1,3 млн. га в год и в 2019 году этот показатель составил 8505 тыс. га. В 2021 и 2022 годы отмечено резкое увеличение посевных площадей до максимальных 10033 тыс. га, что вероятно связано с высокой рентабельностью и привлекательностью культуры для сельхозтоваропроизводителей (Рынок подсолнечника, масла …, 2023).

Из-за биологических особенностей в России подсолнечник выращивают преимущественно регионах с континентальным или умеренно-континентальным климатом (Степных Н.В. и др., 2021).

По объёму валовых сборов подсолнечника в 2023 году составлен рейтинг наиболее урожайных регионов России (Рейтинг регионов …, 2024):

1. Ростовская область – 2 324 тыс. т (14,2 %);
2. Саратовская область – 2 104 тыс. т (12,9 %);
3. Оренбургская область – 1 435 тыс. т (8,8 %);
4. Волгоградская область – 1 373 тыс. т (8,4 %);
5. Краснодарский край – 1 321 тыс. т (8,1 %).

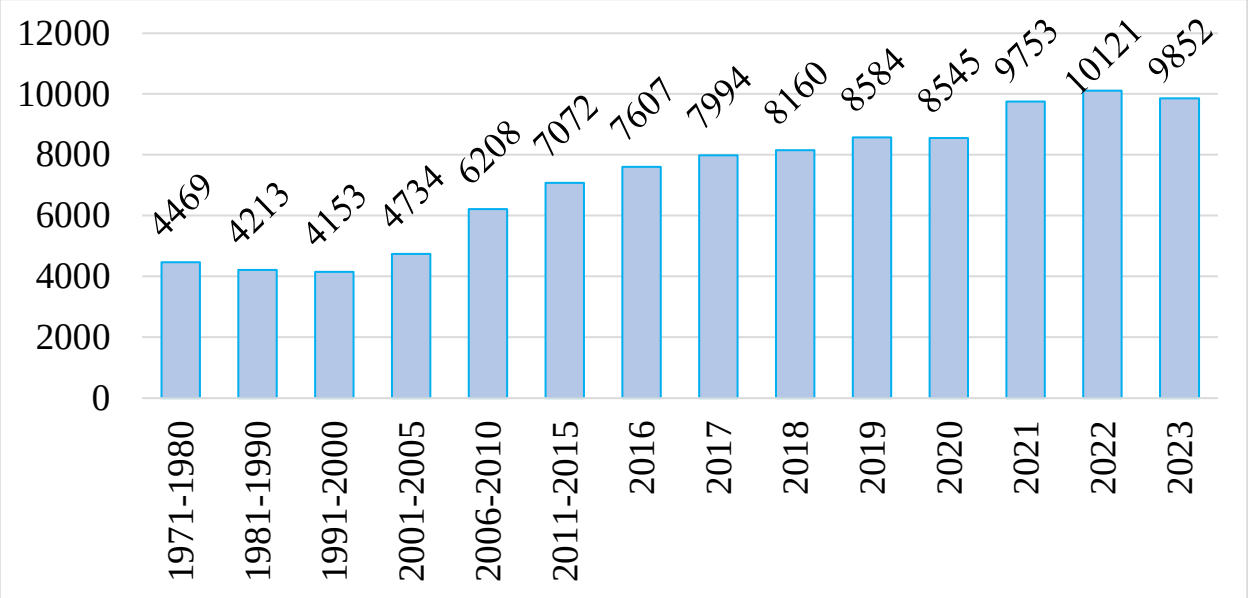


Рисунок 1 – Динамика посевных площадей в СССР и Российской федерации с 1960 по 2023 годы, тыс. га

Несмотря на значительное увеличение площадей подсолнечника в России, в условиях Ростовской области, доля подсолнечника ограничена законодательно, не более 15 %. Несмотря на ограничение площадей регион стремительно набирает обороты производства семян подсолнечника. По некоторым статистическим данным и рейтингу, описанному ранее, регион с нарастил объём производства с 11,3 % от общего объёма сборов (16 356 тыс. т) в 2022 году, до 14,2 % от общего объема сборов (17 253 тыс. т) в 2023 году (Рынок подсолнечника, масла …, 2023; Рейтинг регионов …, 2024).

Из-за засушливого летнего сезона в ряде регионов необходимо увеличивать урожайность и валовый сбор культуры посредством правильного выбора сорта или гибрида, технологии возделывания (в зависимости от почвенно-климатических условий каждого района), применяемых удобрений и технологии защиты посевов (Чекмарев П.А., 2012; Зинчук Е.Г., 2012).

Наиболее перспективным и экономически эффективным является научно-обоснованный подбор возделываемого сорта или гибрида, технологии обработки почвы и системы некорневого питания посевов, уменьшающих действие неблагоприятных внешних факторов, стимулирующее ростовые процессы

растений и положительно влияющее на качество и урожайность получаемой продукции.

1.2 Влияние обработки почвы на продуктивность подсолнечника

Обработка почвы является мощным фактором стимулирования потенциального плодородия. Постоянный рост технического состояния и оснащенности сельскохозяйственной отрасли неизменно приводит к увеличению интенсивности использования пахотных земель (Столяров О.В., 2018; Тютюнов С.И., 2020). Интенсификация земледелия состояла в более глубокой обработке и увеличении механических обработок для избавления полей от сорного компонента, сокращением количества обработок почвы путем совмещения ряда технологических операций. Причиной увеличения глубины обрабатываемого пахотного слоя являлось мнение о более активной деятельности микроорганизмов, улучшении агрофизических и водных свойств почвы, что в совокупности положительно влияло на итоговую урожайность всех возделываемых культур (Денисов Е.П., 2014; Gaevaya E.A. et al., 2021).

Прежде всего, перед выбором системы обработки почвы для участка проводят анализ целесообразности каждой системы в определенных условиях с точки зрения регулирования ее плотности. Главными показателями для подбора отдельных механических обработок или их комплекса являются показатели равновесной и оптимальной плотности почвы каждой культуры. Авдеенко А.П. и др. (2015; 2021), Шиленко Ю. (2011) сходятся во мнении, что полный или частичный отказ от рыхления почвы применим исключительно на почвах с равновесной плотностью равна оптимальной или близкой к оптимальной.

Использование традиционной обработки почвы сопряжено высокими энергетическими затратами, которую постепенно заменяет энергосберегающая технология с применением полосовой, минимальной и нулевой обработок (Кузина Е.В., 2022).

Система традиционной обработки включает безотвальное глубокое рыхление или основную обработку почвы с оборотом пласта. Двойное лущение стерни и вспашку с оборотом проводят после уборки предшественника. Опытным путем установлено, что применение глубокой отвальной обработки увеличивает содержание в почве количество эрозионно-опасной фракции, в сравнении с другими обработки почвы, что в итоге приводит к повышенной ветровой и водной эрозии, существенному снижению плодородия и увеличению содержания влаги в почве (Захаров А.И., 2013; Сычев В.Г., 2012; Трушин В.Ф., 1990; Лихачев Н.И., 2005; Стифеев А.И., 2021;).

Применение безотвального глубокого рыхления уменьшает эрозионные процессы почвы, увеличивая количество ценных фракций. По опытным данным Нестеровой Л.Б. (2009) глубокая вспашка снижает количество водорастворимого фосфора до 45,5 мг/кг и увеличивает долю эрозионно-опасных фракций до 20 %. Филиппова А.В. и Попова М.Д. (2014) утверждают, что количество мезобионтов по глубокой вспашке обработке меньше по сравнению с иными обработами почвы. В сравнении с глубокой вспашкой, использование безотвальной обработки почвы обеспечивает минимальное количество эрозионно-опасной фракции (менее 1 %) и повышает содержание калия. Интенсивная распашка новых земель и сельскохозяйственное использование плодородных черноземов существенно снижает в них общее содержание гумуса и азота по сравнению с целинной почвой (Пономарева В.В., 1980; Чурзин В.Н., 2019).

Активное внедрение ресурсосберегающих технологий обработки почвы, по мнению ряда авторов, является единственным выходом в данной ситуации. Чернозёмы являются наиболее пригодным типом почв для энергосберегающих технологий по причине оптимальной плотности сложения под большинство сельскохозяйственных культур, а поскольку подсолнечник предпочтительно выращивать только на чернозёмах имеет смысл его возделывания только по ресурсосберегающей технологии (Марин И.В., 2010; Немченко В.В. и др., 2011; Смирнова Н.Н., 2016; Friedrich T., 2012).

При внедрении ресурсо- и энергосберегающих приёмов и технологий обработки почвы Мировая и Российская практика сельскохозяйственной отрасли не едина во мнении. Урожайность по различным производственным системам существенно разнится в зависимости от почвенных условий, выбранного сорта или гибрида для возделывания и климатических условий года. В настоящее время нет строгой, универсальной для всех технологической системы, однако, меняющиеся климатические условия в ряде сельскохозяйственных регионов обуславливают необходимость изучения новых или неприглядных ранее, за счет нецелесообразности их использования, технологических приёмов и систем (Денисов Е.П., 2014; Gray R.S., 1996; Janmohammadi M., 2023; Lafond G.P., 1996).

Главной положительной чертой минимальной обработки почвы является снижение материальных и энергетических затрат. Вышеперечисленное достигается путём совмещения проводимых технологических операций в одном процессе и существенного уменьшения глубины обработки почвы. При минимальной обработке обязательным условием является поддержание чистоты посевов либо за счет применения гербицидов, дополнение после уборки предшественника мелкого безотвального рыхления почвы, весной предпосевной культивации (Трофимова Т.А., 2013; Шеуджен А.Х., 2018).

Научный опыт отмечает больший эффект сочетания гербицидной защиты посевов и уменьшения глубины обработок почвы. Солодовников А.П. с коллегами (2015) отмечает, что при возделывании пропашных культур на полях, освобожденных от многолетних сорняков с гербицидной защитой, позволяет снизить необходимость в междурядных обработках до 1-2 шт. или полностью их исключить. Сокращение междурядных обработок в сочетании с гербицидными обработками в послепосевной период существенно уменьшает уплотнение почвы, улучшает физические и технологические свойства, что в следствии увеличивает итоговый урожай.

Наиболее эффективной с точки зрения энергосбережения, является технология прямого посева или нулевая обработка почвы. В последние годы практика и агрономическая наука многих развитых стран (Германия, Венгрия,

США, Канада, Великобритания, Новая Зеландия и другие) отдают ей все большее предпочтение, рассматривая как технологию, наиболее близкую к природной (Денисов Е.П., 2014; Lal R., 2021).

Нулевая обработка активизирует почвенные процессы за счет улучшения водного режима, агрохимических и агрофизических показателей почвы, увеличивается содержание гумуса и существенно снижается развитие водной и ветровой эрозии. Несмотря на ряд положительных качеств нулевая обработка почвы не идеально. При исключении какого-либо механического воздействия существенно возрастает степень засоренности посевов, в борьбе с которой необходимо регулярное применение гербицидов различных групп, эффективность которых снижается за счет привыкания сорного компонента к применяемым препаратам, негативное их влияние на урожайность посевов и влияние средств защиты растений на химический состав почвы (Токарева Н.В., 2020; Харченко А.Г., 2011; Lal R., 2021; Singh Z., 2017).

Авдеенко А.П. (2020), Харченко А.Г. (2011) и Singh Z. (2017) отмечают, что при использовании нулевой технологии обязательно сочетание, а том числе в севообороте, отвальной и безотвальной, поверхностной и глубокой обработок почвы.

Новые подходы уменьшения производственных затрат стимулируют постоянное совершенствование нулевой технологии. Например, система Clearfield® (дословный перевод с английского - чистое поле), позволяет возделывать основные культуры при полном отсутствии междурядных обработок с использованием специализированного гербицида, которая используется в мире на площади 2,5 млн. га (Бушов В.А., 2012; Колосов Т.А., 2016).

При выращивании подсолнечника по нулевой технологии используют специальные пропашные посевные комплексы оборудованные турбодисками для полосной обработки почвы, которые позволяют одновременно проводить обработку почвы, посев с удобрениями и прикатывание (Бушов В.А., 2012; (Mokrikov G. et al., 2019).

На основе данных накопленного мирового и отечественного опыта по использованию нулевой технологии обработки почвы необходимо учитывать ряд основных особенностей (Blanco-Cangui H., 2018; El Tili A., 2002):

- повышение затрат н используемые гербициды и средства защиты растений;
- расходы на приобретение специализированной техники при необходимости сохранения традиционной, за счет невозможности повсеместного использования нулевой обработки, по причине снижения продуктивности ряда культур и необходимости проведения раз в 3-5 лет глубокой обработки почвы из-за увеличения плотности почвы;
- невозможность заделки органических удобрений в более глубокие почвенные сложения и в целом, сложности с использованием удобрений, эффективность которых без заделки существенно снижается (Двуреченский В.И., 2008; Наконечный В.П., 2001; Новоселов С.И., 2013).

Бакиров Ф.Г. и Петрова Г.В. (2014) отмечают, что подсолнечник способен разуплотнять почву на глубину до 20 см, однако, наличие плужной подошвы существенно тормозит развитие корневой системы по горизонтам почвы, и-за чего необходимо использование глубокорыхлителя без оборота пласта. С другой стороны при уборке предшественника и распределении растительных остатков по полю может наблюдается неравномерность, которая приводит к разной глубине заделки семян (Lafond G.P., 1996).

Farooq M. (2015) отмечает, что наличие растительных остатков способствует существенной защите почвы от водной и ветровой эрозии

Постоянное покрытие почвы растительными остатками, а именно соломой, обуславливает практические преимущества технологии прямого посева. Посев с помощью данной технологии без наличия растительных остатков на поверхности поля приводит к существенному снижению урожая. Именно поэтому необходимо максимальное увеличение производства вегетативной массы каждого предшественника в любом регионе и недопущение сжигания растительных остатков любой культуры. Оптимальным объёмом сухой биологической массы

предшественника составляет более 10 т/га в год (Кураш О.В., 2002). В случае дефицита биологической вегетативной массы, единственным способом быстрого получения необходимого количества биомассы является высев быстрорастущих зеленых удобрений – сидератов. Вегетативную массу сидератов измельчают и равномерно раскидывают на поверхности поля. Такой слой мульчи на полях улучшает физико-химические, биологические процессы в почве, замедляет процессы минерализации почвы, что в конечном итоге стимулирует выработку гумуса и способствует повышению почвенного плодородия (Барбашин И.Е., 2013; Харченко А.Г., 2011; Pittelkowa C.M. et al., 2015; Vear F., 2011).

С точки зрения экономии времени и рабочей силы, технология прямого посева представляет существенные возможности, позволяя сократить длительность полевых работ и проводить посев в оптимальные сроки.

В США, Германии, Канаде при возделывании пропашных культур широкую популярной получила технология полосовой обработки почвы (strip-till), набирающая популярность и в России.

При проведении технологии полосовой обработки почвы проводят рыхление полосы, впоследствии, в которую при помощи специальных машин (с навигационными приборами), высеваются сельскохозяйственные растения. Примерно 2/3 поля после полосовой обработки почвы остается не тронутой, что позволяет почве сохранить свою природную структуру. Технология возделывания сельскохозяйственных культур с помощью полосового рыхления, по своей сути включает всего две рабочие операции, а именно осеннее или весеннее рыхление с произведением высева во взрыхленные полосы (Фетюхин И.В. и др., 2016).

Многие авторы в зависимости от выращиваемого гибрида подсолнечника рекомендуют дифференцировать основную обработку почвы: применять мелкое рыхление преимущественно под раннеспелый гибрид, глубокое рыхление – под среднепоздний гибрид (Котлярова Е.Г. и др., 2019).

В двухфакторных опытах Солодовникова А.П. с соавторами (2020) в условиях опытного поля Саратовского ГАУ получены интересные результаты. При анализе почвы в зависимости от обработки почвы отмечено, что показатели общего

запаса влаги были наилучшими (+68,5-82,2 м^3/га к контролю - вспашка) в варианте с безотвальной обработкой (30-32 см). Авторы провели изучение гибридов в зависимости от обработки почвы сгруппировав их по группам спелости. У раннеспелых гибридов наибольшая урожайность по всем вариантам обработки почвы (отвальная с ПЛН-8-35 на 23–25 см (контроль 1); безотвальная с SSD–4 на 30–32 см; минимальная с обработка БДМ 7х3 на 10-12 см) наблюдалась у гибрида Светоч с урожайностью от 1,20 до 1,82 т/га (безотвальная), у других гибридов урожайность составила 0,54-1,55 т/га. У среднеранних гибридов наибольшая урожайность по всем вариантам обработки почвы наблюдалась у гибрида ЕС Савана с урожайностью 0,99-2,01 т/га (безотвальная), у других гибридов урожайность варьировала от 0,40 до 1,37 т/га. Группа среднеспелых гибридов была представлена гибридами селекции Евралис Семанс (Каприс СЛП, Новамис СЛ, Генералис СЛ) и контроль ЮВС-5. Наибольшая урожайность данной группы по всем вариантам обработки почвы наблюдалась у гибрида ЕС Генералис с урожайностью 0,97-1,76 т/га (безотвальная), у других гибридов урожайность варьировала от 0,70 до 1,69 т/га. По всем изучаемым гибридам разных групп скороспелости авторы отмечали существенное снижение продуктивности посевов на 40,5-57,0 % при минимальной обработке почвы. Авторы рекомендуют применение безотвальной обработки почвы для повышения продуктивности посевов от 3,1 до 7,5 %.

Исследованиями Ставропольского НИИСХ установлено, что при нулевой обработке в 50 сантиметровом слое почве было накоплено 70 мм влаги, а на фоне лущения и мульчирования 42 мм влаги (Кулинцев В.В., 2014).

Ковалик И.К. (1987) и Мелешко А.П. (1987) отмечают, что в Ставропольском края наиболее эффективна осенняя вспашка, которая позволяет уничтожить большую часть сорной растительности и выровнять поле с осени, после которой весной достаточно проведение одной припосевной культивации (Ковалик И.К., 1987; Мелешко А.П., 1987).

В условиях Ростовской области многолетними исследованиями В.Г. Шурупова, В.С. Полоус (2009, 2010) установлено, что при минимальной (12-14 см),

осенней нулевой и отвальной вспашке (22-24 см), количество накопленной влаги (в слое почвы 1 м) в посевах кориандра, подсолнечника и было одинаковым. Главным существенным различием было увеличение засоренности посевов более чем в 2,2 раза по нулевой и минимальной обработкам почвы.

Nenova N. и Nankova M. (2023) отмечают, что в условиях Болгарии продуктивность подсолнечника при возделывании после озимой пшеницы существенно разнится с изменением варианта основной обработки почвы. Производственные испытания на подсолнечнике гибрида Linzi показали, что наименьшая продуктивность посевов отмечается при однократной вспашке – 22,8 ц/га, а наибольшая 24,20 ц/га при последовательном применении вспашки и дискования, где также отмечены наиболее крупные семена с массой 62,66 г.

В работе Г.С. Егоровой (2013) исследовано влияние основной обработки почвы и регуляторов роста на качественные показателя семян подсолнечника и урожайность. Наибольшая урожайность достигала 1,75-1,8 т/га по отвальной вспашке, с аналогичным показателем при мелкой обработк+чизель, которая составила 1,8-1,85 т/га. Наименьшая урожайность посевов отмечена по мелкой обработке от 1,3 до 1,44 т/га (Егорова Г.С., 2013).

По данным В.Н. Чурзина и А.В. Калмыкова (2010) в Ростовской области использование исключительно междурядных обработок или гербицидов на посевах подсолнечника является недостаточным. Сочетание гербицидных и междурядных обработок повышает производительность культуры в среднем на 0,05-0,2 т/га, показатели засоренности посевов основными видами сорняков в среднем по годам исследований значительно ниже при комплексном подходе 2,7 шт./м^2, чем при отдельной обработке посевов гербицидом 4,7 шт./м^2 или междурядных обработок 20,7 шт./м^2.

Бельтюков Л.П., Анипенко Л.Н. и Донцов В.Г. (2012) изучали влияние обработки почвы на продуктивность подсолнечника на обыкновенных чернозёмах Ростовской области. Авторами установлено, что при экстенсивной технологии (одна междурядная обработка) урожайность посевов подсолнечника сортов и гибридов варьировала от 1,61 до 1,97 т/га, в то время как при нормальной

технологии (две междурядные обработки) урожайность культуры составила от 1,79 до 2,18 т/га.

Фермерские хозяйства России постепенно отдают свои предпочтения переходу с традиционной на интенсивные системы технологии возделывания подсолнечника, которые в системе защиты растений и выбора гибрида значительно различаются (Захаренко В.А., 1978).

Мицурин А.М. (2007) в сравнительных опытах по влиянию приёмов основной обработки почвы под подсолнечник установил, что при весенней вспашке на глубину 18-20 см продуктивность подсолнечника была идентична продуктивности посевов при проведении плоскорезной обработки весной на глубину 18-20 см, составила 0,91 и 0,94 т/га соответственно. При проведении осенней плоскорезной обработки почвы продуктивность посевов снижается на 0,21 до 0,24 т/га или 23,1-25,5 %

По данным Фетюхина И.В. с коллегами (2021) на продуктивность гибридов подсолнечника существенное влияние оказывает выбранная основная обработка почвы. Хозяйственная урожайность гибридов ЛГ 5555 КЛП, ЛГ 59580, НК Фортими и Сузука HTS была достоверно выше (от 2,78 до 3,35 т/га) на фоне вспашки (27-30 см), чем на фоне поверхностной обработки (14-16 см). Качество семян подсолнечника так же возрастало на фоне вспашки обеспечивая прибавку жира от 1,7 до 4,5 % и выход масла от 0,12 до 0,53 т/га, относительно этих же показателей на фоне поверхностной обработки почвы. Экономический анализ показал, что повышенные затраты на проведение вспашки в совокупности с повышенной урожайностью, обеспечивают: наименьшую себестоимость продукции от 14,3 до 17,1 тыс. руб, наибольший условно-чистый доход от 50,0 до 67,8 тыс. руб/га при уровене рентабельности 109,0-141,8 %. При поверхностной обработке условно-чистый доход составил 33,0-50,4 тыс. руб/га, а рентабельность производства 82,9-125,1 %.

Вошедский Н.Н. (2023) отмечает, что в условиях Ростовской области при выращивании подсолнечника по вспашке при втором сроке сева отмечено наименьшее водопотребление культуры от 872 до 963 $м^3$/т, в то время как при

комбинированной обработке показатель возрастал до 896-993 м^3/т, с прибавкой по вспашке на 24-30 м^3/т или 2,8-3,1 %, а по чизелеванию до 906-982 м^3/т, с прибавкой по вспашке на 19,0-34,0 м^3/т или 2,0-3,9 %. Эти показатели оказались ниже по сравнению с аналогичными данными 1-го срока сева в условиях на 22,7; 21,5 и 24,5 %, 2022 г. – на 14,2; 12,8 и 13,8 %.

По данным Титовской Л.С. (2018) основная обработка почвы существенно влияет на водный режим, физические свойства почвы и следовательно, на итоговую урожайность подсолнечника, которую необходимо тщательно изучать. Запасы продуктивной влаги в почвы в метровом слое почвы при посеве были наибольшими после вспашки – 173,3 мм, а в период уборки после мелкой безотвальной обработки – 120,6 мм.

Автор отмечает, что наибольшее суммарное водопотребление подсолнечника отмечено после вспашки, а с уменьшением глубины обработки показатель снижается на 284 м^3/га. Перед посевом на всех опытных вариантах отмечена достаточно высокая плотность почвы в слое почвы 0-30 см от 1,01 до 1,1 г/см^3, которая к моменту уборки снизилась до 0,9-1,09 г/см^3, исключение составил вариант мелкой безотвальной обработки, в котором на глубине 10-20 и 20-30 см плотность почвы к уборке возросла на 0,4-0,6 г/см^3. Содержание агрономически ценных агрегатов состава почвы было наилучшим при проведении вспашки, где пахотный слой характеризовался отличной водопрочной структурой – 74,8 %. Содержание основных элементов питания было наибольшим при использовании глубокого и мелкого рыхления. Анализ микробиологической активности почвы, показал, что при безотвальной обработке почвы деятельность целлюлозоразлагаемых микроорганизмов возрастает на 2,6-3,6 % в верхнем слое почвы, а после вспашки показатель остаётся равномерным по всему пахотному слою. Засоренность посевов существенно возрастает при минимизации обработки почвы, с преобладанием в посевах малолетних двудольных сорняков. Урожайность гибридов подсолнечника была наибольшей при использовании глубокой безотвальной обработки почвы, которая в среднем составила 2,74 т/га, обеспечив

прибавку ко вспашке и мелкой безотвальной обработке – 0,23 и 0,20 т/га соответственно.

Авдеенко А.П. в ряде исследований установил необходимость грамотного подбора системы обработки почвы при возделывании подсолнечника в условиях Ростовской области. При выращивании гибридов селекции Евралис Семанс установлено, что отвальная обработка почвы повышает показатели структуры урожая подсолнечника - повышается количество семянок до 726-746 шт., масса 1000 семянок - до 55,0-55,3 г и масса семянок с корзинки до 39,9-41,4 г. выращивание подсолнечника после вспашки повышает урожайность по сравнению с минимальной обработкой почвы на 0,07-0,31 га (Авдеенко А.П., 2021).

Продуктивность посевов подсолнечника существенно зависит от выбранной технологии обработки почвы: отвальная (вспашка на 23-25 см), минимальная (двукратное дискование почвы), No-Till (прямой посев, без обработки почвы). При возделывании подсолнечника наибольшие биометрические показатели и показатели структуры урожая, за исключением количества семянок в корзинке, сформированы при отвальной обработке почвы, с итоговой биологической урожайностью 2,42 т/га. При минимальной и No-Till показатель составляет 2,19 и 2,17 т/га соответственно (Авдеенко А.П. и др., 2015).

Количество междурядных обработок также оказывает существенное влияние на продуктивность культуры. При выращивании гибридов Голдсан, Тунка и ПР64ЛЕ25 в условиях Азовского района Ростовской области установлено, что наибольшая продуктивность посевов получается при проведении двукратной междурядной обработки посевов. Фактическая урожайность в вариантах без дополнительной междурядной обработки варьировала от 2,1 до 2,53 т/га, возрастая на 9,9-11 % при дополнительной однократной и на 18-36 % при дополнительной двукратной обработке (Авдеенко А.П., 2018).

Авдеенко А.П. (2019) отмечает, что технологию выращивания, а именно основную обработку почвы и гербицидную защиту, необходимо изучать совместно с междурядными обработками посевов. По результатам исследований автор установил, что наибольшая урожайность гибрида подсолнечника Голдсан 2,64 т/га)

получена по технологии Clearfield®, что на 0,14 т/га или 5,6 % и га 0,21 т/га или 8,4 % больше урожайности подсолнечника, возделываемого по технологиям DuPont™ ExpressSun™ и классической соответственно. Добавление одной междурядной обработки позволило дополнительно получить прибавку 0,14-0,20 т/га урожая, а при двух междурядных обработках 0,24-0,26 т/га. Анализ агрофизических свойств почвы показал, что наиболее оптимальные условиях плотности, влагообеспеченности и микробиологической активности почвы формировались при включении в технологию выращивания подсолнечника, возделываемого по технологии Clearfield® двух междурядных обработок

На черноземных почвах Нижнего Поволжья вопрос необходимости тщательного подбора системы основной обработки почвы под посев подсолнечника также требует тщательной проработки. Медведев Г.А. с коллегами (2015) в ходе изучения данного вопроса пришли к выводу, что наименьшая продуктивность посевов подсолнечника формируется при использовании дискования от 18,2 ц/га (Тристан) до 20,0 ц/га (ЛГ5658), наибольшая при отвальной вспашке 19,8-22,1 ц/га. При отвальной обработке на 23-25 см отмечена наименьшая средняя продуктивность посевов гибридов подсолнечника 1,91 т/га, против 1,99 т/га при сочетании мелкой обработки почвы + чизелевание на 30-32 см, а дополнение предпосевной обработки семян биологически активными веществами повышает урожайность посевов до 2,06 и 2,10 т/га при использовании Гумата калия и Альбита соответственно.

Проведённый литературный поиск показал острую необходимость правильного подбора технологии основной подготовки почвы для реализации полного потенциала культуры в условиях каждого региона возделывания с учетом почвенно-климатических условий. Имеющиеся данные о влиянии основной обработки почвы на её физические свойства и продуктивность подсолнечника противоречивы, в связи с чем исследования необходимо углублять и уточнять для получения полноты данных.

1.3 Роль сорта и гибрида при возделывании подсолнечника

В электронном Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации в 2024 г. допущено к использованию 1626 гибридов и сортов подсолнечника, поэтому выбор гибрида для возделывания в каждой конкретной зоне является важным фактором получения высоких урожаев данной масличной культуры (Государственный реестр …, 2024). Ряд исследований по возделыванию подсолнечника показали, что в условиях Ростовской области потенциальная урожайность данной культуры довольно высока (Фетюхин И.В., 2021).

Полную реализацию продуктивности подсолнечника в зависимости от почвенно-климатических условий возделывания можно реализовать грамотным подбором сорта или гибрида. Многие авторы схожи во мнении, что даже в условиях одного региона возделывания подсолнечника нет универсального сорта или гибрида, обеспечивающего максимальную урожайность, несмотря на одинаковый подход к его выращиванию.

Сорта подсолнечника – это исторически сложившееся направление селекции культуры. Они достаточно пластичны и продуктивны. Гибриды значительно моложе сорта. Широкое распространение они получили тогда, когда ученые смогли обнаружить и изучить систему взаимодействия стерильных и фертильных родительских форм. Гибриды отличаются дружным развитием, меньшей растянутостью периода цветения, выравненностью, технологичностью при уборке, у современных гибридов высокая самофертильность (75-85 %). Кроме того, гибриды характеризуются не только большей стабильностью, продуктивностью (в среднем на 15 %) и масличностью, но и лучшей адаптивностью к условиям региона, засухо- и стрессоустойчивостью, а также устойчивостью к специфическим заболеваниям, гербицидным технологиям и растению-паразиту – заразихе (Сорт или гибрид подсолнечника…, 2020; Hussain M. et al., 2018).

В настоящее время сорта и гибриды подсолнечника, возделываемые в мире, классифицируются на среднеспелые, раннеспелые и скороспелые, однако, по разным источникам длина вегетационного периода разница.

В группе среднеспелых Вавилов П.П. (1986) приводит данные о вегетационном периоде 120-140 дней, Коломейченко В.В. (2007) приводит данные о вегетационном периоде этой группы 100-110 дней.

В группе раннеспелых Вавилов П.П. (1986) приводит данные о вегетационном периоде 100-120 дней, Коломейченко В.В. (2007) приводит данные о вегетационном периоде этой группы 90-100 дней, называя их среднераннеспелыми.

В группе скороспелых Вавилов П.П. (1986) приводит данные о вегетационном периоде 80-100 дней, Коломейченко В.В. (2007) приводит данные о вегетационном периоде этой группы 80-90 дней, называя их раннеспелыми.

Длительность вегетации существенно изменяется в зависимости от почвенно-климатических условий выращивания культуры, и сохранением существенных различий между сортами и гибридами различных групп (Нафиков М.М., 2023).

Длительность вегетации у сортов и гибридов подсолнечника влияет на его продуктивность. Нафиков М.М. (2023) отмечает, что среднеспелые гибриды и сорта подсолнечника характеризуются урожайностью на сортоучастках до 3-4 т/га, а в производственных условиях на уровне 25-3,5 т/га. По его мнению, с сокращением периода вегетации урожайность и масличность культуры снижаются соответственно до 2-3 т/га и 48-52 % для среднераннеспелых и до 1,5-2,5 т/га 41-53 % для раннеспелых сортов и гибридов подсолнечника. Некоторые данные говорят, что в условиях высокой агротехники гибриды подсолнечника могут достигать урожайности 6,0-6,5 т/га (Сорт или гибрид …, 2020).

Выбранные нами для изучения гибриды подсолнечника являются достижением плодотворной работы различных производителей. Гибрид Имми – результат деятельности научных деятелей ФНЦ ВНИИМК им. В.С. Пустовойта,

современные тренды которого, направлены на селекционно-генетическое улучшение.

Гибриды НК Фортими, Тристан и Коломби – результат работы компании SYNGENTA CROP PROTECTION AG. «Сингента» - одна из ведущих мировых сельскохозяйственных компаний. Мы помогаем аграриям вести бизнес с большей прибылью и получать высокие урожаи при бережном отношении к природным ресурсам.

Гибрид и Самурай – результат работы компании ООО «СанФлауэр», которая применяет современные агротехнические методы, смело внедряет в производство научные разработки и достижения, тесно сотрудничает с научно-исследовательскими центрами России и зарубежья.

Выбранные гибриды достаточно новы, и их изучение в производственных условиях мало, поэтому следует привести имеющиеся данные продуктивности гибридов в различных условиях выращивания.

По данным Авдеенко А.П. (2017) при возделывании гибридов подсолнечника по классической технологии и технологии Clearfield® в условиях приазовской зоны Ростовской области отмечены существенные морфологические и фенологические различия гибридов, а также структура урожая. Так, высота растений гибридов, возделываемых по классической технологии, в фазу цветение составила 153-160 см, в то время как по технологии Clearfield® высота варьировала от 162 до 169 см. Площадь листовой поверхности гибрида Коломби существенно превышала показатели гибридов Эденис и Тристан в среднем на 10,3-13,6 % в фазу бутонизации и на 5,3-9,2 % в фазу цветение. В структуре урожая гибрид Коломби существенно превышал остальные изучаемые гибриды. Так, диаметр корзинки был больше на 2,6-21,1 %, масса семянок с корзинки на +2,6-13,9 %, биологическая урожайность на 0,28-0,56 т/га или 7,6-15,2 %, а выход масла на 5,9-13,1 % больше.

Шестов И.Н. (2019) отмечает, что в неблагоприятных климатических условиях 2018 года продуктивность гибридов в условиях приазовской зоны Ростовской области была близка к потенциальной. Наименьшая продуктивность отмечена при возделывании гибридов Белла (12,3 ц/га) и Альварез (13,0 ц/га) за

счет формирования наименьшей массы 1000 семянок. Гибрид Коломби при наименьшем количестве растений (49970 шт./га) сформировал большее количество семянок в корзинке (362 шт.) и массу 1000 шт. (82 г), обеспечив урожайность на 1,8-2,5 ц/га или 12,1-16,9 % больше гибридов Белла и Альварез.

В производственных условиях 2020 года Пойда В.Б. (2021) с коллегами установили, что выращивание гибрида Коломби было эффективнее гибридов Метеор и ЛГ 5463 на 0,33 и 0,17 ц/га соответственно, с прибавкой 6,8-13,2 %.

Яцюк С.В. (2018) при изучении продуктивности гибридов разных групп спелости подсолнечника в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана установила, что из-за особенностей климата наибольшую продуктивность формировали гибриды раннеспелой группы (Роки, Санлука, Фортими, Тристан, Коломби), которые формировали наибольшую высоту растений (124 см), количество листьев (27,0 шт.), диаметр корзинки (17,3 см). По показателям числа семянок с корзинки, их массы и массы 1000 шт. немного раннеспелая группа немного уступала среднеранней и среднеспелой группам. Авторы установили, что в среднем гибриды раннеспелой группы формируют наибольшую продуктивность при наличии осадков формируя в среднем 37,0 ц/га, против 34,1 ц/га у среднеспелой группы. В засушливые годы авторы отмечают обратную тенденцию по средним показателям урожайности, однако рассматривая урожайность гибридов в целом, стоит отметить, что наибольшая продуктивность в засушливый год наблюдалась по гибриду Тристан (9,7 ц/га).

Лухменёв В.П. (2021) установил, что в условиях Оренбургской области продуктивность гибридов Фортими и Коломби существенно разнилась, составив 12,6-24,0 ц/га и 18,0-20,3 ц/га, соответственно.

В условиях Краснодарского края гибрид Коломби формировал урожайность 26,0 ц/га с масличностью 54,1 % (Коколо В.З., 2017).

Кривошлыков К.М. (2023) в аналитической работе распространённости отечественных сортов и гибридов подсолнечника отмечает, что под гибрид Имми наибольшие площади отводятся в Ульяновской области. Средняя урожайность подсолнечника по региону 1,57 т/га, а гибрида Имми – 2,32 т/га, что больше средней

на 0,75 т/га или 32,3 %. В условиях Ростовской области из отечественной селекции наиболее распространен гибрид Грант с урожайность 3,23 т/га, которая на 1,25 т/га или 38,7 % больше средней в области.

В условиях Западной Сибири гибрид Имми формировал следующие показатели: вегетационный период – 125 дней, высота растений – 155 см, диаметр корзинки – 20 см, масса 1000 семянок – 41,2 г, урожайность 1,67 т/га, масличность 44,7 % обеспечив сбор масла 670 кг/га (Пузиков А.Н. и др., 2018).

В условиях Краснодарского края гибрид Имми формировал следующие показатели: высота растений – 157-172 см, диаметр корзинки – 15,3-21,4 см, масса 1000 семянок – 40,0-62,9 г, урожайность 2,19-2,5 т/га с масличностью 45,8-48,0 % обеспечив сбор масла 950-1080 кг/га. Ученые ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК им. В.С. Пустовойта установили, что продуктивность гибрида существенно изменяется в зависимости от нормы высева. Высота растений, урожайность, масличность и сбор масла возрастают с увеличением нормы высева с 40 до 60 тыс. шт./га, причем показатели диаметра корзинки, масса 1000 семянок были наибольшими при минимальной норме высева (Бушнев А.С. и др., 2021).

Костенкова Е.В. и Бушнев А.С. (2023) в результате оценки продуктивности отечественных гибридов в условиях сухостепной зоны Крыма установили, что при повышенном количестве осадков, на 9-24 % в сравнении со среднемноголетними, продуктивность гибридов Клип, Сурус и Имми составляет соответственно 1,81; 1,44 и 1,23 т/га.

В условиях Курской области продуктивность гибрида Имми составила 34,1 ц/га, превышая ряд гибридов в опыте максимально на 25,8 %, уступая гибриду Бомбардир (44,1 ц/га) – 29,3 % урожайности, с максимальной урожайностью 44,1 ц/га (Руднева Е.С., 2022).

Фетюхин И.В. с коллегами (2021) по результатам изучения продуктивности гибридов подсолнечника при возделывании в производственных условиях неустойчивого увлажнения Ростовской области рекомендуют возделывание раннеспелого гибрида НК Фортими с урожайностью 2,85 т/га и выходом масла 1,23

т/га, среднеспелого гибрида ЛГ 5555 КЛП с урожайностью 3,35 т/га и выходом масла 1,35 т/га, по вспашке на глубину 27-30 см.

Милюткин В.А. с коллегами (2021) отмечают, что в условиях Самарской области средняя продуктивность гибрида НК Фортими варьирует от 2,12 до 3,31 т/га. По результатам исследований потенциальная урожайность гибрида с 2,12 до 3,91 т/га была реализована максимально с внесением КАС-32 + раствор питательный серосодержащий ($N_{65}S_{23}$) с дробным внесением.

Сулейманов С.Р. и Сафиоллин Ф.Н. (2022) проводили сравнительное изучение продуктивности гибридов подсолнечника в условиях Республики Татарстан. Авторами установлено, что гибрид НК Фортими обладал наибольшей сохранностью растений ко всходам (99,8 %) и высотой растений 172 см. Высокая плотность посевов обеспечивала наименьшее количество сорного компонента в посевах подсолнечника перед уборкой – 5,2 шт./м^2, что в 1,9 раза меньше, чем при выращивании гибрида Арко. В структуре урожая гибрид НК Фортими отличался наибольшими показателями диаметра корзинки (13,5 см) и массы 1000 семянок (70,7 г), что существенно больше соответствующих показателей, чем, например в гибридах Сузука (9,8 см) и Арко (38,7 г). По урожайности гибрид НК Фортими (32,9 ц/га) уступал лишь гибриду Алькантара (24,6 ц/га), что заметно больше минимального показателя, полученного при возделывании гибрида Честер.

Грязева В.И. с коллегами (2020) в ходе производственной оценки гибридов подсолнечника в условиях Пензенской области установила, что гибриды Тристан имел средний период до цветений – 75 дней, а гибрид НК Фортими самый длительный – 88 дней, который также был самым высокорослым (174 см). Гибриды производства Сингента (НК Фортими и Тристан) с урожайностью 29,0 и 28,5 ц/га соответственно превышали гибриды производства компаний Евралис (Амис – 20,5 ц/га) и Майсадур (Мас 80 ИР – 24,5 ц/га). Также авторы отмечают, что гибриды компании Сингента были более экологически пластичными, где ИЭП = НК Фортими – 1,07; Тристан – 1,05, против 0,76 и 0,91 для гибридов Амис и Мас 80ИР.

Полевщиков С.И. и Веркошанский А.С. (2011) отмечают, что гибрид Тристан при возделывании в условиях Тамбовской области обладал рядом

преимущественных показателей, в сравнении с другими изучаемыми гибридами. Так, период всходы-уборка у данного гибрида был наименьшим– 124-137 дней, площадь листовой поверхности, высота растений и продуктивная площадь корзинки были наибольшей независимо от срока сева: 4804,1-6197,3 $см^2$; 151,8-172,8 см и 210,1-277,9 $см^2$ соответственно по показателям. Также гибрид был наиболее урожайным от 1,94 до 2,33 т/га.

В условиях Республики Казахстан продуктивность гибрида Тристан составила 12,8 т/га, что на 11,3 % больше контрольного гибрида Пионер, однако на 4,7-14,1 % меньше, чем у гибридов Суматра и Сумико. Масличность гибрида Тристан была наименьшей 48,3 % (Гончаров С.В., 2023).

В условиях Тамбовской области гибрид Тристан сформировал наибольшую продуктивность посевов – 2,53 т/га, превысив контроль ЛГ5654 на 16,1 % или 3,5 ц/га. Такое повышение урожайности связано с увеличением к контролю веса семянок с одной корзинки с 47,8 до 55,5 г (+16,1 %) и их количества с 724 до 1009 шт. (+39,4 %) (Крюков А.А. и др., 2019).

Проведённый литературный поиск показал, что большинство выбранных для изучения гибридов подсолнечника, за исключением гибрида Тристан, изучены слабо с преимуществом исследований в других регионах, а данных о изучении гибридов Барсело и Самурай КЛ – не обнаружено. Причиной данной ситуации по выбранным гибридам, вероятно является их новизна. Стоит отметить, что проанализированные данные продуктивности гибридов сильно разнятся в зависимости от почвенно-климатических условий, в связи с чем, их изучение в одном из лидирующих по производству регионов, Ростовской области, является актуальным и важным.

1.4 Оптимизация системы некорневого питания и сочетание изучаемых факторов как резерв продуктивности подсолнечника

В системе мероприятий, направленных на повышение урожайности подсолнечника, использование удобрений занимает одно из важнейших мест. Использование научно-обоснованных видов удобрений, соответствующих местным зональным особенностям и потребности растения в определенный период роста значительно повышает урожайность культуры и качество семян (Авдеенко А.П. и др., 2018; Коржов С.И., 2016; Фетюхин И.В. и др., 2021).

Из-за высокой цены минеральных удобрений и недостатка органических удобрений объемы вносимых удобрений значительно сократились, что отразилось на характеристике земельных угодий разных регионов, заметно ухудшились. На полях наблюдается активный процессы деградации почв, уменьшение количества подвижных и доступных растениям элементов питания (Воронкова Н.А., 2013; Новичихин А.М., 2014; Попов Ю.В., 2009).

В настоящее время разнообразие агрохимикатов, биопрепаратов, сложных комплексных удобрений, моноконцентратов, стимуляторов роста и микроудобрений даёт сельхозтоваропроизводителям огромную возможность в составлении качественной системы питания растений, грамотной подборкой которой можно скорректировать влияние неблагоприятных внешних факторов, а при благоприятных условиях обеспечить возможность максимальной реализации потенциала выбранного для возделывания сорта или гибрида с экономически обоснованной рентабельностью и снижением издержек на производство. К сожалению, нерациональное внесение исключительно минеральных удобрений, особенно в повышенных дозировках может привести к снижению продуктивности культуры земледелия и отразиться на состоянии почвенного плодородия (Агафонов Е.В., 2015; Копылов Б.А., 2021; Кулыгин В.А., 2017; Рымарь В.Т., 2008; Calvo, P., 2014).

Грамотно составленная система удобрения с учетом особенностей культуры, ее выносом элементов питания за вегетационный период, обеспеченность почв элементами минерального питания играет крайне важную роль в экологическом балансе агроэкосистемы (Авдеенко С.С. и др., 2023; Бельтюков Л.П. и др., 2017; Каменев Р.А. и др., 2022).

Минеральные удобрения играют одну из главных ролей повышения продуктивности культуры. По имеющимся данным за 2017 год средний показатель использования элементов минерального питания в России находится на уровне 33 кг/га, что значительно ниже (в 8 раз) уровня стран зарубежья (Дорожко Г.Р., 2017; Каменев Р.А. и др., 2022).

Микро- и макроэлементы, участвуют во всех процессах жизнедеятельности растения и являются главным фактором формирования урожая. Дефицит определенных элементов минерального питания может крайне негативно сказаться на количестве и качестве урожая (Авдеенко С.С. и др., 2023; Нещадим Н.Н., 2012; Chojnacka K., 2015).

Создание оптимальных условий потребления растений питательных элементов является залогом получения высокого урожая с хорошим качеством. При правильной организации минерального питания в определенный период органогенеза способствует оптимизации процессов минерального питания, накоплению влаги, увеличению стойкости растений к неблагоприятным факторам среды, болезней и вредителей (Grace H., 2015).

Подсолнечник является культурой высокого уровня потребления веществ, за счет чего крайне нуждается в высоком уровне минерального питания и запасам питательных веществ в почве. Именно поэтому подсолнечник возделывают на лучших, плодородных почвах, после лучших предшественников, которыми являются: озимая пшеница по-черному и занятому пару, кукуруза на силос, зернобобовые (Pilorgé E., 2020).

По данным многих авторов на формирование урожая подсолнечник, как и в целом все масличные культуры, выносят из почвы выносят в 1,5-2,0 раза больше бора и меди, по сравнению с яровыми зерновыми и однолетними травами

(Никитчин Д.И., 1994; Alpmann Z., 1994). По утверждению Adeleke B.S. (2020), J. Debrnek (1999), H. Hanf (1999) масличные культуры являются требовательными к бору и меди, особенно в период роста и развития. Элементы играют немаловажную роль в биологии оплодотворения, увеличивают эластичность тканей, что способствует уменьшению растрескивания стеблей и предотвращает появление гнили корневой шейки. В связи с чем поражаемость растений болезнями значительно снижается. Помимо вышеперечисленного, бор влияет на корнеобразовательную способность, что особенно важно на начальных этапах роста и развития культуры (Авдеенко С.С. и др., 2023; Cheng Y. et al., 2023).

На формирование вегетативной, корневой массы и итогового урожая подсолнечник выносит наибольшее количество элементов среди прочих зерновых культур. В среднем на формирование 1 т урожая растения используют 50-60 кг азота, 20-27 кг фосфора и 100-150 кг калия, из которых наибольшая потребность для растений приходится на период бутонизация-цветение, за счет активного нарастания органической массы.

Наибольшее потребление азота растениями происходит в период образования корзинки-конец цветения. Наибольшее потребление фосфора происходит в период всходы-цветение, после которого его потребление резко уменьшается. Потребление калия происходит растениями во всем периоде вегетации, большая часть которого используется растениями подсолнечника в период с момента образования корзинки до полного созревания (Al-Amery M., 2011; Wyciszkiewicz M., 2014).

Среди микроэлементов особое внимание следует обратить на обеспеченность растений бором, который положительно влияет на состояние растений, увеличивает количество и качество семянок в корзинке, что в совокупности обеспечивает прибавку урожая и улучшает качество получаемой продукции. При недостатке бора молодые листья сильно деформируются, растения отстают в росте, семянки неравномерные. Другими важными микроэлементами являются цинк, марганец, медь и железо (Seiler G.J., 1986, 2007; Tian S. et al., 2015).

Для реализации полного потенциала продуктивности посевов подсолнечника многие авторы отмечают обязательность внесения минеральных удобрений до посева и в критические фазы роста и развития. При основном внесении удобрений на глубину меньше подвергаются водной и ветровой эрозии, отдавая свои питательные вещества постепенно. Внесение удобрений с посевом и подкормкой по вегетации дополняют основное внесение в критические периоды их роста и развития (Фетюхин И.В., 2022; Prabhakar et al., 2021; Singh Z., 2017).

Гайсин И.А. (2000), Вакуленко В.В. (2001), Кохан А.В. (2016), Цыбулько В.А. (2018) и Тихонов Н.И. (2018) схожи в мнении, что допосевная обработка семян жидкими удобрительно-стимулирующими составами с содержанием микроэлементов (бор, молибден, марганец, кремний) обеспечивают хороший подсолнечника, повышая устойчивость растений к внешним факторам.

Мамсиров Н.И. (2014) отмечает, что ранние подкормки в фазу двух-трех пар листьев крайне важны в формировании продуктивных и сильных посевов.

Однако, некорневые подкормки посевов подсолнечника в начальные фазы роста только азотно-фосфорными удобрениями, наиболее распространенными в производстве, в условиях нестабильного увлажнения зачастую неэффективны, из-за чего его рекомендуют заменить или дополнить микроудобрениями или регуляторами роста (Камбулов С.И., 2011).

Отличительным качеством внекорневой подкормки является быстрое всасывание питательных веществ, содержащихся в используемом препарате, за счет чего эффект от приёма виден сразу. В дополнение к интенсификации ростовых процессов, увеличения иммунитета и стрессоустойчивости растений отмечается улучшение потребления элементов питания корневой системой растений из минеральных удобрений и почвы (Charney M., 2010).

В настоящее время нет единого мнения о наиболее критическом периоде роста в начальный период. Некоторые авторы отмечают необходимость подкормки в фазу 2-3 листьев, некоторые 4-6 листьев, некоторые 8-10 листьев. (Лукин А.Л., 2013; Мамсиров Н.И., 2014; Турусов В.И., 2015; Dell B., 1997).

Помимо очевидного и научно обоснованного дефицита бора, дефицит других макро- и микроэлементов в критические периода развития культуры играет немаловажную роль в ограничении получения высоких урожаев. По данным ряда авторов, отмечено положительное влияние гуминовых и биологических препаратов на повышение продуктивности культуры (Мамсиров Н.И., 2014; Вербицкая Н.В., 2014; Коршунов А.В. и др., 2013; Давлетшин Ф.М., 2016).

Например, высокоэффективным во ВНИИМК было применение биопрепарата Акварин № 5, КМУС-1 при предпосевной обработке семян и некорневой подкормке в фазе 3-4 пар листьев. Прибавка урожайности семян подсолнечника составила 0,07-0,25 т/га (Пихтярев Р.В., 2007). По сравнению с контролем, где урожайность составила 2,88 т/га, при обработке семян регулятором роста Вымпел возросла до 3,10 т/га, а при опрыскивании – 3,28 т/га. Наибольшая урожайность отмечена при использовании Реаком и Реакомом-хелат бор – 3,31 т/га.

В опытах Д.Ю. Рябова (2017) проводимых на полях ООО «Эвилина» Саратовская область в 2016-2017 гг. отмечено положительное влияние некорневых подкормок на продуктивность подсолнечника. Однократное применение препаратов Гумистин и Solar увеличивали показатель урожайности на 0,45 и 0,54 т/га, а при двойной обработке препаратами прибавка урожайности составила 0,63 и 0,78 т/га, что является существенным при экономически доступной стоимости обработки посевов подкормками.

Ученые Башкирского ГАУ в 2013-2015 годах проводили исследования с целью изучения отзывчивости широко используемого гибрида подсолнечника Босфора на внекорневые подкормки борорганогуминовыми и органоминеральным удобрениями на основных этапах органогенеза. Работа выполнена в условиях Южной лесостепи Республики Башкортостан на опытном поле СПК «Урожай» Аургазинского района в 2013-2015 гг. Схема опыта предусматривала следующие варианты: без обработки (контроль); Фитоспорин-М, Ж (1 л/га) + Борогум (1,5 л/га); Фитоспорин-М, Ж(1 л/га) + Борогум-М (1,5 л/га); Фитоспорин-М, Ж (1 л/га) + Борогум-Мо (1,5 л/га); Фитоспорин-М, Ж(1 л/га) + Изагри Бор (1,5 л/га). Опрыскивание растений баковой смесью в вариантах Фитоспорин-М, Ж (1 л/га) +

Борогум-Мо (1,5 л/га) и Фитоспорин-М, Ж (1 л/ га) + Изагри Бор (1,5 л/га) способствовало повышению биологической урожайности на 6,1 и 6,4 ц/га, соответственно, по сравнению с контролем. В опытных вариантах диаметр корзинки был больше на 2,4 см, высота растений на 10 см, масса 1000 семян на 7,3 и 7,5 г, а масличность семян на 0,6 %, чем без обработки. Показатель биологической урожайности увеличивался по вариантам опыта, минимальная прибавка составила 5,3 ц/га, а максимальная 6,4 ц/га (Давлетшин Ф.М., 2016; Сафин Х.М., 2018).

Выбранная технология выращивания, в которую включено применение комплексных удобрений в качестве подкормки или антистрессового фактора оказывает немаловажное влияние на итоговую урожайность культуры.

В работе Лухменёва В.П. (2017) представлены результаты серьезных исследований в зависимости от технологии выращивания подсолнечника и используемых препаратов. По традиционной технологии выращивания гибрида НСХ-6009 с использованием баковой смеси Евро-Лайтнинг (1,2 л/га) + Фитоспорин М (1,0 л/га) + Борогум М комплексный (0,5 л/га) + Бионекс Кеми (3,0 кг/га) фактический показатель урожайности составил 15,7 ц/га, в то время как по технологии No-till гибрида НК Неома применение аналогичной баковой смеси обеспечило получение урожайности 42,8 ц/га. Высокий разрыв в полученной урожайности можно объяснить характеристиками гибрида, наиболее благоприятными условиями для прорастания семян подсолнечника, при одинаковой норме высева 60 тыс. шт./га количество растений перед уборкой значительно варьировалось. При традиционной технологии этот показатель составил от 35 до 41 тыс. шт./га, в то время как по No-till 50-56 тыс. шт./га.

Вошедский Н.Н. (2023) отмечает, что в условиях Ростовской области средний фон удобрения ($N_{40}P_{40}K_{40}$) подсолнечника увеличивал урожайность маслосемян до 20,7–21,8 %, высокий фон ($N_{80}P_{80}K_{80}$) обеспечивал аналогичную прибавку до 38,4-40,1 %. Самая высокая отдача от применения удобрений отмечена при 2-м сроке сева и норме по 80 кг действующего вещества NPK на 1 га с лучшим средним показателем 2,92 кг/кг.

Сулейманов С.Р. и Сафиоллин Ф.Н. (2023) в ходе определения биологической эффективности дополнительного некорневого внесения органоминерального удобрения Аминовелл: марка Стимвелл Сет на посевах подсолнечника в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан установили, что двухкратная подкормка усиливала линейный рост корневой системы, которая занимает 46,8-50,6 см активного слоя почвы против 41,4 см на контроле (без подкормки). В зависимости от норм расхода высота растений увеличивается от 152 см на контроле до 180 см в варианте Аминовелл 3 л/га. Урожайность подсолнечника возрастает с увеличением дозировки используемого удобрения с 23,5 ц/га в контроле, до 28,6-31,8 ц/га с применением удобрения, однако, содержание сырого жира существенно снижается по мере роста урожайности подсолнечника (от 50,7 % на контроле до 46,3 % на последнем варианте опыта). В связи с этим «эффектом разбавления» валовой сбор растительного масла на варианте Аминовелл 3 л/га (1472 кг/га) уступает варианту Аминовелл 2,5 л/га (1541 кг/га).

В более ранних исследованиях при определении биологической эффективности регуляторов роста Цитодеф-100 и Гиберелон, ВРП в посевах подсолнечника гибрида Авенжер установлено, что сочетание двух препаратов (Гиберелон и Цитодеф) увеличивало биомассу, по сравнению с контролем, в период бутонизации на 3,2 т/га; в фазе цветения – на 3,8 т/га; полной спелости – на 2,1 т/га. Изучаемые регуляторы роста способствовали повышению биологической урожайности подсолнечника. Лучшим вариантом по биологической урожайности в опытах было совместное применение Цитодефа-100 (150 г/га) и Гиберелона (50 г/га) в фазе 4-8 листьев подсолнечника. Прибавка к контролюсоставила 0,21 т/га, к варианте с обработкой Цитодефом (200 г/га) –0,08 т/га, с обработкой Гиберелоном (75 г/га) – на 0,12 т/га (Сулейманов С.Р., 2022).

Милюткин В.А. (2023) отмечает, что в различных почвенно-климатических условиях гибриды подсолнечника нуждаются в тщательном подборе системы дополнительного некорневого питания для реализации полного потенциала продуктивности. В условиях Самарской области в 2022-2023 гг. на различных

гибридах подсолнечника проводился подбор наиболее эффективной системы питания растений подсолнечника при выращивании по системе Mini-Till. Продуктивность гибрида Дункан КЛП повышалась с 1,85 т/га в контроле при использовании только аммиачной селитры, до 2,74-3,29 т/га при использовании карбамид+S и КАС+S+Gu, Zn, Br+гуматы+ингибитор соответственно. Прибавка в опыте составила 48,1-77,8 % к контролю или 82,7-119,3 % к средней урожайности по области (1,5 т/га), что является высокоэффективным. При возделывании гибрида НК Фортими продуктивность посевов повышалась с 3,14 т/га в контроле, до 3,19-3,55 т/га при использовании карбамида и карбамид+S соответственно. Стоит отметить, что на данном гибриде отмечено снижение урожайности к контролю при использовании КАС-32 и КАС+S на 3,1-9,9 %.

Domaratskyi Ye. (2021) отмечает, внесение удобрений в сочетании с многофункциональными препаратами оказывает значительное влияние на площадь листьев и фотосинтетический потенциал агроценоза. Это доказывает, что внекорневая подкормка растений подсолнечника на стадии 6-8 настоящих листьев регуляторами роста способствовала изменению не только общего содержания хлорофилла, но и его фракционного состава. Во всех случаях наблюдалось значительное увеличение содержания фракции “а”. В частности, максимальный прирост в этой фракции составил 90 %, тогда как во фракции “в” разница не превышала 76 %. В условиях, когда удобрения не вносились, эти показатели составили 48 и 13 % соответственно.

В двухфакторных опытах Субботина А.Г. с соавторами (2020) проводимых с 2018 по 2019 годы в условиях опытного поля Саратовского ГАУ получены интересные результаты. Авторы провели опыты в зависимости от гибридов и фонов минерального питания сгруппировав их по группам спелости. У раннеспелых гибридов наибольшая урожайность по всем вариантам уровня минерального питания почвы (без удобрений; $N_{20}P_{30}$; $N_{40}P_{60}$; $N_{60}P_{90}$) наблюдалась у гибрида Светлана с урожайностью от 1,44 до 2,43 т/га ($N_{40}P_{60}$), у других гибридов урожайность варьировала от 0,84 до 1,96 т/га, что при $НСР_{05}$ по двум факторам равным 0,1 является существенным. У среднеранних гибридов наибольшая

урожайность по всем вариантам обработки почвы наблюдалась у гибрида ЕС Савана с урожайностью от 1,34 до 2,02 т/га ($N_{40}P_{60}$), у других гибридов урожайность варьировала от 0,97 до 1,98 т/га, что при $НСР_{05}$ по двум факторам равным 0,09 является существенным. Группа среднеспелых гибридов была представлена гибридами селекции Евралис Семанс (Каприс СЛП, Новамис СЛ, Генералис СЛ) и контроль ЮВС-5. Наибольшая урожайность данной группы по всем вариантам уровня минерального питания почвы наблюдалась у гибрида ЕС Генералис с урожайностью от 1,43 до 2,41 т/га ($N_{40}P_{60}$), у других гибридов урожайность варьировала от 0,86 до 1,92 т/га, что при $НСР_{05}$ по двум факторам равным 0,1 является существенным. По всем изучаемым гибридам разных групп скороспелости авторы отмечали, что при дефиците влаги и осадкой во второй половине вегетационного периода подсолнечника наибольшую урожайность маслосемян формировали гибриды подсолнечник раннеспелой группы. Содержание жира в семенах изучаемых гибридов подсолнечника увеличивается по группам скороспелости, а именно: раннеспелые 46,2-52,9 %; среднеранние 48,6-54,4 % и среднеспелые 51,2-55,4 %.

Трёхфакторные опыты по влиянию обработки почвы, гибрида и применяемых удобрений на продуктивность посевов подсолнечника проводились коллективом авторов Белгородского ГАУ на черноземе типичном среднемощном тяжелосуглинистом в 2011-2013 годах. Наиболее продуктивным по массе 1000 семян был гибрид Опера ПР на всех изучаемых вариантах подготовки почки (вспашка 28-30 см; глубокая безотвальная обработка 40-42 см и мелкая безотвальная обработка почвы 14-16 см) и препаратах (Поли-фид, Поли-фид + Альбит, Плантафол, Плантафол + Альбит). При анализе зависимости массы 1000 семян и основной обработки почвы, отмечено, что наибольшая продуктивность всех гибридов была в варианте с глубокой безотвальной обработкой. С массой 1000 семян тесно связана урожайность, которая была наибольшей по всем вариантам у гибрида Опера ПР в среднем от 2,58 до 3,31 т/га, у других гибридов урожайность была на уровне от 2,4 до 3,34 т /га (Титовская Л.С., 2018).

Сложные опыты по исследованию отзывчивости гибридов разных производителей, обработки почвы и предпосевной обработки семян подсолнечника гибридов Тунка и Сована проводили в 2017-2018 годах в условиях Еланского района Волгоградской области сотрудники Волгоградского ГАУ. Урожайность была выше по отвальной вспашке 3,04-3,19 т/га для гибрида Тунка и 2,6-2,74 т/га для гибрида Сована, где наибольшая продуктивность отмечена при дополнительном внесении Бор Молибден дважды перед посевом и в фазу образования корзинки. Масличность по вариантам основной обработки почвы и применения удобрений у гибрида Тунка изменялась от 48,1 % (мелкая обработка) до 49,5 % на варианте (мелкая+чизель) с применением Гелиос Азот. У гибрида Саванна масличность несколько выше от 49,3 до 51,4 % с применением Гелиос Азот и Бор Молибден. Лузжистость семянок у гибридов подсолнечника составила у гибрида Тунка от 21,3 % (мелкая+чизель) до 22,2 % на контроле. У гибрида Саванна от 21,2 % (отвальная обработка) до 21,9 % на мелкой обработке (Чурзин В.Н., 2019).

Проведённый литературный поиск показал, что в реализации полного потенциала сортов, гибридов подсолнечника и повышении его устойчивости к неблагоприятным внешним факторам большую роль играет внесение современных удобрений и регуляторов роста биологической природы. Независимо от формы и времени внесения продуктивность посевов с их применением доказано возрастает. Однако, в производственном цикле отмечают преимущества именно некорневого внесения регуляторов роста и удобрений. Помимо точечного реагирования на дефицит того или иного элемента питания, некорневое внесение удобрений обеспечивает лучшее усвоение элементов питания, а значит и определяет повышенную эффективность приёма. Выбранные нами для исследования регуляторы роста и гибриды подсолнечника совместно не изучены.

2 МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвенно-климатические условия проведения исследований

Исследования проводились на полях Учебно-научно-производственного комплекса «Учхоз «Донское» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет» Октябрьского района Ростовской области, зона неустойчивого увлажнения Нижнего Дона, почвенно-климатические условия которого подходят для выращивания подсолнечника.

Рельеф почв хозяйства – слабоволнистый. Отметки поверхности в пределах хозяйства изменяются от 200 м до 224 м над уровнем моря. Уклон местности – с северо-востока на юго-запад. По результатам почвенного обследования территории хозяйства установлено, что основными почвами являются черноземы обыкновенные.

Характерным признаком этих черноземов являются: вскипание от 10%-ной соляной кислоты наблюдается в среднем с глубины 30-35 см, реже – с 50 см. Глубже количество карбонатов возрастает, судя по силе вскипания, которое наблюдается с глубины 65-75 см, они выделяются в виде белоглазки. Максимум белоглазки приходится на глубину 1,0-1,5 м. Мощность гумусового горизонта равна 55-60 см.

Физические свойства черноземов обыкновенных среднемощных глинистых на лессовидных глинах вполне благоприятны. Они характеризуются хорошей водо- и воздухопроницаемостью, оптимальным сложением (плотность почвы в горизонте А составляет 1,00-1,15 г/см^3, в горизонте В – 1,25-1,35 г/см^3), большой влагоемкостью (35-42 %) и довольно значительными возможными запасами продуктивной влаги (20-22 %). Максимальная гигроскопичность в большинстве случаев варьирует по профилю от 9,5 до 12 %, а влажность завядания (т. е. недоступный растениям «мертвый» запас влаги) – от 14,5 до 18 %. (Почвенно-

климатические условия Ростовской области, 2022).

В предпосевной период подсолнечника запас минерального азота ($N\text{-}NH_4$ + $N\text{-}NO_3$) в разные годы проведения полевых опытов был практически одинаковым и составлял 11,9-14,8 кг/га (таблица 1).

Таблица 1 – Агрохимические показатели чернозема обыкновенного перед закладкой опыта

Слой почвы, см	pH, ед.	Гумус, %	Содержание в почве			
			$N\text{-}NH_4$, кг/га	$N\text{-}NO_3$, кг/га	P_2O_5, мг/кг	K_2O, мг/кг
2021 г.						
0-20	7,78	3,63	3,5	5,6	16,2	501
20-40	8,01	3,24	2,1	3,4	6,6	306
0-40	-	-	5,6	9,0	11,4	404
2022 г.						
0-20	8,05	3,23	5,1	2,2	18,5	463
20-40	8,21	3,01	1,0	3,6	11,2	379
0-40	-	-	6,1	5,8	15,9	421
2023 г.						
0-20	8,12	3,56	4,2	5,0	20,1	488
20-40	8,30	3,12	2,0	3,6	7,2	336
0-40	-	-	6,2	8,6	13,7	412

Обеспеченность почвы подвижным фосфором в 2021 и 2023 гг. в слое почвы 0-40 см по градации Мачигина соответствовала низкой (10-15 мг/кг почвы), в 2022 г. – пограничной между низкой и средней.

Содержание обменного калия в слое почвы 0-40 см во все годы варьировало в пределах 404-421 мг/кг почвы и соответствовало высокой степени обеспеченности по Мачигину (400-600 мг/кг почвы).

Окраска верхних горизонтов – ровно-серая, с ясным бурым цветом, она уменьшается с глубиной. Чем глубже, тем она становится темнее и жёстче. Сложение – слабо уплотнённое в верхней части, ниже – уплотнённое и плотное. Гранулометрический состав почвы состав чернозема тяжелосуглинистый и легкоглинистый. Величина pH достигает 7,8-8,9.

Средневзвешенный уклон местности 2,80, глубина местного базиса эрозии 100 м, расчленённость территории овражно-балочной сетью 0,53 км/км^2. Слой стока в период снеготаяния 10 %-ной обеспеченности около 60 мм, дождевого – 7,5 мм. Водной эрозии подвержено 38,1 % почв, дефлированных – 4,5.

Среднегодовая температура воздуха 8,5 ^{0}C, суммарная температура выше 10 ^{0}C – 3252 ^{0}C, среднемноголетняя температура января минус 5,7 ^{0}C, максимальная июля – 22,8-22,9 ^{0}C. Среднемноголетняя сумма осадков за год – 450-500 мм, из них за вегетационный период – 270-300 мм, испаряемость за год 840 мм, радиационный баланс – 2693 МДж/м^2 в год.

Сумма положительных температур за вегетационный период 3000 - 3200 ^{0}C. Зима здесь сравнительно холодная. Среднемесячная температура воздуха в январе составляет -3,7 ^{0}C. Снежный покров впервые появляется в конце декабря - начале января. Накоплению снежного покрова препятствуют оттепели, которых за зиму насчитывается до 35-40 дней.

В начале третьей декады марта происходит устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 ^{0}C к положительным значениям. В первой декаде апреля – через 10 ^{0}C, в конце второй декады апреля прекращаются заморозки, безморозный период продолжается до середины октября, продолжительность его составляет 175-180 дней.

В мае происходит быстрое нарастание температур, и в первой - начале второй декады среднесуточная температура воздуха устойчиво переходит через 15 ^{0}C. Лето жаркое, среднемесячная температура воздуха в июле +23 ^{0}C. Годовое количество осадков в среднем 423 мм. За вегетационный период выпадает от 122 до 295 мм.

Максимальное количество осадков выпадает в июне - июле, минимальное в

январе - феврале. В апреле начинается засуха. За период с апреля по октябрь насчитывается 95 дней с суховеями.

Преобладающими ветрами являются ветры восточного направления. Анализируя приведённые выше данные, можно сказать, что климат района засушливый. Период вегетации растений совпадает с неблагоприятными условиями для роста и развития: недостаточное количество осадков, небольшой запас почвенной влаги, сильные восточные ветры (суховеи) и низкая относительная влажность воздуха.

Метеорологические условия в период исследований были крайне неоднородны. По совокупному анализу данных рисунка 2 и таблицы 2, видно, что климатические условия сильно разнились.

В 2021 году температура воздуха в первый месяц после посадки была выше средних многолетних значений на 1,1 ºС, а в летние месяцы была выше средних многолетних значений, а именно: в июне на 0,8 ºС, в июле на 2,6 ºС, а в августе на 2,8 ºС. В летний период выпало 151,6 мм осадков, что в отдельные периоды способствовало развитию грибковых заболеваний. За июнь (9 дней с осадками) выпало всего 56,4 мм осадков, из которых за один день выпало 39,8 мм, в июле 8 из 31 дня имели осадки, из которых 3 были дождливыми (10,2-26,8 мм), а в августе за 9 дней выпало 26,8 мм осадков.

Для подсолнечника наибольшую опасность в этот период представляла неравномерность распределения осадков. Выпадение 39,8 мм осадков за одни сутки в июне совпало с началом фазы формирования корзинки – критического периода, когда избыточное увлажнение при высоких температурах (на +2,6…+2,8 °С выше нормы в июле–августе) создало благоприятные условия для развития ложной мучнистой росы и фомоза – заболеваний, поражающих корзинку и снижающих выполненность семян. Повышенные температуры воздуха (на +0,8…+2,8 °С выше среднемноголетнего значения) ускорили прохождение межфазных периодов, что привело к сокращению периода налива семян и, как следствие, к снижению массы 1000 семянок.

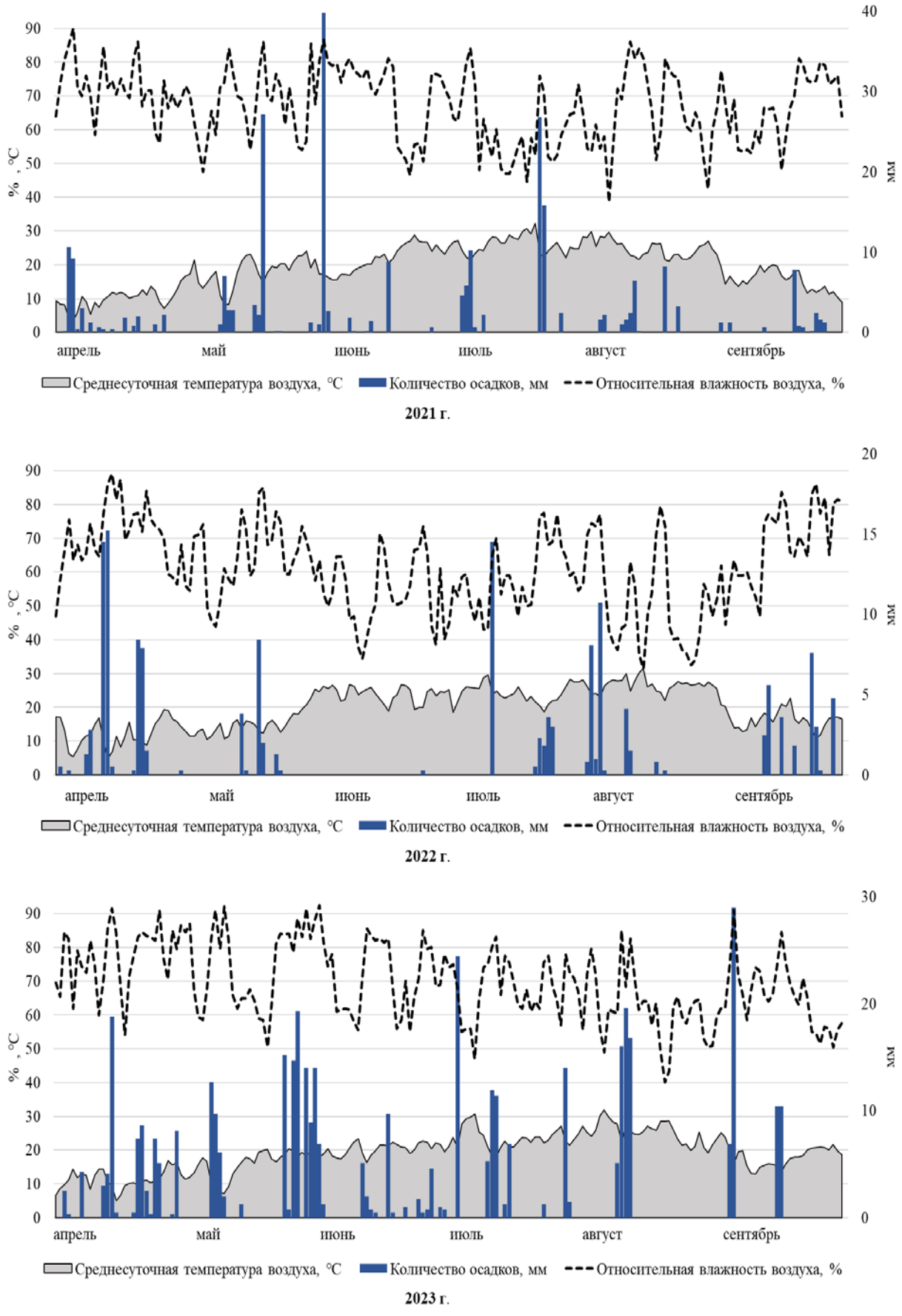


Рисунок 2 – Климатические условия вегетационного периода за 2021-2023 гг.

Летний период 2022 г. характеризовался сильной засухой с продолжительным отсутствием осадков. Так, в июне выпало 0,3 мм осадков, в июле выпало 25,7 мм за 6 дней, из которых продуктивными были лишь 14,5 мм за сутки, в августе выпало 27,6 мм за 9 дней, из которых продуктивными были лишь 10,7 и 8,1 (за 2 дня).

По данным рисунка 2 видно, что лето было сухим и жарким при незначительных колебаниях. Минимальная влажность воздуха по месяцам составила: в июне – 27 %, в июле – 28 %, в августе – 20 %, при максимальной скорости ветра соответственно: 18,3 м/с; 13,4 м/с; 16,1 м/с. В летние месяцы была выше средних многолетних значений, а именно: в июне на 3,0 ℃, в июле на 0,8 ℃, а в августе на 4,5 ℃.

Особенно неблагоприятным для подсолнечника стало отсутствие продуктивных осадков в июне–июле – период, когда у культуры формируется корзинка и проходит цветение. Именно в эти фазы подсолнечник имеет максимальную потребность во влаге (критический период). Непродуктивные осадки быстро испарялись при минимальной относительной влажности воздуха 20-28 % и скорости ветра до 18,3 м/с. В совокупности с дефицитом влаги высокие температуры (на +3,0 °С в июне и на +4,5 °С в августе выше среднемноголетнего значения) привели к абортивности пыльцы, ухудшению оплодотворения и формированию пустозёрности в центральной части корзинки. ГТК = 0,4 (меньше 0,5) характеризует условия как острую атмосферную засуху, при которой растение не способно полностью реализовать потенциал продуктивности даже при мощной корневой системе подсолнечника.

В 2023 году температура воздуха в мае-июне была ниже и несколько выше в июне среднемноголетних значений, однако она была более комфортной для роста и развития растений, в сравнении с условиями 2021-2022 гг. Наибольшее превышение к среднемноголетним значениям отмечено в августе (+3,2 ℃).

Погодные условия в годы исследований существенно отличаются от средних многолетних значений, что наглядно представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Температурные условия вегетационных периодов 2021-2023 гг. в сравнении со среднемноголетними

Месяц	Средние температуры воздуха по годам, ℃				Отклонение от многолетних значений по годам, ℃		
	многолетние	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Апрель	10,2	11,1	9,1	9,7	+0,9	-1,1	-0,5
Май	16,8	17,9	15,1	15,8	+1,1	-1,7	-1,0
Июнь	20,9	21,7	23,9	20,3	+0,8	+3,0	-0,6
Июль	23,3	25,9	24,1	23,6	+2,6	+0,8	+0,3
Август	22,2	25,0	26,7	25,4	+2,8	+4,5	+3,2
Сентябрь	16,4	15,5	16,7	18,4	-0,9	+0,3	+2,0
Сумма активных температур, ℃	3209,5	3547,0	3572,3	3510,0	+337,5	+362,8	+300,5
Количество осадков за вегетационный период, мм	269,2	251,0	152,4	421,5	-18,2	-116,8	+152,3
Гидротермический коэффициент (ГТК)	0,8	0,7	0,4	1,2	-0,1	-0,4	+0,4

Апрель-май 2020-2023 гг. был на 1,0…1,7 ℃ ниже и на 1,1...2,2 ℃ выше среднемноголетних значений. Летние месяцы также превышали многолетние значения на 0,3…4,5 ℃, что в совокупности с низкой влажностью, отсутствием осадков оказывало негативное влияние на рост и развитие растений. Исключение составил июнь 2023 г, где который был ниже среднемноголетних значений на 0,6℃.

Пониженные температуры в мае–июне (на 1,0 и 0,6 ℃ ниже среднемноголетнего значения соответственно) замедлили прохождение начальных

этапов органогенеза (фаза всходов – 3-5 пар листьев), что удлинило период вегетации, но не носило критического характера. Благоприятные условия увлажнения (осадков выпало +152,3 мм к норме) в сочетании с оптимальными июньскими температурами (+20,3 °С) обеспечили интенсивное накопление биомассы и заложение крупной корзинки. Температурный режим данного года исследований способствовал наливу семянок подсолнечника и его дружному созреванию.

Трёхлетние исследования (2021-2023 гг.) показали, что почвенно-климатические условия зоны в целом благоприятны для выращивания подсолнечника. Однако биологическая продуктивность культуры критически зависит от совпадения критических фаз развития (формирование корзинки – июнь, цветение – июль, налив семян – август) с периодами оптимального увлажнения и температурного режима. Наибольшее отрицательное влияние на структуру урожая оказала атмосферная засуха 2022 года (ГТК = 0,4), совпавшая с цветением подсолнечника и приведшая к абортивности пыльцы и формированию пустозёрности. В 2023 году (ГТК = 1,2) было благоприятное совпадение фаз развития подсолнечника с достаточным увлажнением и ускоренным наливом семян при повышенных августовских температурах, что обеспечило максимальную реализацию урожайности и качества.

2.2 Схема опытов и методика исследований

В диссертационной работе обобщены результаты исследований, проведённых в период 2021-2023 гг. Полевые и лабораторные опыты проводились на полях Учебно-научно-производственного комплекса «Учхоз «Донское» и на кафедре земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции ФГБОУ ВО Донской ГАУ Октябрьского района Ростовской области, почвенно-климатические условия которого подходят для выращивания подсолнечника.

Объекты и предмет исследований. Объект исследования – гибриды подсолнечника (Имми, Самурай КЛ, Тристан), приемы основной и междурядной

обработки почвы.

Предмет исследования – закономерности влияния способов обработки почвы, количество междурядных обработок и регуляторов роста на свойства чернозема, засорённость посевов, продуктивность и качество семян гибридов подсолнечника.

Для решения поставленных задач по совершенствованию элементов агротехнологии выращивания гибридов подсолнечника были заложены следующие опыты.

Схемы опытов

1. Агрофизические и биологические свойства чернозема при различной обработке почвы и их влияние на продуктивность гибридов подсолнечника (опыт 1):

Фактор А (обработка почвы):

1. Отвальная (вспашка – плугом ПЛН-5-35 на 23-25 см) – контроль;

2. Минимальная (дискование – обработка агрегатом дисковым АД-4D на 10-12 см).

Фактор В (гибрид):

1. Самурай КЛ (контроль);

2. Имми;

3. Тристан

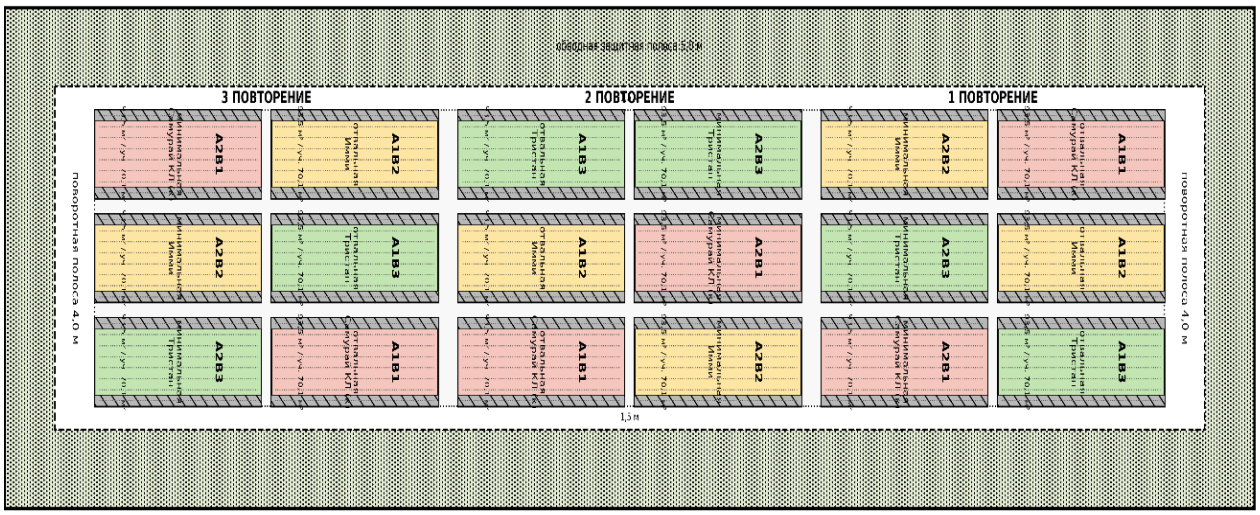


Рисунок 3 – Схема опыта 1

2. Влияние междурядных обработок на показатели плодородия чернозема, засорённость посевов и продуктивность подсолнечника (опыт 2):

Междурядные обработки (вариант отвальной обработки: вспашка – плугом ПЛН-5-35 на 23-25 см, гибрид Имми)

1. Без междурядных обработок (контроль);
2. Одна междурядная обработка;
3. Две междурядные обработки.

Первую междурядную обработку проводили в фазу 1-2 пары листьев на глубину 6-8 см, вторую междурядную обработку – через неделю после первой на глубину 8-10 см. Междурядные обработки проводились культиватором междурядной обработки КМО-6. Обработка гербицидом проводилась в фазу 5-8 настоящих листьев по технологии Clearfield® - Евро-Лайтнинг (имазамокс + имазапир (33 + 15 г/л), 1,0 л/га) опрыскивателем прицепным ОП-18(21)-2500.

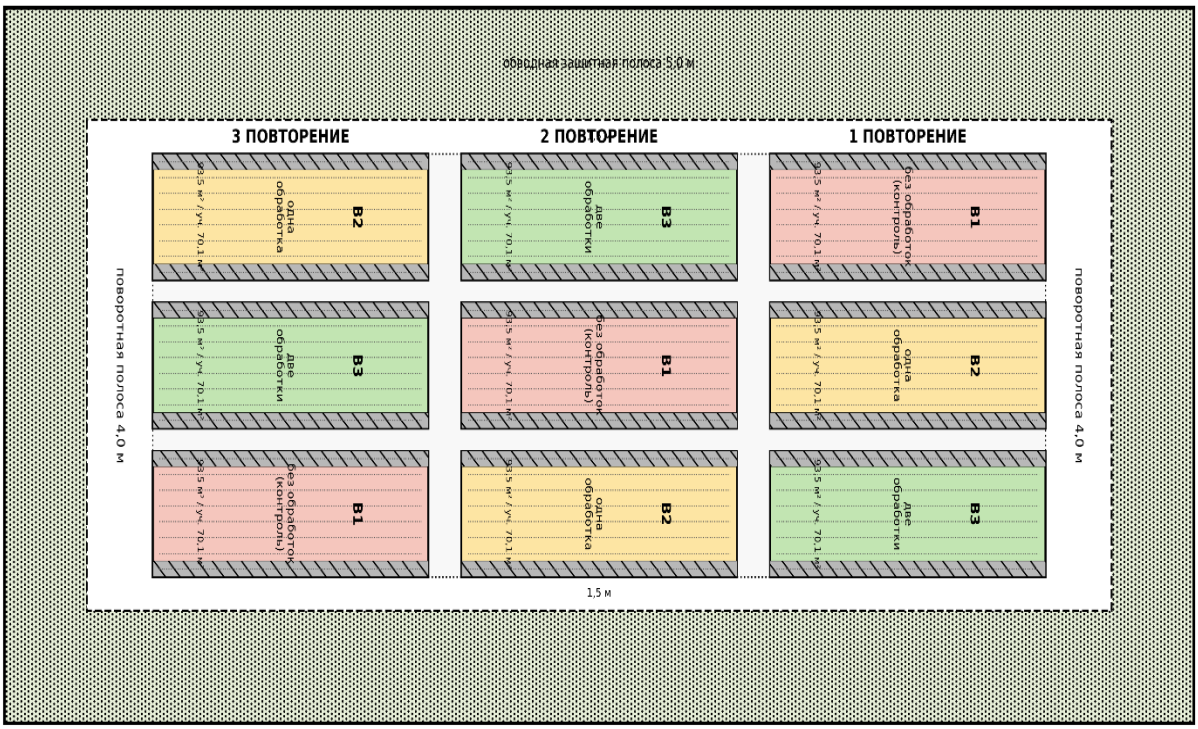


Рисунок 4 – Схема опыта 2

3. Эффективность применения регуляторов роста в технологии возделывания подсолнечника (опыт 3):

Фактор А (гибрид):

1. Самурай КЛ (контроль);
2. Имми;
3. Тристан.

Фактор В (регулятор роста):

1. Контроль (без обработки);
2. ВЛ-77 (0,4 л/га);
3. Биодукс (0,003 л/га);
4. Агат-25 Супер (0,03 кг/га);
5. Новосил (0,04 л/га).

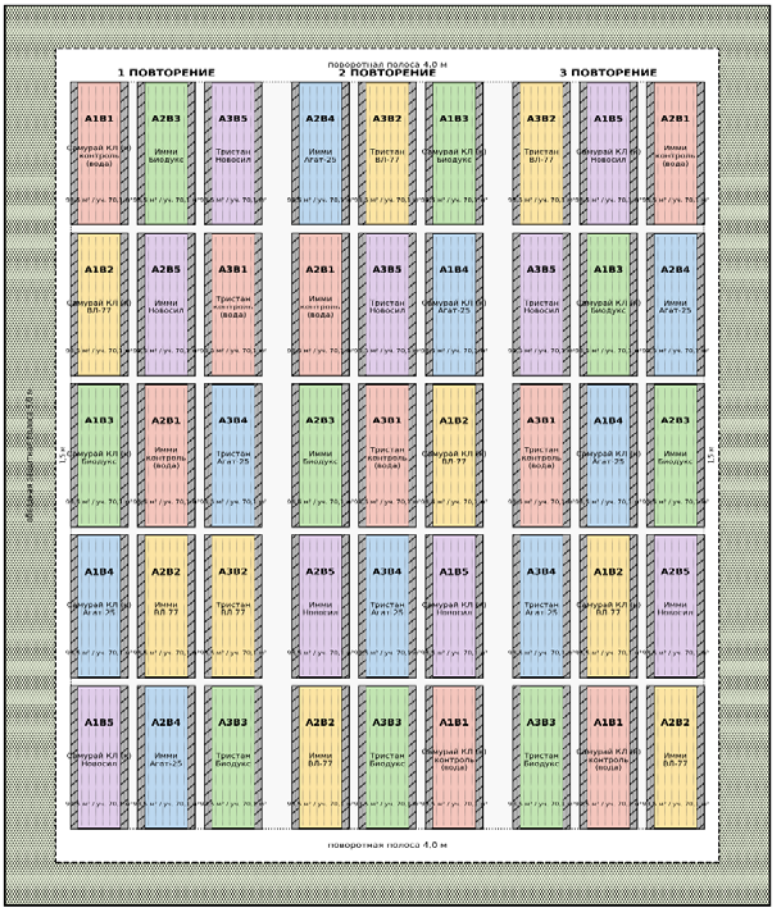


Рисунок 5 – Схема опыта 3

Обработка регуляторами роста – в фазу 4-6 настоящих листьев и в 10-12 настоящих листьев, рабочим раствором 200 л/га проведена аккумуляторным опрыскивателем «Умница» ОЭ-12, обработка почвы – дискование (обработка агрегатом дисковым АД-4D на 10-12 см).

Таблица 3 – Сравнительный состав изучаемых регуляторов роста

Наименование	Действующее вещество	Содержание д.в.
Агат-25 Супер, ТПС	3-индолилуксусная кислота (гетероауксин) + Альфа-аланин + альфа-глутаминовая кислота	18+60+70 мг/кг
Биодукс, Ж	Арахидоновая кислота	0,3 г/л
ВЛ-77, Ж	Полиэтиленоксиды + Гуминовые кислоты (натриевые соли)	770+30 г/л
Новосил, ВЭ	Тритерпеновые кислоты	100 г/л

Обработка почвы проводилась сразу после уборки предшественника – озимой пшеницы. Размещение делянок рендомизированное. Повторность в опытах 3-х кратная. Площади опытных делянок – по 94 м^2, площади учётных делянок по 70 м^2. Норма высева гибридов подсолнечника – согласно рекомендациям производителя, срок сева – оптимальный для зоны исследований. Посев подсолнечника проводился универсальной пневматической сеялкой «Весна-8» (VESNA-8 / УПС-8-02).

При проведении исследований применены методики закладки и проведения полевых опытов (Доспехов Б.А., 1985; Моисейченко В.Ф., 1996; Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, 2010; Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1983).

Определение аммония – ГОСТ 26489-85; определение нитратного азота – ионоселективным методом (ГОСТ 26951-86); содержание подвижного фосфора и обменного калия в почвенных образцах – с использованием 1%-углеаммонийной вытяжки Мачигина (ГОСТ 26205-91); определение гумуса – по методу Тюрина

(ГОСТ 26213-91; ГОСТ 26213-2021); pH почвы в солевой вытяжке - по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85).

Густота стояния растений определялась путём подсчёта растений на всех вариантах. Фенологические наблюдения – на 25 фиксированных растениях. За начало фазы принималась дата вступления в неё 10 % растений, полная фаза - 75 % растений (методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1983). Высота растений подсолнечника - путём измерения 25 растений при проходе по диагонали делянок в двух несмежных повторениях. Длина стеблей - по вертикально установленной сантиметровой рейке, установленной среди травостоя, нулевое деление - у поверхности почвы. Затем ближайшие к рейке растения выпрямляли и свободно без натяжки, прикладывали к шкале рейке. Измерения проводилась в 10-ти точках каждой делянки опыта.

Определение площади листовой поверхности определяется по методике, разработанной Ничипоровичем А.А. (1961), агрофизические показатели почвы, по Методике проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами (2010). Засоренность посевов численным методом (Фетюхин И.В., 2018). Биологический урожай определен по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1983). Данные по урожайности и структуре урожая подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985). Экономическая эффективность рассчитана на основе технологических карт с корректировкой фактически выполненных агромероприятий. Энергетическая оценка различных приёмов возделывания подсолнечника рассчитана по методике Булаткина Г.А. (1986).

Корреляционный анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.16.2 (разработчик – ООО «Статтех», Россия. Программа зарегистрирована Федеральной службой по интеллектуальной собственности, номер регистрации 2020615715, дата регистрации 29.05.2020. Включена в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных (запись №14167 от 11.07.2022). Корреляционный анализ, направление и теснота связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента ранговой

корреляции Спирмена (при распределении показателей, отличном от нормального). Прогностическая модель, характеризующая зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывалась с помощью метода линейной регрессии. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Все агротехнические мероприятия, кроме изучаемых, осуществлялись согласно зональным условиям и существующим рекомендациям (Зональные системы земледелия Ростовской области, 2022).

2.3 Характеристика изучаемых гибридов

Объекты исследований: Гибриды подсолнечника Тристан, Самурай КЛ, Имми.

Тристан

Простой гибрид. Включён в Госреестр по Центрально-Черноземному (5) региону. Рекомендован для возделывания в Белгородской и Воронежской областях. Корзинка маленькая. Растение от среднего до высокого, ветвление отсутствует. Семянка от малого до среднего размера. Средняя урожайность семян в регионе составила 32,3 ц/га. Среднее содержание жира в семенах 49,2 %. Среднеранний (https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektsionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/tristan-podsolnechnik-9253440/).

Самурай КЛ

Включён в Госреестр по Нижневолжскому (8) региону. Среднеспелый. Высота растения при созревании средняя. Ветвление отсутствует. Масса 1000 семян - 53,5 г. Вегетационный период – 116 дней. Средняя урожайность – 22,4 ц/га, максимальная урожайность – 42,3 ц/га получена на Батайском ГСУ Саратовской области в 2015 году. Среднее содержание жира в семенах - 49,3 %. Сбор масла - 11,4 ц/га (https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektsionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/samuray-podsolnechnik-8654397/).

Имми

Включён в Госреестр по Центрально-Черноземному (5), Северо-Кавказскому (6), Средневолжскому (7), Нижневолжскому (8), Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) регионам. Простой гибрид. Среднеспелый. Высота растения (при созревании) средняя. Средняя урожайность в Северо-Кавказском регионе – 25,8 ц/га. Масса 1000 семян – 42,9 г. Вегетационный период – 116 дней. Наибольшая урожайность в Северо-Кавказском регионе – 43,5 ц/га на Зольском ГСУ КБР в 2020 г. Среднее содержание жира в семенах – 49,1 %. Умеренно восприимчив к белой гнили, ложной мучнистой росе. В полевых условиях слабо поражался сухой гнилью. Средневосприимчив к ржавчине и заразихе (https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektsionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/immi-podsolnechnik-8153326/).

2.4 Характеристика изучаемых регуляторов роста

Агат-25 Супер

Полифункциональный биопрепарат Агат-25 Супер (регистрационный номер 471-07-1781-1, дата окончания срока регистрации: 04.03.2028 г.) создан на основе штаммов бактерий Pseudomonas aureofaciens H 16 и Bacillus megaterium в процессе жизнедеятельности которых вырабатываются биологически активные вещества: 3-индолилуксусная кислота, α-аланин, α-глутаминовая кислота и поли-бета-гидроксимасляная кислота. Данные вещества усиливают рост и развитие растений.

Активизирует жизнедеятельность полезного микробного сообщества на корнях растений, что способствует повышению устойчивости к заболеваниям сельскохозяйственных культур.

Специально подобранный набор минеральных и комплексных веществ (мочевина, калий азотнокислый, калий фосфорнокислый, двузамещенный, хелат магния, хелат меди, хелат марганца, хелат цинка, хелат железа, хелат молибдена, хелат кобальта, органобор) значительно усиливает действие поли-бета-гидромаслянной кислоты, а также предотвращают ее разрушение. Агат-25 Супер

является дополненным источником питания растений макро и микроэлементами, что особенно важно при прорастании семян (стартовые дозы удобрений).

Повышает засухоустойчивость растений, при этом увеличивается оводненность листьев (содержание влаги в листьях повышается до 10 %, водоудерживающая способность до 60 %), при снижении транспирации до 66 %. При применении Агат-25 Супер не требуется специального оборудования и дополнительные меры безопасности. Обработка производится по тем же методикам и на том же оборудовании, что и обычные пестициды (Государственный каталог пестицидов …, 2024; Сетевое издание AgroXXI.ru, 2024; https://agat25.ru/store/).

Биодукс

Биодукс, Ж (регистрационный номер 173-07-4899-0, дата окончания срока регистрации: 05.06.2028 г.) – многоцелевой регулятор роста растений с иммуностимулирующими свойствами. Применяется при выращивании сельскохозяйственных культур всех видов во всех климатических зонах. Biodux применяется при протравливании семенного материала и опрыскивании по листу в течение всего вегетационного сезона. Содержит в своём составе уникальный комплекс биологически активных полиненасыщенных жирных кислот низшего почвенного гриба Mortierella alpina биосинтезированных в арахидоновую кислоту (0,3 г/л).

Механизм действия основан на возможности комплекса биологически активных полиненасыщенных жирных кислот почвенного гриба Mortierella alpina формировать у растения продолжительную и неспецифическую системную устойчивость и активировать ростовые и биологические процессы. На молекулярном уровне широкий спектр биологической активности липидного комплекса объясняется активизацией не только генов устойчивости и сигнальных систем защиты, но и генов, осуществляющих контроль за ростовыми факторами, фитогормонами, факторами дифференцировки и развития тканей растений.

Уникальными свойствами являются стимулирование растений к самостоятельной реализации заложенного потенциала урожайности, качества,

устойчивости к стрессовым факторам (Государственный каталог пестицидов …, 2024; Сетевое издание AgroXXI.ru, 2024).

ВЛ-77

ВЛ-77, Ж (регистрационный номер 088-07-1048-1, дата окончания срока регистрации: 22.03.2026 г.) – комплексный природно-синтетический препарат контактно-системного действия для обработки семян и вегетирующих растений. Содержит в своем составе полиэтиленоксиды (ПЭО) – 770 г/л; отмытые соли гуминовых кислот (натриевые соли) – до 30 г/л. Действующие вещества, которые входят в состав ВЛ 77®, усиливают действие друг друга.

Благодаря этому он обладает следующими свойствами:

- стимулятор роста. Структурирует внутриклеточную жидкость и способствует накоплению сахаров. Стимулирует и регулирует физиологические процесса роста и развития растений;

- адаптоген. Под воздействием ПОЭ растения становятся устойчивыми к неблагоприятным внешним факторам;

- прилипатель, адъювант. Надёжно закрепляет на листьях, повышая эффективность применения на 20-30 %, обеспечивая лучшее смачивание на вегетативной массе растений способствуя лучшему проникновению внутрь;

- антистрессант. Активизирует синтез стрессовых белков и ферментов, которые нейтрализуют негативное воздействие после обработки пестицидами;

- корректор, термопротектор. За счет улучшения белкового обмена и накопления сахаров обеспечивает повышение иммунитета растений, обеспечивая их морозо-, засухо- и жароустойчивость;

- ингибитор болезней. Повышение естественного иммунитета растений снижает развитие болезней в 1,5-2,0 раза.

Преимущества от применения стимулятора ВЛ 77®:

- повышает урожайность культур на 10-30 % и качественные показатели продукции;

- повышает эффективность использования пестицидов, биопрепаратов, макро- и микроудобрений на 20-30 %;

- увеличивает энергию прорастания и всхожесть семян на +5…+8 %;

- повышает засухоустойчивость, морозостойкость и иммунитет растений;

- ускоряет накопление сахаров;

- усиливает развитие и активность почвенных микроорганизмов;

- не требует дополнительных затрат на обработку благодаря использованию в баковых смесях (Государственный каталог пестицидов …, 2024; Сетевое издание AgroXXI.ru, 2024; Многофункциональный стимулятор …, 2024).

Новосил

Новосил, ВЭ (регистрационный номер 128-07-4761-1, дата окончания срока регистрации: 22.12.2034 г.) – природный регулятор роста и развития растений, обладает широким комплексом полезных свойств, оказывает на растения рострегулирующее, фунгицидное действие. Содержит в своём составе тритерпеновые кислоты – 100 г/л (Государственный каталог пестицидов …, 2024; Сетевое издание AgroXXI.ru, 2024; Что такое Новосил …, 2024).

Представляет собой водную эмульсию экстракта хвои пихты сибирской и предназначен для предпосевной обработки семян и опрыскивания растений в период их активного роста. Применяется для всех видов овощных, зерновых и технических культур, плодово-ягодных деревьев и кустарников.

Действие основано на свойстве тритерпеновых кислот стимулировать иммунитет растений, что приводит к следующим результатам:

- снижается заболеваемость растений грибными болезнями в 2-4 раза;

- повышается их устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды;

- ускоряется прорастание семян и повышается их всхожесть и активность начального роста;

- ускоряется созревание плодов на 3-6 дней;

- увеличивается урожайность на 2-4 %;

- значительно уменьшаются потери при хранении урожая.

3 АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАБОТКАХ ПОЧВЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

3.1 Динамика запасов продуктивной влаги в метровом слое в зависимости от обработки почвы

Проведенный анализ литературных источников показал, что основная обработка почвы существенно влияет на водный и пищевой режимы почвы. Однако, при сравнительном анализе положительного влияние на структуру почвы отвальной и минимальной обработки почвы при возделывании почвы данные крайне противоречивы. Например, в различных почвенно-климатических условиях Орлова Л.В. (2009), Митрофанов Ю.И. (2010), Цховребов В.С. и др. (2021), Титовская А.И. (2014) отмечают существенно большее накопление продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы при минимальной обработке почвы. С другой стороны, при обработке чернозема в различных регионах по классической технологии Шурупов В.Г. (2011), Рзаева В.В. (2007), Мамсиров Н.И. (2021) отмечают большее накопление почвенной влаги и улучшение микробиологической активности почвы. В результате исследованиях установлено, что запасы продуктивной влаги существенно изменялись в зависимости от обработки почвы и года исследований.

Поскольку 2022 г характеризовался меньшим, в сравнении с 2021 и 2023 гг. количеством осадков, запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были ниже. В зависимости от обработки почвы стоит отметить, что во все годы исследований меньшее количество накопленной влаги перед посевом отмечено при минимальной (дискование) обработке почвы 138,9-145,8 мм, что на 21,6-22,7 мм ниже, чем при отвальной (вспашка) обработке с количеством накопленной влаги 160,5-168,5 мм (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние обработки почвы на запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм*

Обработка почвы (фактор А)	Гибрид (фактор В)	Перед посевом				Перед уборкой			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Минимальная (дискование)	Тристан	143,2	138,9	145,8	142,6	42,0	37,8	40,9	40,2
	Имми	143,2	138,9	145,8	142,6	38,9	38,5	41,7	39,7
	Самурай КЛ	143,2	138,9	145,8	142,6	40,1	35,8	38,8	38,2
	Среднее за год	143,2	138,9	145,8	142,6	40,3	37,4	40,5	39,4
Отвальная (вспашка)	Тристан	165,5	160,5	168,5	164,8	55,8	50,2	54,4	53,5
	Имми	165,5	160,5	168,5	164,8	42,8	45,2	49,0	45,7
	Самурай КЛ	165,5	160,5	168,5	164,8	46,4	47,9	51,9	48,7
	Среднее за год	165,5	160,5	168,5	164,8	48,3	47,8	51,8	49,3
$НСР_{05}$ для частных средних						3,15	3,02	2,80	--
$НСР_{05}$ по фактору А						1,82	1,74	1,62	--
$НСР_{05}$ по фактору В						2,23	$F_ф<F_т$	1,98	--
$НСР_{05}$ по факторам АхВ						2,23	2,13	1,98	--

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 1

Перед уборкой запасы продуктивной влаги по минимальной (дискование) обработке почвы варьировали от 35,8 мм в 2022 г у гибрида Самурай КЛ до 42,0 мм в 2021 г у гибрида Тристан. По отвальной (вспашка) обработке почвы запасы варьировали от 42,8 мм в 2021 г у гибрида Имми до 55,8 мм в 2021 г у гибрида Тристан.

Относительно средних значений по гибридам за годы исследований по отвальной (вспашка) обработке почвы при учете в период перед уборкой количество накопленной влаги было на 6,0-13,4 мм ли 15,1-33,7 % больше, чем при минимальной (дискование) обработке почвы, что подтверждается расчетом НСР.

Нами был выполнен корреляционный анализ взаимосвязи запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом подсолнечника и запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уборкой подсолнечника.

При оценке связи запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уборкой подсолнечника и запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом подсолнечника коэффициент корреляции r=0,893, теснота связи по шкале Чеддока – высокая (p=0,001<0,05) и статистически значима.

Наблюдаемая зависимость запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уборкой подсолнечника от запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом подсолнечника описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 6):

Y Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уборкой подсолнечника, мм = 0,447 × X Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом подсолнечника, мм - 24,439

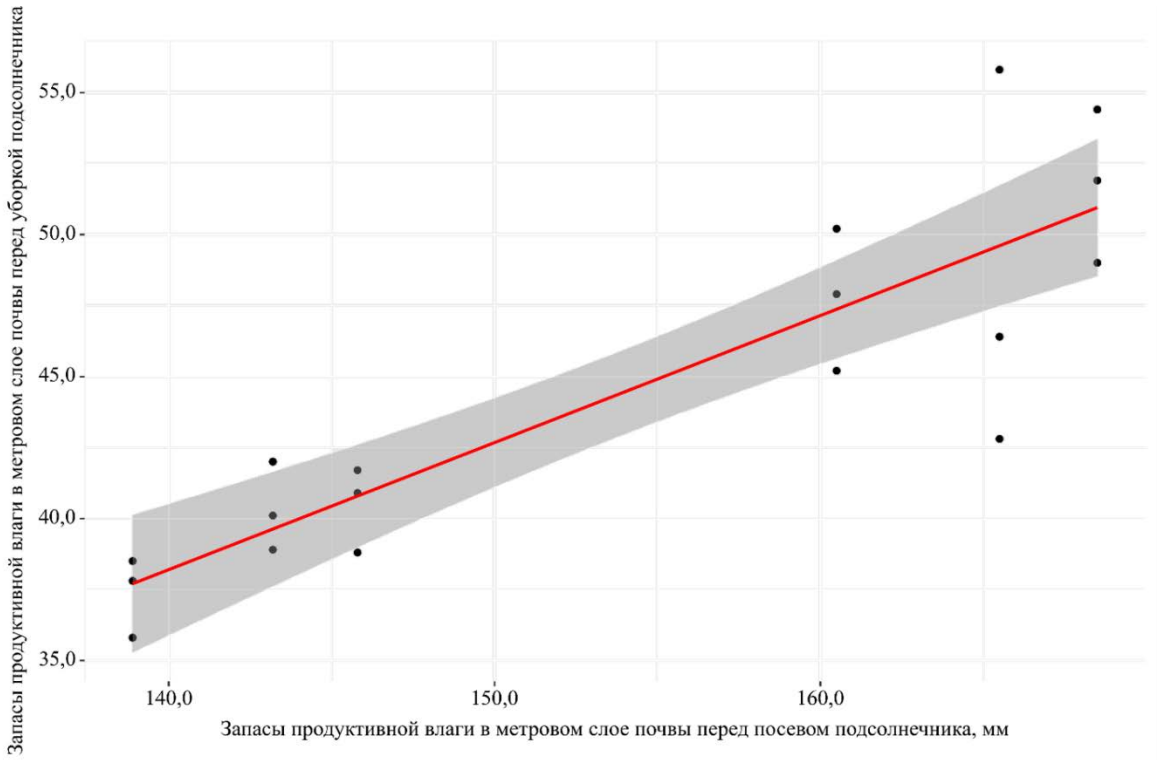


Рисунок 6 – Регрессионная функция зависимости запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уборкой подсолнечника от запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом подсолнечника

3.2 Плотность сложения чернозема при различных обработках почвы

Изменение показателя содержания влаги в почве при различных обработках отразилось и на показателях плотности почвы. В среднем по каждому году исследований плотность почвы перед посевом в слое почвы 0-20 см была схожей без существенных отличий. Исключение отмечено в 2022 году при отвальной (вспашка) обработке, где плотность почвы составила 1,06 г/см^3, что на 7,8 % меньше, чем при минимальной (дискование) обработке почвы, за счет меньшей плотности на 0,09 г/см^3 в слое 0-5 см. В среднем за 3 года плотность почвы по слоям 0-5 см и 10-20 см была меньше при отвальной (вспашка) обработке почвы соответственно по слоям на 9,5 и 2,7 % (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние обработки почвы на плотность почвы, г/см^3 (среднее по гибридам)*

Обработка почвы	Слой почвы	Перед посевом				Перед уборкой			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Минимальная (дискование)	0-5	0,96	0,98	0,92	0,95	1,18	1,20	1,13	1,17
	5-10	1,12	1,15	1,08	1,12	1,33	1,35	1,28	1,32
	10-20	1,30	1,33	1,25	1,29	1,49	1,51	1,43	1,48
	0-20	1,13	1,15	1,08	1,12	1,33	1,35	1,28	1,32
Отвальная (вспашка)	0-5	0,96	0,71	0,92	0,86	1,15	1,17	1,11	1,14
	5-10	1,13	1,16	1,09	1,13	1,24	1,26	1,19	1,23
	10-20	1,27	1,30	1,26	1,28	1,37	1,39	1,36	1,37
	0-20	1,12	1,06	1,09	1,09	1,25	1,27	1,22	1,25
$НСР_{05}$ по слою почвы 0-5 см		$F_ф<F_т$	0,0248	$F_ф<F_т$	---	$F_ф<F_т$			---
$НСР_{05}$ по слою почвы 5-10 см		$F_ф<F_т$			---	0,0379	0,0745	0,0287	---
$НСР_{05}$ по слою почвы 10-20 см		$F_ф<F_т$			---	0,1034	0,0497	0,0248	---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 2

В период оценки плотности почвы перед уборкой в среднем по каждому году исследований плотность в слое почвы 0-20 см варьировала от 1,28 до 1,33 г/см^3 и от 1,22 до 1,27 г/см^3 по минимальной (дискование) и отвальной (вспашка) обработками почвы соответственно. В среднем за 3 года плотность почвы по слоям 0-5 см, 5-10 см и 10-20 см была меньше при отвальной (вспашка) обработке почвы соответственно по слоям на 0,03 г/см^3, 0,09 г/см^3 и 0,11 г/см^3 что составляет 2,5 %, 6,8 % и 7,4 % снижения уплотнения почвы.

Нами был выполнен корреляционный анализ взаимосвязи плотности почвы перед посевом и плотности почвы перед уборкой. При оценке связи плотности почвы перед уборкой и плотности почвы перед посевом коэффициент корреляции r=0,543, теснота связи по шкале Чеддока – заметная (p=0,020<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость плотность почвы перед уборкой от плотности почвы перед посевом описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 7): **Y Плотность почвы перед уборкой, г/см3 = 0,922 × X Плотность почвы перед посевом, г/см3 + 0,265**

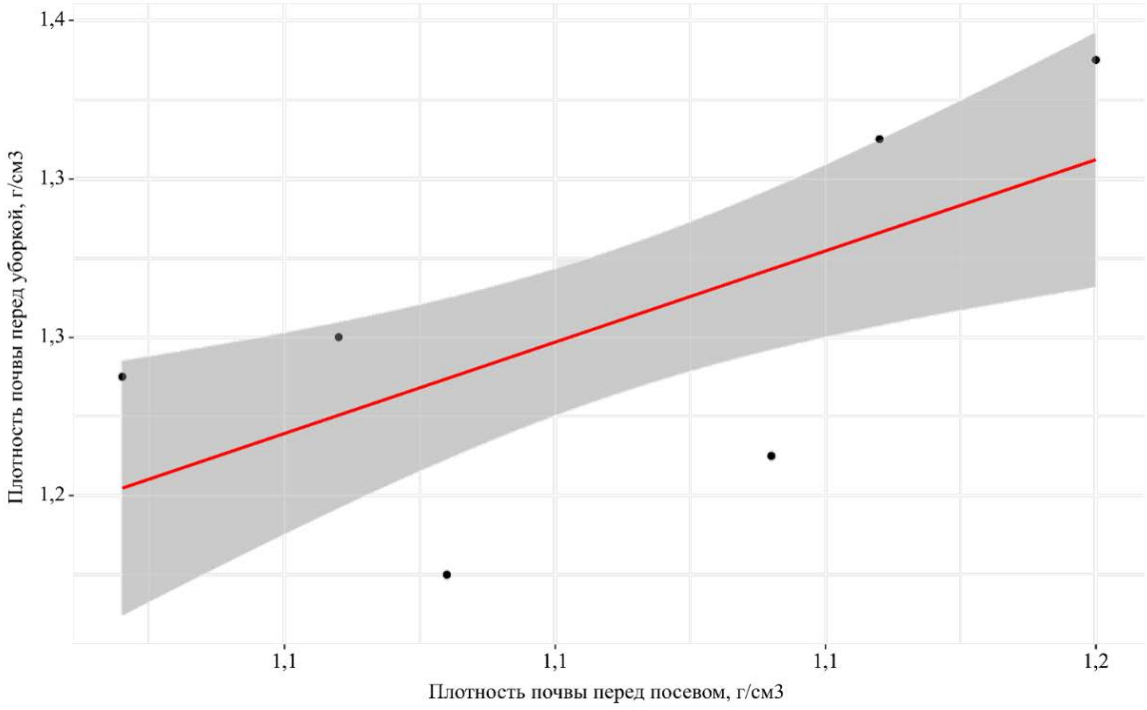


Рисунок 7 – Регрессионная зависимости плотности почвы перед уборкой от плотности почвы перед посевом

3.3 Биологическая активность чернозема как показатель интенсивности микробиологических процессов в зависимости от обработки почвы

Для оценки деятельности почвенной микрофлоры используют показатель «биологическая активность почвы» – это совокупность биологических процессов, протекающих в почве; способность всех живых организмов почвы осуществлять процессы разложения и синтеза веществ. В наших исследованиях изучалось влияние целлюлозоразрушающих микроорганизмов на степень разложения льняного полотна в зависимости от обработки почвы.

Показатели влажности и плотности почвы оказывают влияние на микробиологическую активность почвы, причем как по различным слоям, так и в разные фазы вегетации растений (таблица 6).

В среднем по каждому году исследований интенсивность разложения льняного полотна в фазу цветение в слое почвы 0-30 см была на 0,07-1,2 % больше по минимальной (дискование) обработке почвы). При послойном анализе разложения льняного полота стоит отметить, что при минимальной (дискование) обработке почвы большая биологическая активность отмечена в слое почвы 0-5 см (20,6 %), в то время как по отвальной (вспашка) обработке почвы наибольший показатель отмечен в слое почвы 10-20 см. При оценке биологической активности почвы показательным является именно слой почвы 5-20 см, поскольку он является корнеобитаемым.

В период оценки интенсивность разложения льняного полотна перед уборкой в среднем по каждому году исследований в слое почвы 0-30 см варьировала от 28,3 до 32,4 % и от 18,2 до 27,1 % по минимальной (дискование) и отвальной (вспашка) обработками почвы соответственно. В среднем за 3 года интенсивность разложения льняного полотна по слоям 0-5 см, 5-10 см, 10-20 см и 20-30 см была меньше при отвальной (вспашка) обработке почвы соответственно по слоям на 9,1; 10,9; 4,5 и 3,0 % соответственно по слоям.

Таблица 6 – Влияние обработки почвы на степень разложения льняного полотна, %*

Обработка почвы	Слой почвы, см	Фаза цветение				Перед уборкой			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Минимальная (дискование)	0-5	20,8	19,1	21,9	20,6	30,3	27,8	31,8	30,0
	5-10	18,0	16,5	18,9	17,8	31,3	28,7	32,9	31,0
	10-20	17,2	15,8	18,1	17,0	31,1	28,5	32,7	30,8
	20-30	18,6	17,1	19,6	18,4	30,9	28,3	32,4	30,5
	0-30	18,7	17,1	19,6	18,5	30,9	28,3	32,4	30,5
Отвальная (вспашка)	0-5	17,0	15,6	17,9	16,8	21,1	19,4	22,2	20,9
	5-10	18,2	16,7	19,1	18,0	20,3	18,6	21,3	20,1
	10-20	20,8	15,4	21,9	19,4	30,3	16,8	31,8	26,3
	20-30	18,0	15,9	18,9	17,6	31,2	18,2	32,9	27,4
	0-30	18,5	15,9	19,5	18,0	25,7	18,2	27,1	23,7
$НСР_{05}$ по слою почвы 0-5 см		2,48	1,23	1,29	---	0,99	2,08	3,59	---
$НСР_{05}$ по слою почвы 5-10 см		$F_ф<F_т$			---	1,74	2,88	1,55	---
$НСР_{05}$ по слою почвы 10-20 см		0,66	0,14	2,02	---	0,24	1,86	0,80	---
$НСР_{05}$ по слою почвы 20-30 см		$F_ф<F_т$			---	0,29	1,69	0,25	---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 3

Нами был выполнен корреляционный анализ взаимосвязи степени разложения льняного полотна перед уборкой и степени разложения льняного полотна в фазу цветение.

При оценке связи плотности почвы перед уборкой и плотности почвы перед посевом коэффициент корреляции r=0,497, теснота связи по шкале Чеддока – умеренная (p=0,014<0,05) и статистически значима.

Наблюдаемая зависимость степени разложения льняного полотна перед уборкой от степени разложения льняного полотна в фазу цветение, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 8): **Y Степень разложения льняного полотна в фазу цветение, % = 1,2894 × X Степень разложения льняного полотна перед уборкой, % + 3,631**

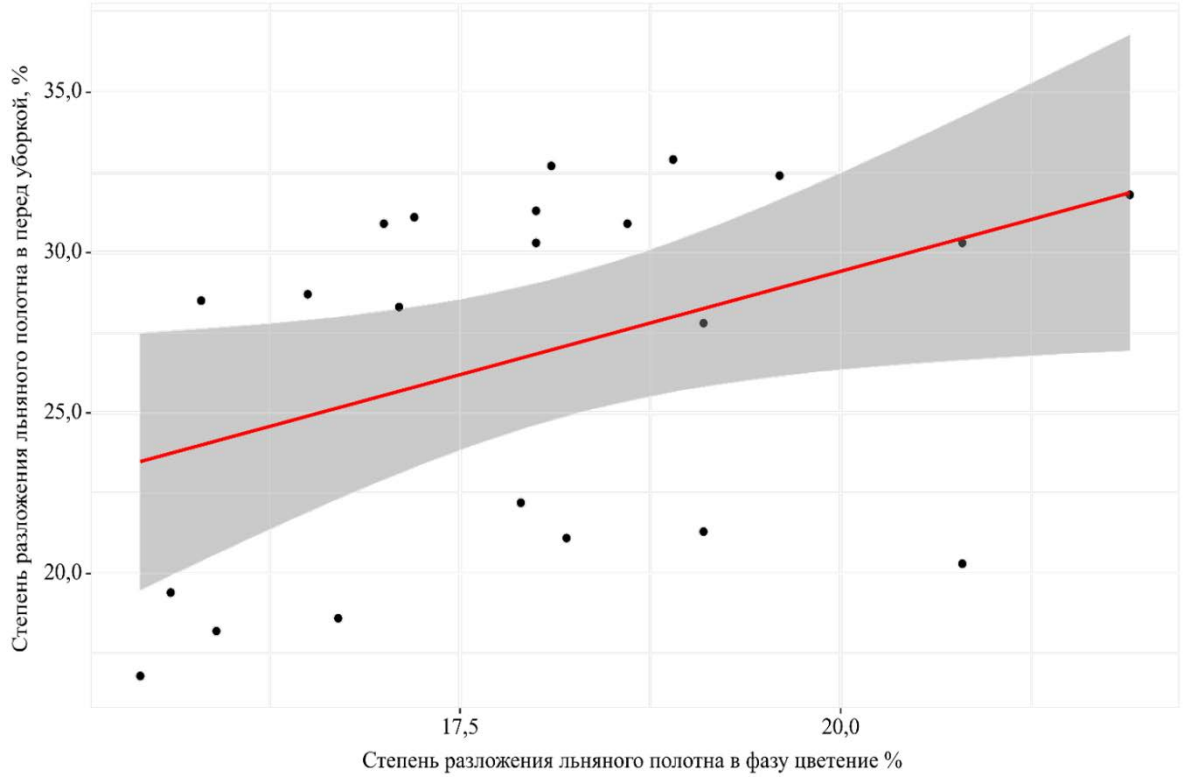


Рисунок 8 – Регрессионная функция зависимости степени разложения льняного полотна перед уборкой от степени разложения льняного полотна в фазу цветение

3.4 Диаметр корзинки, структурные показатели урожая и урожайность подсолнечника при различных обработки почвы

Существенное изменение агрофизических свойств и количество накопленной влаги под воздействием обработки почвы существенно повлияли на изменение элементов, формирующих структуру урожая подсолнечника (таблица 7).

В среднем по каждому году исследований диаметр корзинки варьировал от 18,0 до 19,8 см по минимальной (дискование) обработке почвы, что на 1,5-2,2 см или 6,1-11,1 % меньше, чем при отвальной (вспашка) обработке почвы. В среднем за 3 года диаметр корзинки варьировал от 17,6 до 21,0 см и от 20,3 до 21,0 см по минимальной (дискование) и отвальной (вспашка) обработкам почвы соответственно.

Стоит отметить, что в среднем по обработкам почвы диаметр корзинки гибридов, возделываемых по отвальной (вспашка) технологии, был более выравненным, с разницей минимального и максимального показателя 3,3 %, против 16,2 % при минимальной (дискование)обработки. При анализе средних значений по гибридам наименьший диаметр корзинки отмечен по минимальной (дискование) обработке почвы у гибрида Имми (17,6 см), по отвальной (вспашка) обработке – у гибрида Тристан (20,3 см), а наибольший у гибрида Самурай КЛ (21,0 см).

Количество семянок в корзинке в среднем по каждому году исследований варьировало от 729 до 822 шт. по минимальной (дискование) обработке почвы, что на 25-33 шт. или 3,2-4,4 % меньше, чем при отвальной (вспашка) обработке почвы.

В среднем за 3 года количество семянок в корзинке составило 760-812 шт. и 791-828 шт. по минимальной (дискование) и отвальной (вспашка) обработкам почвы соответственно.

Таблица 7 – Влияние обработки почвы на показатели диаметра корзинки и элементы структуры урожая гибридов подсолнечника*

Обработка почвы (фактор А)	Гибрид (фактор В)	Диаметр корзинки, см				Кол-во семянок в корзинке, шт.				Масса 1000 семянок, г			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Минимальная (дискование)	Тристан	17,2	18,4	19,2	18,3	715	801	823	780	53,7	60,1	61,7	58,5
	Имми	17,0	17,5	18,2	17,6	704	777	798	760	54,2	57,7	59,4	57,1
	Самурай КЛ	19,8	21,2	22,1	21,0	769	822	844	812	59,8	60,6	62,4	60,9
	Среднее за год	18,0	19,0	19,8	19,0	729	800	822	784	55,9	59,5	61,2	58,8
Отвальная (вспашка)	Тристан	19,1	20,4	21,3	20,3	726	813	835	791	55,0	61,6	63,4	60,0
	Имми	18,3	21,8	22,7	20,9	754	836	859	816	58,4	62,2	64,0	61,5
	Самурай КЛ	20,0	21,1	22,0	21,0	805	828	850	828	60,2	61,9	63,7	61,9
	Среднее за год	19,1	21,1	22,0	20,7	762	826	848	812	57,9	61,9	63,7	61,1
$НСР_{05}$ для частных средних		0,80	0,56	0,67	---	8,86	9,32	9,76	---	1,55	1,61	1,51	---
$НСР_{05}$ по фактору А		0,46	0,32	0,39	---	5,12	5,38	5,63	---	0,90	$F_ф<F_т$	0,87	---
$НСР_{05}$ по фактору В		0,56	0,39	0,47	---	6,27	6,59	6,90	---	1,10	1,14	1,07	---
$НСР_{05}$ по факторам АхВ		0,56	0,39	0,47	---	6,27	6,59	6,90	---	1,10	1,14	1,07	---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 4

В среднем за годы исследований гибриды Тристан, Имми и Самурай КЛ формировали большее количество семянок в корзинке по отвальной (вспашка) обработке почвы: 791 шт. (+11 шт.); 816 шт. (+56 шт.); 828 шт. (+16 шт.), соответственно по гибридам. Увеличение показателя статистически достоверно, что подтверждается расчетом $НСР_{05}$ для частных средних = 8,86 (2021 г); 9,32 (2022 г); 9,76 (2023 г). По результатам математической обработки установлено влияние всех факторов достоверно, но наибольшее на изменение показателя оказывал гибрид.

Наблюдается аналогичная тенденция меньшей продуктивности посевов подсолнечника при анализе массы 1000 семянок по минимальной (дискование) обработке почвы. В среднем за годы исследований по отвальной (вспашка) обработке почвы масса семянок варьировала от 60,0 до 61,9 г, что на 1,0-2,9 г или 1,6-4,8 % больше, чем при минимальной (дискование) обработке. Увеличение показателя математически достоверно по всем изучаемым факторам и их взаимодействию.

Рассматривания изменение показателей структуры урожая, представленные в таблице 8, в целом за годы исследований относительно обработки почвы стоит отметить, что по отвальной (вспашка) обработке отмечены наибольшие средние показатели диаметра корзинки, количества семянок в корзинке и масса 1000 шт., соответственно по показателям: 20,5 см (+1,8 см или +9,9 %); 784 шт. (+28 шт. или +3,7 %) и 58,9 г (+2,4 г или +4,3 %).

Таблица 8 – Влияние обработки почвы на диаметр корзинки и элементы структуры урожая гибридов подсолнечника, среднее по гибридам

Обработка почвы	Диаметр корзинки, см	Количество семянок в корзинке, шт.	Масса 1000 семянок, г
Минимальная (дискование)	19,0	784	58,8
Отвальная (вспашка)	20,7	812	61,1

Увеличение показателей статистически достоверно, что подтверждается расчетом $НСР_{05}$ по факторам АВ = для количества семянок: 6,27 (2021 г); 6,59 (2022 г); 6,90 (2023 г); для массы 1000 шт.: 1,10 (2021 г); 1,14 (2022 г); 1,07 (2023 г).

Нами был выполнен корреляционный анализ взаимосвязей показателей представленных в таблице 8. При анализе взаимосвязи диаметра корзинки и количества семянок в корзинке коэффициент корреляции r=0,847, теснота связи по шкале Чеддока – высокая (p=0,001<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 9):

Y Количество семянок в корзинке, шт.= 21,958 × X Диаметр корзинки, см + 361,854

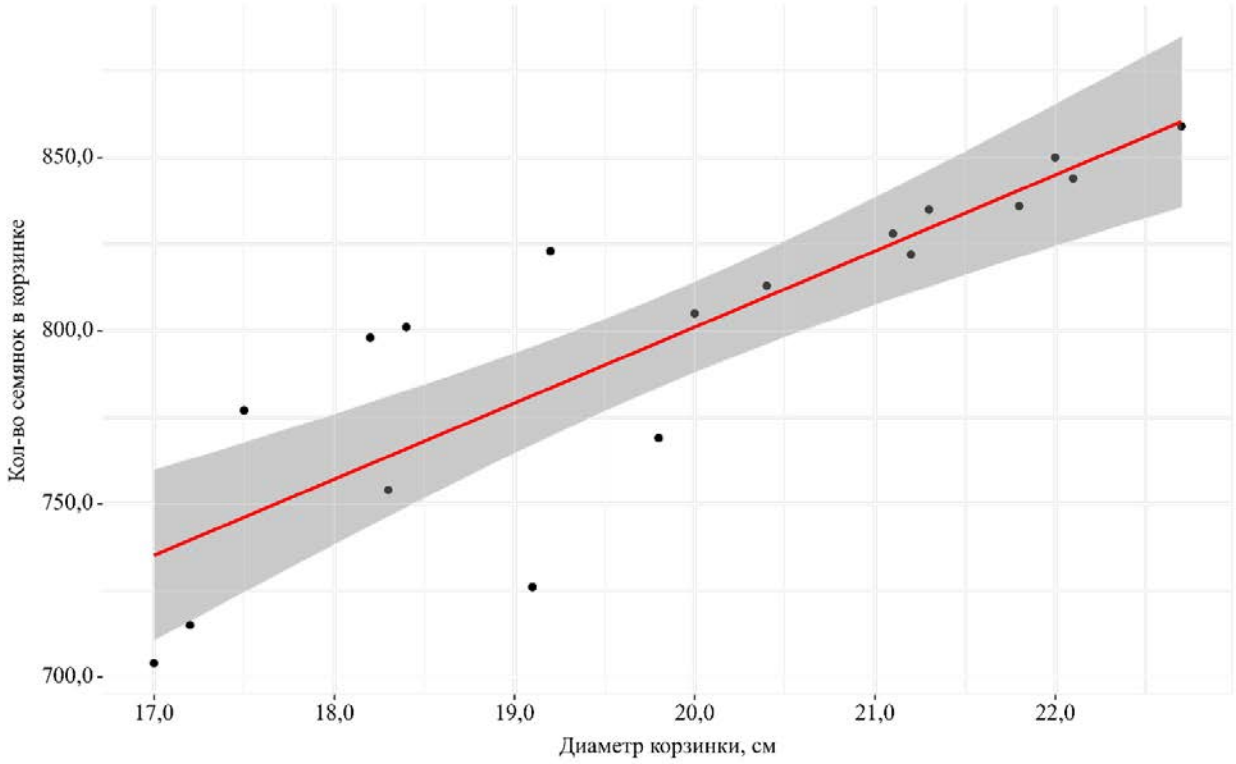


Рисунок 9 – Регрессионная функция зависимости количества семянок в корзинке от диаметра корзинки

При анализе взаимосвязи диаметра корзинки и массы 1000 семянок коэффициент корреляции r=0,850, теснота связи по шкале Чеддока – высокая (p=0,001<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 10):

Y Масса 1000 семянок, г = 1,468 × X Диаметр корзинки, см + 30,852

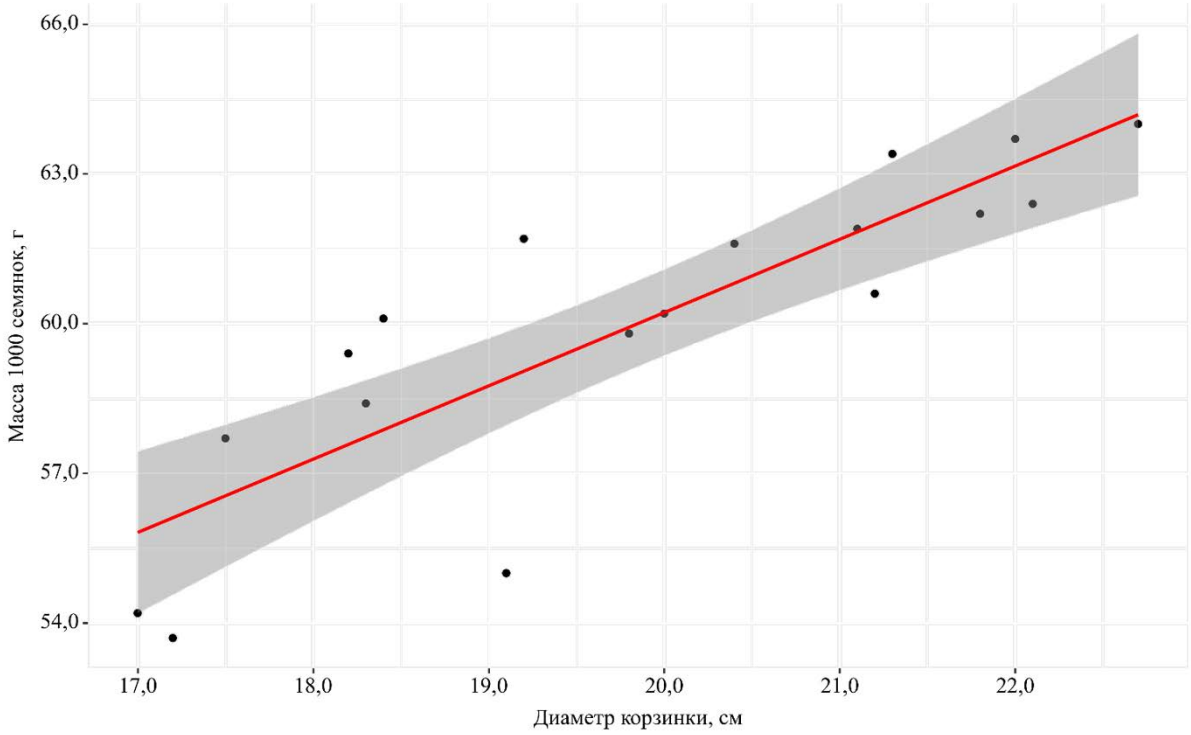


Рисунок 10 – Регрессионная функция зависимости массы 1000 семянок от диаметра корзинки

При анализе взаимосвязи количества семянок в корзинке и массы 1000 семянок коэффициент корреляции r=0,971, теснота связи по шкале Чеддока – весьма высокая (p=0,001<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 11):

Y Масса 1000 семянок, г = 0,065 × X Количество семянок в корзинке, шт.+ 8,416

Масса семянок с корзинки в среднем по каждому году исследований варьировала от 41,4 до 49,6 г по минимальной (дискование) обработке почвы, что на 0,1-3,7 г или 0,2-7,5 % меньше, чем при отвальной (вспашка) обработке почвы.

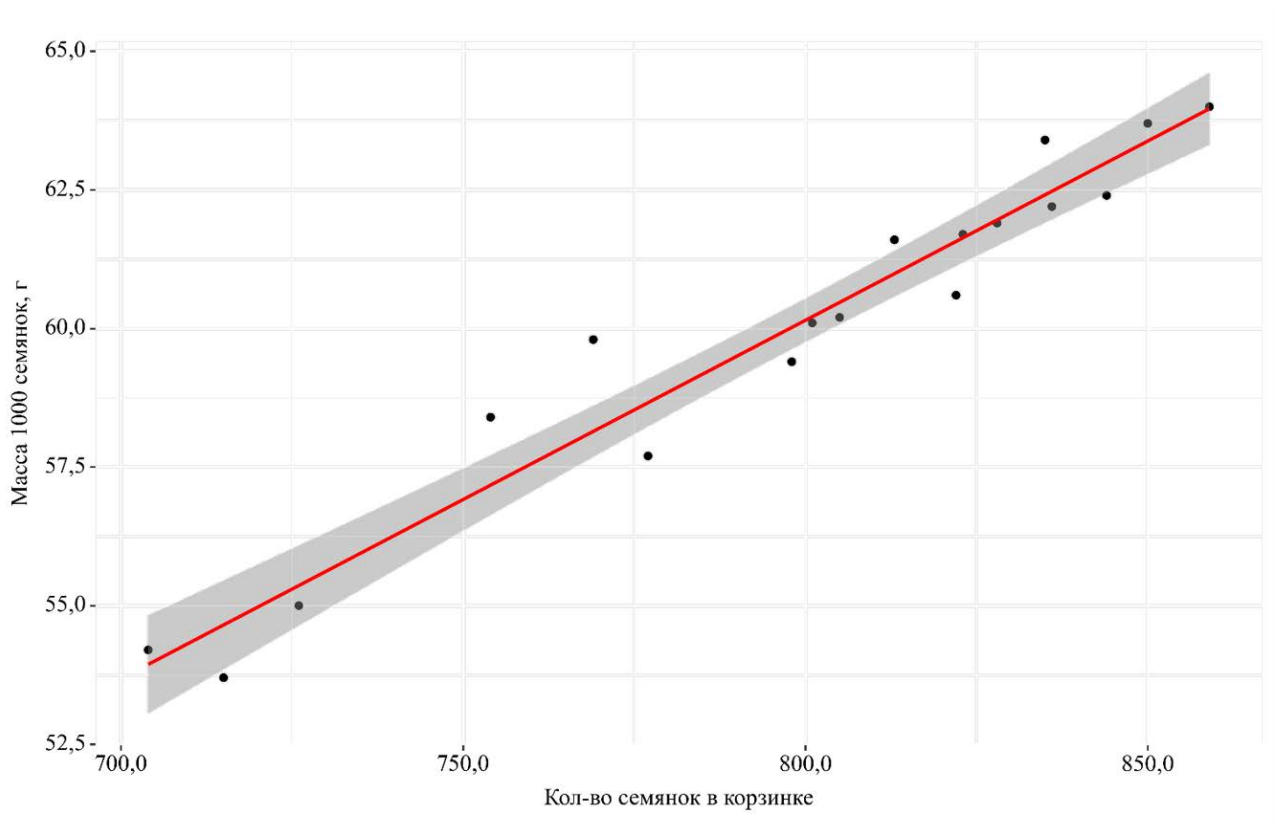


Рисунок 11 – Регрессионная функция зависимости массы 1000 семянок от количества семянок в корзинке

В среднем за 3 года масса семянок с корзинки по гибридам составила 44,8-48,3 г и 47,4-50,0 г по минимальной (дискование) и отвальной (вспашка) обработкам почвы соответственно. Увеличение показателя статистически достоверно, что подтверждается расчетом для частных средних $НСР_{05}$= 2,23 (2021 г); 2,50 (2022 г); 2,68 (2023 г) (таблица 9).

В среднем за годы исследований гибриды Тристан, Имми и Самурай КЛ формировали большую массу семянок с корзинки по отвальной (вспашка) обработке почвы: 47,4 г (+1,8 г); 50,0 г (+5,2 г); 48,4 г (+0,1 г) соответственно по гибридам. Увеличение показателя статистически достоверно, что подтверждается расчетом $НСР_{05}$ по факторам АхВ = 1,58 (2021 г); 1,77 (2022 г); 1,89 (2023 г).

Наблюдается аналогичная тенденция меньшей продуктивности посевов подсолнечника при анализе по минимальной (дискование) обработке почвы.

Таблица 9 – Влияние обработки почвы на массу семянок с корзинки и урожайность гибридов подсолнечника*

Обработка почвы (фактор А)	Гибрид (фактор В)	Масса семянок с корзинки, г				Урожайность, т/га			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Минимальная (дискование)	Тристан	38,4	48,2	50,2	45,6	2,11	2,41	2,48	2,33
	Имми	42,8	44,8	46,7	44,8	2,57	2,24	2,31	2,37
	Самурай КЛ	43,1	49,8	51,9	48,3	2,22	2,49	2,56	2,42
	Среднее за год	41,4	47,6	49,6	46,2	2,30	2,38	2,45	2,38
Отвальная (вспашка)	Тристан	39,9	50,1	52,2	47,4	2,23	2,51	2,58	2,44
	Имми	44,1	51,9	54,1	50,0	2,71	2,62	2,68	2,67
	Самурай КЛ	40,5	51,3	53,5	48,4	2,54	2,56	2,64	2,58
	Среднее за год	41,5	51,1	53,3	48,6	2,49	2,56	2,63	2,56
$НСР_{05}$ для частных средних		2,23	2,50	2,68	---	0,119	0,130	0,126	---
$НСР_{05}$ по фактору А		$F_ф<F_т$			---	0,069	0,075	0,072	---
$НСР_{05}$ по фактору В		1,58	1,77	1,89	---	0,084	$F_ф<F_т$		---
$НСР_{05}$ по факторам АхВ		1,58	1,77	1,89	---	0,084	0,092	0,089	---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 5

В среднем за годы исследований по отвальной (вспашка) обработке почвы урожайность варьировала от 2,44 до 2,67 т/га, что на 0,11-0,25 т/га или 4,5-9,4 % больше, чем при минимальной (дискование) обработке. Увеличение показателя математически достоверно по фактору А (обработка почвы): $НСР_{05}$= 0,069 (2021 г); 0,075 (2022 г); 0,072 (2023 г); по фактору В (гибрид) $НСР_{05}$= 0,084 (2021 г); в 2022-2023 гг. находилось в пределах ошибки опыта ($F_ф<F_т$). По результатам математической обработки установлено, что наибольшее влияние на урожайность оказывал фактор А – обработка почвы.

Рассматривания изменение показателей структуры урожая, представленные в таблице 10, в целом за годы исследований относительно обработки почвы стоит отметить, что по отвальной (вспашка) обработке отмечены наибольшие средние показатели массы семянок с корзинки и урожайность, соответственно по показателям: 48,6 г (+2,4 г или +4,9 %) и 2,56 т/га (+0,18 т/га или +7,0 %).

Таблица 10 – Влияние обработки почвы на массу семянок с корзинки и урожайность подсолнечника (среднее по гибридам)

Обработка почвы	Масса семянок с корзинки, г				Урожайность, т/га			
	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Минимальная (дискование)	41,4	47,6	49,6	46,2	2,30	2,38	2,45	2,38
Отвальная (вспашка)	41,5	51,1	53,3	48,6	2,49	2,56	2,63	2,56

Увеличение показателей статистически достоверно, что подтверждается расчетом $НСР_{05}$ по факторам АВ = для массы семянок с корзинки: 1,58 (2021 г); 1,77 (2022 г); 1,89 (2023 г); для урожайности: 0,084 (2021 г); 0,092 (2022 г); 0,089 (2023 г).

Нами был выполнен корреляционный анализ взаимосвязи элементов структуры урожая на итоговую урожайность подсолнечника. При анализе взаимосвязи количества семянок в корзинке и урожайности коэффициент корреляции r=0,559, теснота связи по шкале Чеддока – заметная (p=0,016<0,05) и

статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 12):

Y Урожайность, т/га = 0,002 × X Количество семянок в корзинке, шт.+ 0,802.

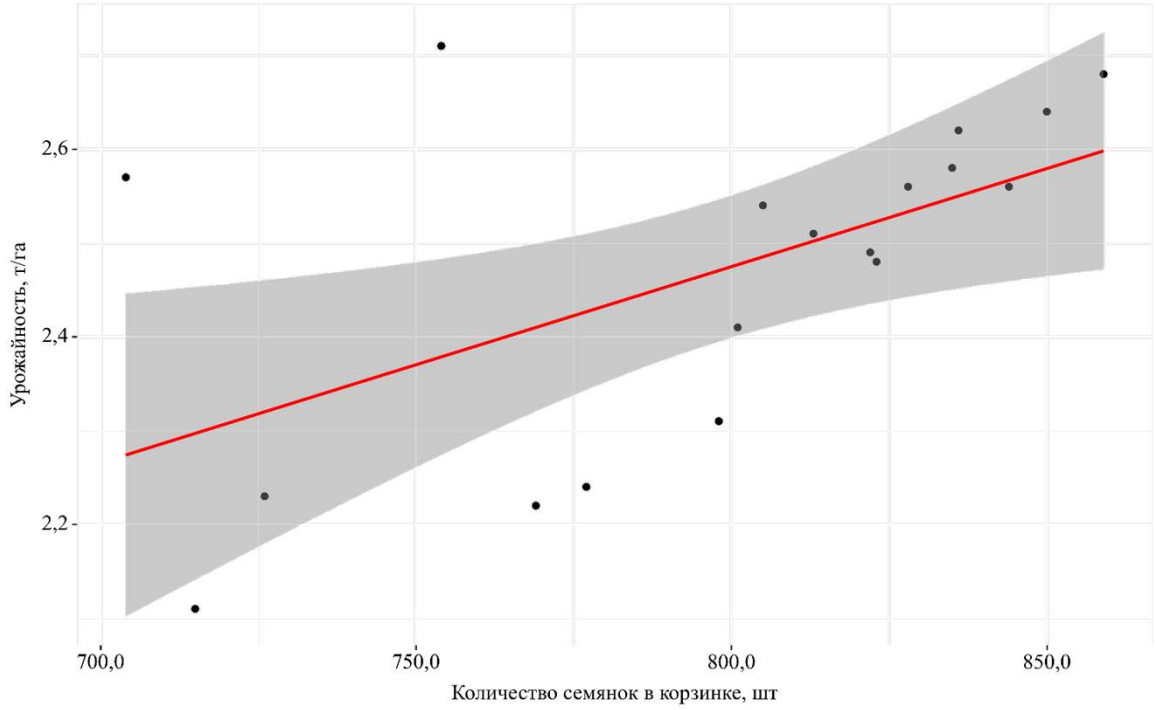


Рисунок 12 – Регрессионная функция зависимости урожайности от количества семянок в корзинке

При анализе взаимосвязи массы 1000 семянок и урожайности коэффициент корреляции r=0,619, теснота связи по шкале Чеддока – заметная (p=0,006<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 13):

Y Урожайность, т/га = 0,035 × X Масса 1000 семянок, г + 0,383.

При анализе взаимосвязи массы семянок с корзинки и урожайности коэффициент корреляции r=0,641, теснота связи по шкале Чеддока – заметная (p=0,004<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 14):

Y Урожайность, т/га = 0,023 × X Масса семянок с корзинки, г + 1,396.

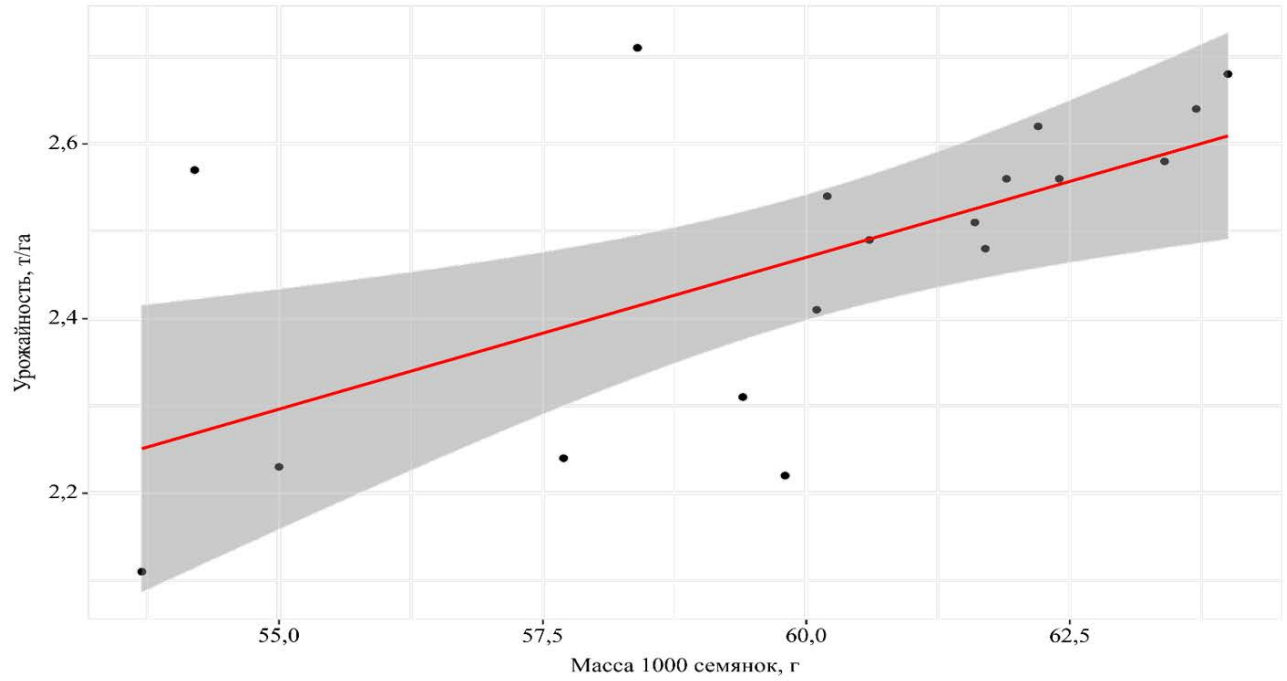


Рисунок 13 – Регрессионная функция зависимости урожайности от массы 1000 семянок

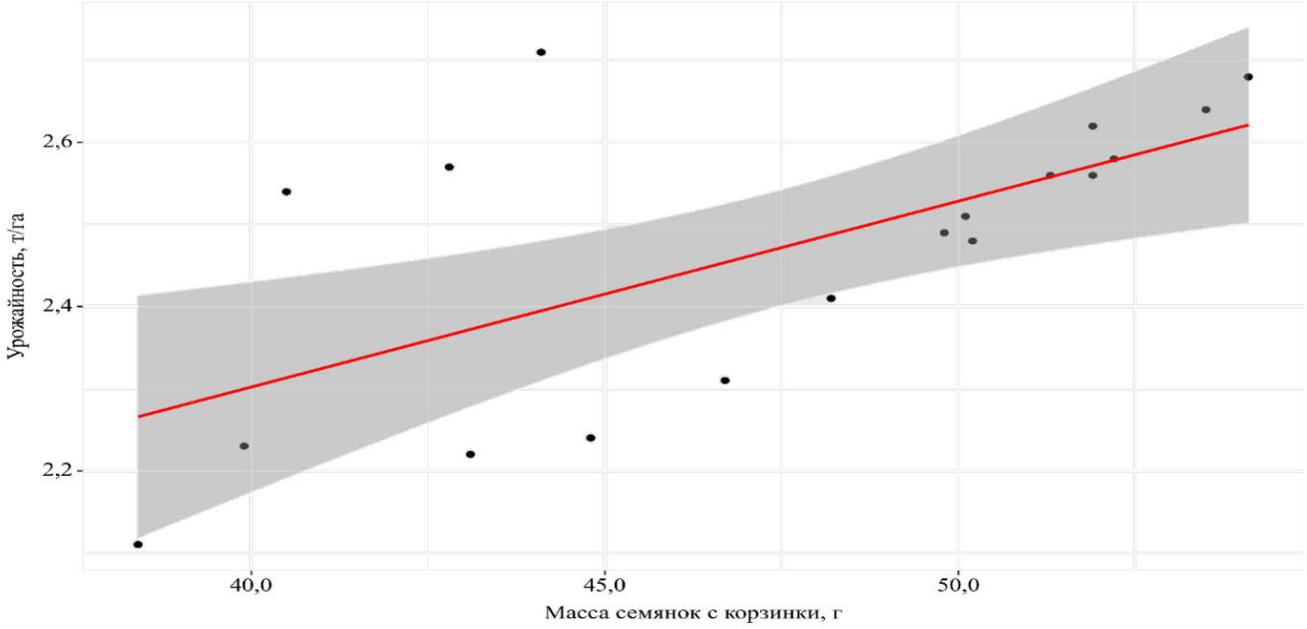


Рисунок 14 – Регрессионная функция зависимости урожайности от массы семянок с корзинки

Таким образом, отвальная (вспашка) обработка почвы по всем показателям превосходит минимальную (дискование) обработку почвы, и подсолнечник по технологии Clearfield® необходимо выращивать именно с обязательным применением отвальной (вспашка) обработки почвы.

4 ВЛИЯНИЕ МЕЖДУРЯДНЫХ ОБРАБОТОК НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА, ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА

4.1 Плотность сложения почвы при проведении междурядных обработок

Подсолнечник сильно реагирует на изменение плотности почвы. Оптимальная плотность почвы при его возделывании находится в пределах 1,0-1,1 г/см^3, поэтому важно на начальных этапах развития культуры сформировать оптимальные условия для роста и развития растений (Несмеянова М.А., 2014). Увеличение плотности до 1,5 г/см^3 приводит к снижению урожайности на 20-25 %.

До посева на всех вариантах исследований на опытном участке плотность почвы была одинаковой и составляла 0,86-1,13-1,28 г/см^3 по слоям почвы 0-5, 5-10 и 10-20 см соответственно. Перед проведением первой междурядной обработки почвы показатели плотности почвы по вариантам опыта изменились: в слое 0-5 см – повысился на 0,1 г/см^3, в слое 5-10 см – наоборот, мы наблюдали снижение на 0,04 г/см^3, и в слое 10-20 см – показатель не изменился.

Проведение одной обработки междурядий снижает плотность почвы по всем слоям на момент определения – «до начала второй междурядной обработки» - 1,06; 1,13 и 1,30 г/см^3. На варианте без обработки междурядий показатели плотности почвы были выше: 1,08: 1,15 и 1,32 г/см^3.

Наименьший показатель плотности в сроки определения - начало цветения подсолнечника и перед уборкой почвы по всем слоям (0-5; 5-10 и 10-20) был при обработке междурядий дважды. Так, в фазу начала цветения подсолнечника плотность почвы на данном варианте в слое 0-5 см составила 1,04 г/см^3, в то время как на варианте без проведения междурядных обработок – 1,14 г/см^3, а на варианте одной междурядной обработки почвы – 1,09 г/см^3. Аналогичная зависимость прослеживается и по остальным слоям почвы (таблица 11).

Таблица 11 – Плотность почвы под подсолнечником в зависимости от количества междурядных обработок, г/см^3 *

Вариант	Время определения	Слой почвы, см											
		0-5				5-10				10-20			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Без междурядных обработок	До посева	0,85	0,89	0,84	0,86	1,12	1,16	1,11	1,13	1,27	1,31	1,26	1,28
	До 1 междурядной обработки	0,95	0,99	0,94	0,96	1,08	1,12	1,07	1,09	1,27	1,32	1,26	1,28
	До 2 междурядной обработки	1,07	1,11	1,06	1,08	1,14	1,18	1,13	1,15	1,31	1,35	1,30	1,32
	Начало цветения подсолнечника	1,14	1,17	1,11	1,14	1,17	1,21	1,16	1,18	1,34	1,38	1,33	1,35
	Перед уборкой	1,13	1,18	1,10	1,14	1,22	1,26	1,21	1,23	1,36	1,40	1,35	1,37
Одна междурядная обработка	До посева	0,85	0,89	0,84	0,86	1,12	1,16	1,11	1,13	1,27	1,31	1,26	1,28
	До 1 междурядной обработки	0,95	0,99	0,94	0,96	1,08	1,12	1,07	1,09	1,27	1,32	1,26	1,28
	До 2 междурядной обработки	1,05	1,09	1,04	1,06	1,12	1,16	1,11	1,13	1,29	1,33	1,28	1,30
	Начало цветения подсолнечника	1,08	1,12	1,07	1,09	1,10	1,14	1,09	1,11	1,31	1,35	1,30	1,32
	Перед уборкой	1,12	1,12	1,11	1,12	1,25	1,29	1,24	1,26	1,36	1,40	1,35	1,37
Две междурядные обработки	До посева	0,85	0,89	0,84	0,86	1,12	1,16	1,11	1,13	1,27	1,31	1,26	1,28
	До 1 междурядной обработки	0,95	0,99	0,94	0,96	1,08	1,12	1,07	1,09	1,27	1,32	1,26	1,28
	До 2 междурядной обработки	1,05	1,09	1,04	1,06	1,12	1,16	1,11	1,13	1,29	1,33	1,28	1,30
	Начало цветения подсолнечника	1,03	1,07	1,02	1,04	1,05	1,09	1,04	1,06	1,23	1,27	1,22	1,24
	Перед уборкой	1,09	1,13	1,08	1,10	1,19	1,23	1,18	1,20	1,34	1,38	1,33	1,35
$НСР_{05}$	До 2 междурядной обработки	$F_ф<F_т$	0,015	0,018	---	$F_ф<F_т$				$F_ф<F_т$			
	Начало цветения подсолнечника	0,054	0,057	0,048	---	0,059	0,071	0,056	---	0,074	0,078	0,069	---
	Перед уборкой	$F_ф<F_т$		0,024	---	0,044	0,026	0,039	---	$F_ф<F_т$			

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 6

Перед уборкой показатель плотности почвы несколько увеличился, но на варианте проведения двух междурядных обработок почвы данный показатель был минимальным, что положительно сказалось на конечном, важном значении – величине урожайности изучаемой культуры.

Таким образом, проведение междурядных обработок почвы способствует снижению показателя значений плотности почвы по всем анализируемым слоям почвы. Данная динамика сохраняется и до уборки подсолнечника.

4.2 Биологическая активность почвы в зависимости от междурядных обработок

Большую роль при выращивании любой сельскохозяйственной культуры является анализ биологической активности почвы. Биологическая активность почвы показывает, насколько в той или иной степени почва насыщена органическим веществом, микроорганизмами, влагой и составом почвенного воздуха.

Необходимо отметить, что биологическая активность является лабильной и изменяется во времени под влиянием ряда факторов.

Однако, для исследователя необходимо знать активность почвы для описания процессов роста и развития растений, обоснования тех или иных показателей и величин.

Многие авторы биологическую активность почвы рассматривают как одну из важнейших характеристик интенсивности микробиологических процессов. Современные системы сберегающего земледелия основаны на значительном или полном отказе от механических обработок почвы, индикатором происходящих в почве процессов как раз и является показатель биологической активности (Гринец Л.В., 2019). В наших исследованиях льняная ткань на степень разложения материала закладывалась перед посевом подсолнечника на разные глубины и перед уборкой мы анализировали данный показатель (таблица 12).

Таблица 12 – Биологическая активность почвы в посевах подсолнечника (% разложения льняной ткани перед уборкой)*

Вариант	0-5 см				5-10 см				10-20 см				20-30 см			
	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Без междурядных обработок	20,8	20,1	21,8	20,9	20,0	19,2	21,1	20,1	26,1	25,2	27,6	26,3	27,4	26,3	28,8	27,5
Одна междурядная обработка	21,1	20,3	22,2	21,2	20,7	19,9	21,8	20,8	27,9	26,8	29,3	28,0	27,7	26,6	29,1	27,8
Две междурядные обработки	22,2	21,4	23,3	22,3	23,8	22,9	25,0	23,9	29,4	28,3	30,8	29,5	29,3	28,2	30,7	29,4
$НСР_{05}$	$F_ф<F_т$			---	2,04	2,21	2,84	---	1,48	1,77	1,71	---	0,99	$F_ф<F_т$	1,23	---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 7

По слою 0-5 см показатель биологической активности почвы варьировал с 20,9 до 22,3 %. По слою 5-10 см наблюдалось снижение до 20,1 и 20,8 % на вариантах без междурядной обработки и с одной междурядной обработкой почвы.

Проведение двух обработок почвы повышало биологическую активность в слое 5-10 см до 23,9 %. В более глубоких слоях почвы – 10-20 и 20-30 см мы наблюдаем повышение биологической активности почвы в среднем до 29,5 %. Это связано со снижением температуры почвы, по сравнению с поверхностными слоями и более повышенной влажностью почвы, что создавало условия для деятельности микроорганизмов.

Наибольшая биологическая активность почвы в течение вегетации подсолнечника и до его уборки наблюдается при проведении двух междурядных обработок почвы, что в среднем по слою почвы 0-30 см больше контроля на 2,6 % и положительным образом сказывается на величине урожайности подсолнечника, качестве маслосемян, рентабельности производства и энергетической оценки параметров производства маслосемян (рисунок 15).

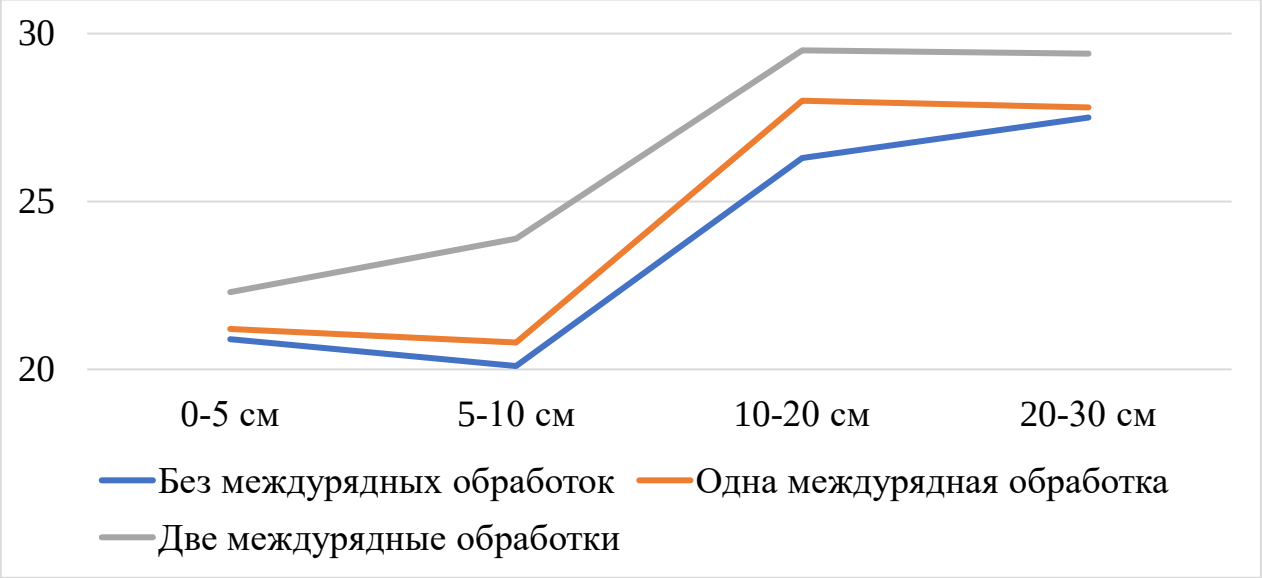


Рисунок 15 – Сравнительная оценка биологической активности почвы в посевах подсолнечника, %

Так, по всем слоям почвы показатель биологической активности при проведении двух междурядных обработок был выше среднего значения, что показывает положительную роль проведения междурядных обработки почвы.

Несколько хуже были показатели биологической активности почвы при проведении только одной междурядной обработки. По слоям 0-5, 5-10 и 20-30 показатели активности почвы были ниже среднего значения. Самые минимальные показатели биологической активности почвы мы наблюдали на варианте без междурядных обработок почвы. По слоям 0-5 и 5-10 см – он не превышал 21 % и был ниже среднего значения на 0,6 %, по слою 10-20 см – на 1,7-3,2 %, а по слою 20-30 см – ниже остальных вариантов на 0,3 и 1,9 %.

Повышенная биологическая активность почвы при проведении как одной, так и двух междурядных обработок почвы объясняется активизацией почвенной микрофлоры по причине меньшей объёмной массы почвы, а также выделениями корневой системы подсолнечника при её повреждении рабочими органами почвообрабатывающего орудия (культиватора для междурядной обработки почвы). Преимущество междурядных обработок проявляется в дополнительном повреждении корневой системы подсолнечника, когда при второй междурядной обработке они повреждаются сильнее, чем при одной (Авдеенко А.П., 2019).

Таким образом, анализ биологической активности почвы под подсолнечником показал, что проведение двух междурядных обработок почвы вегетирующих посевов способствует повышению биологической активности почвы по сравнению с вариантами без и с одной междурядной обработкой.

4.3 Эффективность междурядных обработок в борьбе с сорными растениями

Большая роль в защите любой культуры принадлежит борьбе с сорной растительность, которая может значительно снизить величину урожайности культуры и качество сельскохозяйственной продукции.

При технологии выращивания подсолнечника по системе Clearfield® для подсолнечника большое значение имеет выращивание устойчивых гибридов подсолнечника в совокупности с обработкой посевов гербицидом Евро-Лайтнинг в фазу 2-4 листьев у сорняков и 4-5 настоящих листьев у подсолнечника.

Однако до обработки поля гербицидом сорные растения произрастают на поле, конкурируя за факторы роста и развития со всходами подсолнечника. Проведение междурядных обработок до применения гербицида по системе Clearfield® позволяет оптимизировать почвенное питание культуры, дать необходимый для роста корневой системе воздух, снизить плотность почвы, и самый основной момент – это защитить посевы от сорной растительности, начиная от момента всходов – и до гербицидной обработки.

Сорные растения, встречающиеся в посевах подсолнечника в годы исследований: однодольные однолетние поздние яровые – просо куриное (*Echinochloa crusgalli (L.) Beauv*) и щетинник сизый (*Setaria glauca (L.) Beauv.*): двудольные: однолетние малолетние – марь белая (*Chenopodium album L.*), однолетние поздние яровые – щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus L.*), многолетние корнеотпрысковые – бодяк полевой (*Cirsium arvense (L.) Scop.*) и вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis L.*), карантинные однолетние поздние яровые – амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia L.*) (классификация сорняков дана по Отраслевому классификатору сорных растений, 2018).

По годам исследований количество сорных растений перед обработкой посевов было различным (таблица 13-15).

Таблица 13 – Количество сорных растений перед гербицидной обработкой посевов подсолнечника (2021 г.)*

Вариант	Количество сорных растений, шт./м^2		Гибель сорных растений, %	
	однодольных	двудольных	однодольных	двудольных
Без междурядных обработок	76	18	–	–
Одна междурядная обработка	23	6	69,7	66,7
Две междурядных обработки	8	1	89,5	94,4
$НСР_{05}$	5,48	2,62	–	–

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 8

Так в 2021 г. на варианте без проведения междурядной обработки мы насчитывали 76 шт./м^2 однодольных и 18 шт./м^2 двудольных сорных растений. Проведение одной междурядной обработки позволило снизить количество сорных растений на 66,7-69,7 % - до 23 и 6 шт./м^2 соответственно. Вторая междурядная обработка посевов снижает количество сорняков на 89,5-94,4 % по сравнению с вариантом без междурядной обработки. В 2022 г. количество сорных растений было несколько ниже, чем в предыдущем году исследований. На варианте без проведения междурядной обработки мы насчитывали 52 шт./м^2 однодольных и 13 шт./м^2 двудольных сорных растений. Проведение одной междурядной обработки позволило снизить количество сорных растений на 76,9-82,7 % - до 9 и 3 шт./м^2 соответственно. Вторая междурядная обработка посевов снижает количество сорняков на 92,3-96,2 % по сравнению с вариантом без междурядной обработки (таблица 14).

Таблица 14 – Количество сорных растений перед гербицидной обработкой посевов подсолнечника (2022 гг.)*

Вариант	Количество сорных растений, шт./м^2		Гибель сорных растений, %	
	однодольных	двудольных	однодольных	двудольных
Без междурядных обработок	52	13	–	–
Одна междурядная обработка	9	3	82,7	76,9
Две междурядных обработки	2	1	96,2	92,3
$НСР_{05}$	3,46	2,62	–	–

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 8

Наибольшее количество сорных растений перед обработкой посевов подсолнечника гербицидом мы наблюдали в 2023 гг. На варианте без проведения

междурядной обработки мы насчитывали 115 шт./м^2 однодольных и 47 шт./м^2 двудольных сорных растений. Проведение одной междурядной обработки позволило снизить количество сорных растений на 79,1-87,2 % - до 24 и 6 шт./м^2 соответственно. Вторая междурядная обработка посевов снижает количество сорняков на 95,7-96,5 % по сравнению с вариантом без междурядной обработки (таблица 15). Во все годы снижение засоренности посевов было достоверно, что подтверждается математической обработкой данных указанных в таблицах 13-15.

Таблица 15 – Количество сорных растений перед гербицидной обработкой посевов подсолнечника (2023 г.)*

Вариант	Количество сорных растений, шт./м^2		Гибель сорных растений, %	
	однодольных	двудольных	однодольных	двудольных
Без междурядных обработок	115	47	–	–
Одна междурядная обработка	24	6	79,1	87,2
Две междурядных обработки	4	2	96,5	95,7
$НСР_{05}$	6,00	3,07	–	–

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 8

Анализ средних значений засоренности посевов подсолнечника в зависимости от количества междурядных обработок показа преимущество проведения двух культиваций посевов в снижении засоренности (рисунок 16).

Наиболее засорёнными были опытные участки без междурядных обработок почвы – общее количество сорняков составило в среднем 107 шт./м^2. Проведение одной междурядной культивации снижает засорённость до 23,7 шт./м^2, а проведение второй междурядной культивации – делает поле чистым от сорной растительности – количество сорняков перед обработкой гербицидом составляло всего 6,0 шт./м^2 (видовой состав и количество сорных растений представлен в приложении 9).

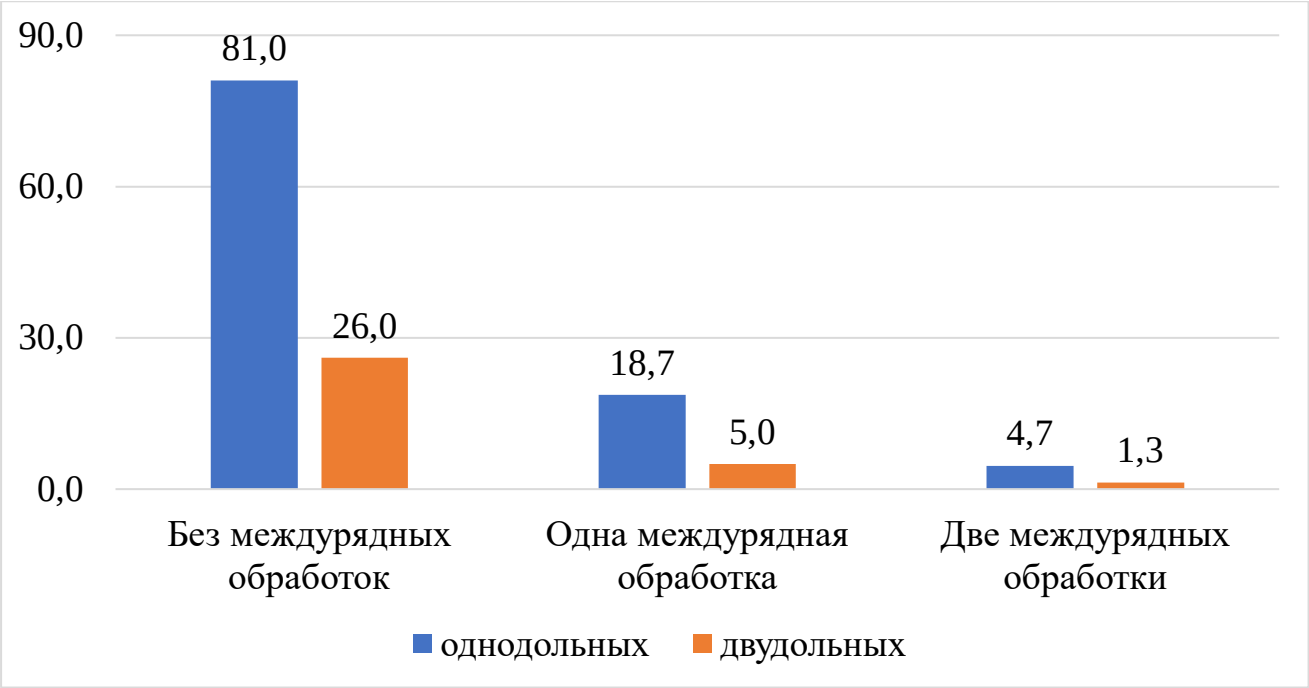


Рисунок 16 – Количество сорных растений перед обработкой гербицидом, шт./м^2 (среднее за 2021-2023 гг.)

В среднем за годы исследований проведение одной междурядной обработки почвы снижает засоренность однодольными растениями на 77,0 %, двудольными – на 93,8 %, а двух междурядных обработок – на 94,2 и 98,4 % по сравнению с вариантом без междурядных обработок соответственно (рисунок 17).

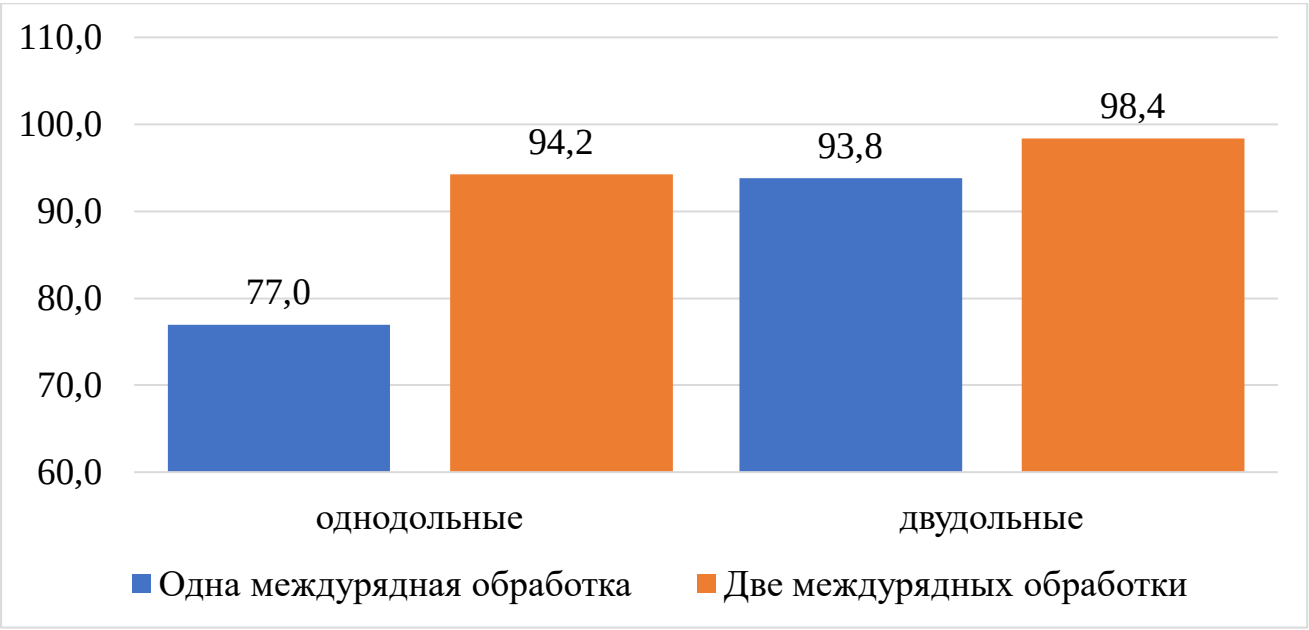


Рисунок 17 – Снижение засоренности посевов междурядными обработками перед обработкой гербицидом, % (среднее за 2021-2023 гг.)

Необходимо отметить, что наши исследования не направлены на замену гербицида междурядными культивациями, а служат как обоснование их необходимым дополнением, позволяющим очистить поле от сорняков до проведения гербицидной обработки, оптимизировать почвенное питание, снизить плотность почвы, улучшить поступление кислорода воздуха к корням подсолнечника, что положительно скажется на росте и развитии культуры и величине ее урожайности, что подтверждается нашими исследованиями.

4.4 Продуктивность подсолнечника в зависимости от междурядной обработки почвы

В своём анализе мы использовали такие структурные элементы, как количество растений подсолнечника на единице посева при уборке урожая, количество растений с вызревшими корзинками, количество нормально развитых семянок в корзинке, их масса с одного соцветия, масса 1000 семянок при кондиционной влажности.

Названные элементы непосредственно влияют на биологический урожай культуры. Междурядная обработка почвы способствует повышению накопления влаги выпадающих осадков по сравнению с вариантом без междурядной обработки, что сказывается на росте и развитии растений подсолнечника.

Проведение междурядных обработок в среднем за годы исследований несколько снижает количество растений перед уборкой с 50,6 до 49,7 тыс.шт./га за счет гибели растений во время проведения культиваций. Однако, необходимо отметить, что гибель растений подсолнечника составила 0,3-0,9 %.

Однако потери подсолнечника от междурядных обработок полностью компенсируются оптимизацией почвенных условий роста и развития культуры, которые положительно сказываются на количественных показателях при анализе корзинок подсолнечника (таблица 16).

Таблица 16 – Количество растений перед уборкой, диаметр корзинки и структура урожая подсолнечника*

Вариант	Количество растений перед уборкой, тыс.шт./га				Диаметр корзинки, см				Выполненность корзинки, %				Масса 1000 семянок, г			
	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Без междурядных обработок	50,8	49,5	51,5	50,6	20,7	19,5	21,3	20,5	74,2	69,1	75,1	72,1	59,0	57,5	60,2	58,9
Одна междурядная обработка	50,5	49,4	51,0	50,3	21,5	20,3	22,4	21,4	77,4	70,0	81,7	75,9	60,0	59,5	60,7	60,1
Две междурядные обработки	49,5	49,0	50,6	49,7	21,9	20,5	23,0	21,8	79,3	73,9	80,8	77,4	61,0	60,0	62,3	61,2
$НСР_{05}$	$F_ф<F_т$			---	$F_ф<F_т$	0,59	0,35	---	1,81	1,94	1,78	---	1,85	$F_ф<F_т$		---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 10

Так, мы наблюдаем, что в среднем, проведение одной междурядной обработки посевов способствует увеличению диаметра корзинки на 0,9 см по сравнению с вариантом без междурядной обработки. Вторая междурядная обработка повышает размер корзинки на 1,3 см.

Анализ выполненности корзинки показал, что в среднем по опыту она составила 75,7 %. Ниже среднего были показатели выполненности корзинки на вариантах без междурядных обработок и с проведением только одной междурядной обработки почвы. Наибольшее значение показателя выполненности было при проведении двух междурядных обработок – 78,0 %, что достоверно, подтверждается расчетом $НСР_{05}$ и положительно сказалось на величине урожайности культуры на данном варианте исследований.

Нами был выполнен корреляционный анализ взаимосвязи показателей представленных в таблице 15. При анализе взаимосвязи диаметра корзинки и выполненности коэффициент корреляции r=0,958, теснота связи по шкале Чеддока – весьма высокая (p=0,001<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 18):

Y Выполненность корзинки, % = 3,889 × X Диаметр корзинки, см – 6,859.

При анализе взаимосвязи диаметра корзинки и массы 1000 семянок коэффициент корреляции r=0,924, теснота связи по шкале Чеддока – весьма высокая (p=0,001<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 19):

Y Масса 1000 семянок, г = 1,123 × X Диаметр корзинки, см + 36,177.

При анализе взаимосвязи выполненности корзинки и массы 1000 семянок коэффициент корреляции r=0,841, теснота связи по шкале Чеддока – высокая (p=0,004<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 20):

Y Масса 1000 семянок, г = 0,252 × X Выполненность корзинки, % + 40,963.

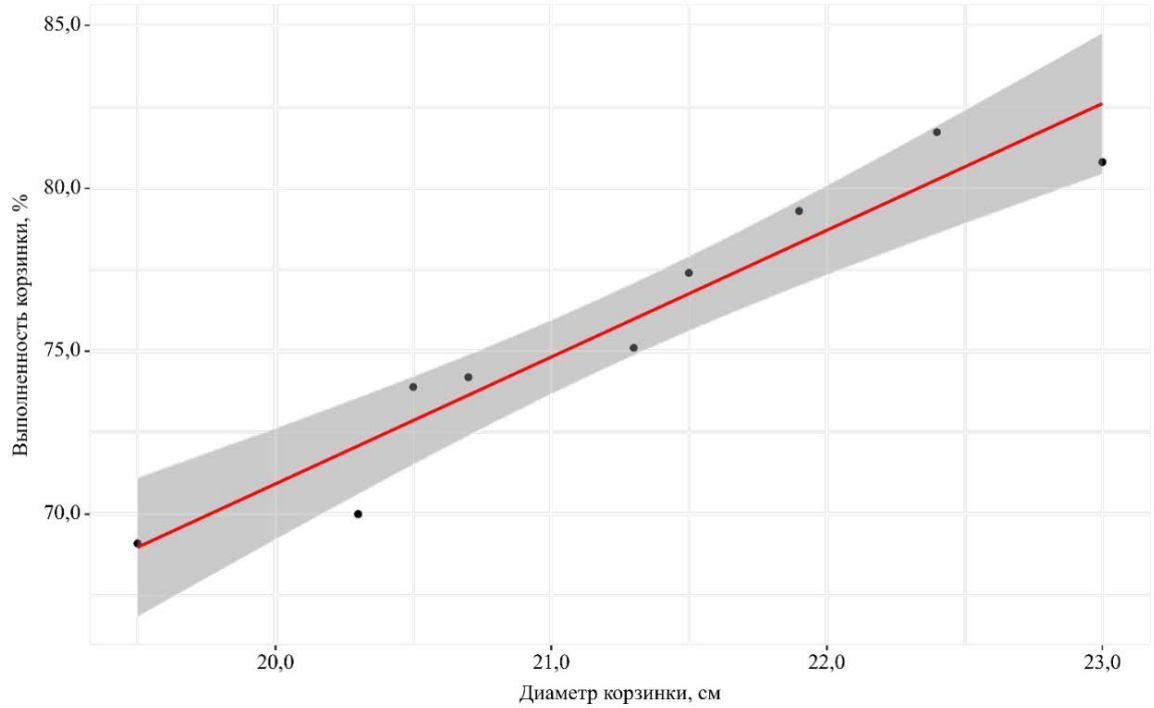


Рисунок 18 – Регрессионная функция зависимости выполненности корзинки от диаметра корзинки

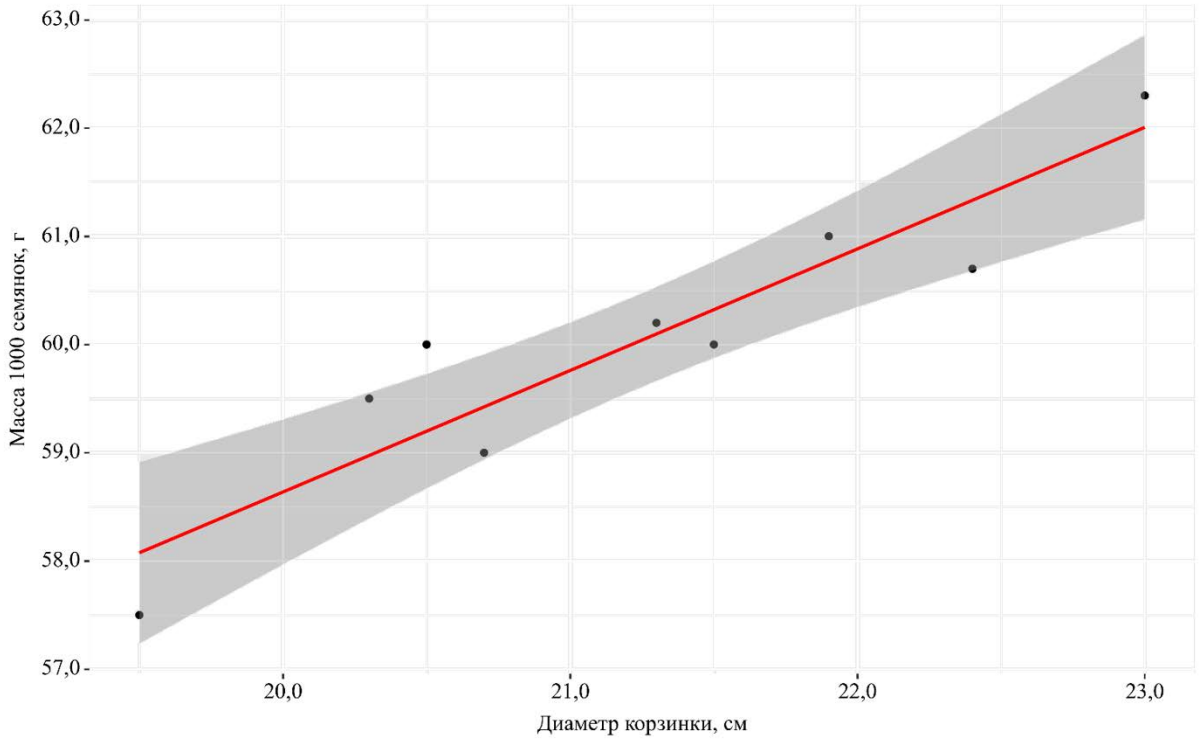


Рисунок 19 – Регрессионная функция зависимости урожайности от массы 1000 семянок

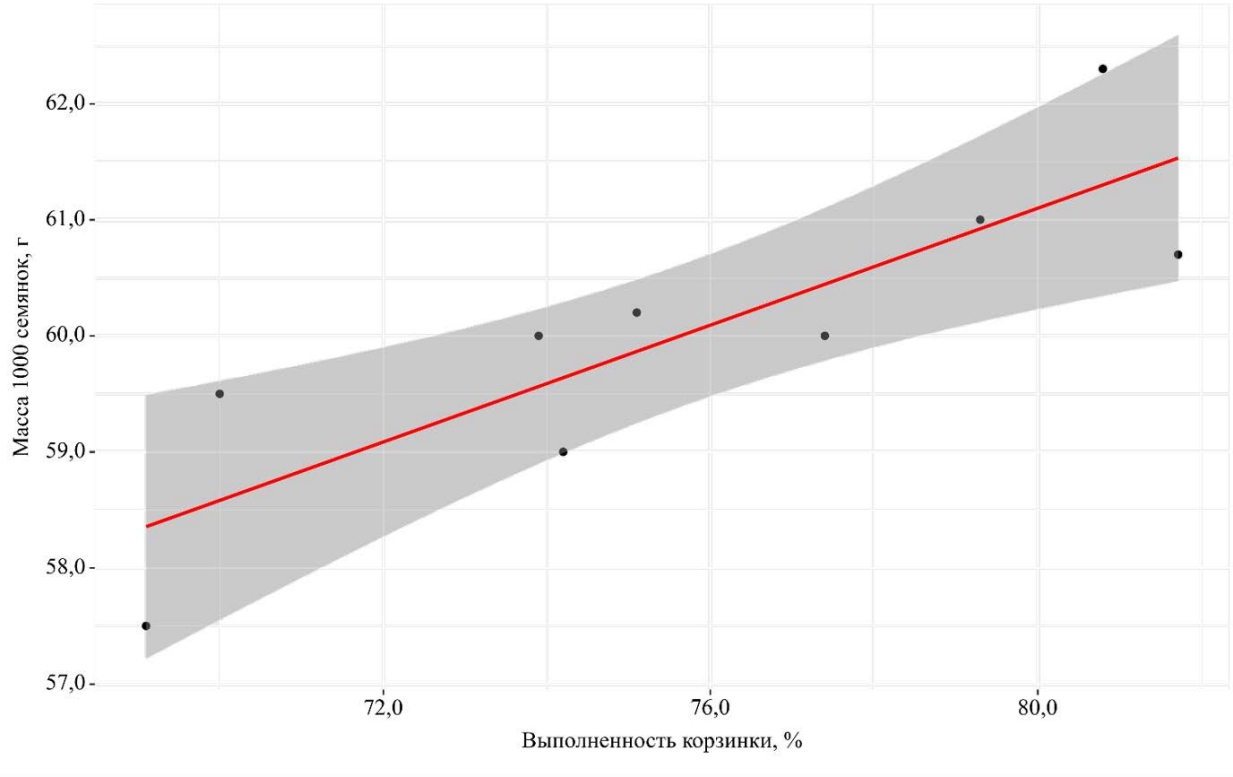


Рисунок 20 – Регрессионная функция зависимости массы 1000 семянок от выполненности корзинки

Показатель массы 1000 семянок напрямую оказывает влияние на величину урожайности подсолнечника ив наших исследованиях варьировал от 58,9 г на варианте без междурядных обработок почвы и до наибольшего значения – 61,1 г. Необходимо отметить, что две междурядные обработки оказывают существенное влияние на выполненность и массу 1000 семянок.

Изучение количества междурядных обработок, из влияния на свойства почвы, ее биологическую активность, показатели продуктивности корзинки подсолнечника положительно сказалось на величине урожайности культуры (таблица 17).

Урожайность маслосемян подсолнечника в наших исследованиях варьировала от 2,53 (без междурядных обработок) и до 2,64-2,69 т/га – при применении междурядных обработок опытных участков подсолнечника.

Таблица 17 – Урожайность подсолнечника в зависимости от междурядной обработки почвы, т/га*

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка	
	2021	2022	2023	среднее	т/га	%
Без междурядных обработок	2,57	2,36	2,66	2,53	---	---
Одна междурядная обработка	2,63	2,44	2,85	2,64	0,11	4,35
Две междурядные обработки	2,67	2,51	2,89	2,69	0,16	6,32
$НСР_{05}$	0,08	0,10	0,15	---	---	---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 11

Проведение одной междурядной обработки повышает урожайность изучаемой культуры на 0,11 т/га, или на 4,35 % по сравнению с вариантом без обработок междурядий. Вторая междурядная обработка почвы повышает урожайность на 0,16 т/га, или на 6,32 %, что является существенным и требует дальнейшего изучения на различных типах почв и технологий выращивания подсолнечника. Математическая обработка данных подтверждает существенность различий между вариантами при варьировании $НСР_{05}$ от 0,08 до 0,15.

При оценке связи урожайности и массы 1000 семянок коэффициент корреляции r=0,871, теснота связи по шкале Чеддока – высокая (p=0,002<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 21):

Y Урожайность, т/га = 0,114 × X Масса 1000 семянок, г - 4,214.

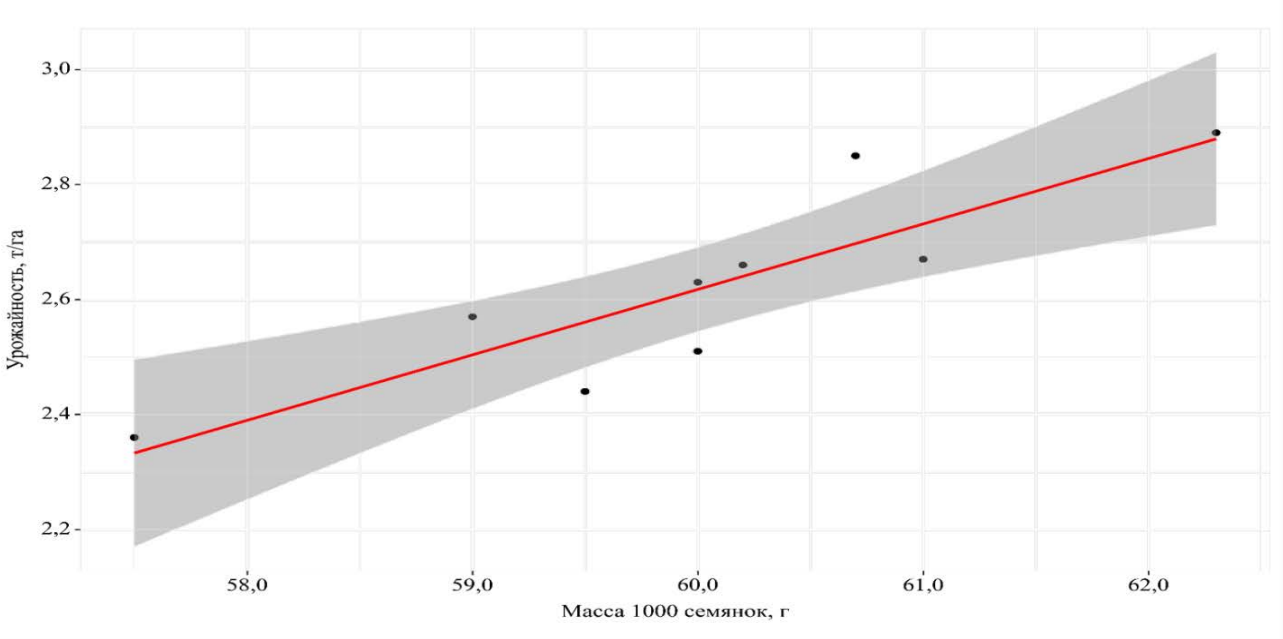


Рисунок 21 – Регрессионная функция зависимости урожайности от массы 1000 семянок

Междурядные обработки не оказали существенного влияния на показатель лузжистости семянок подсолнечника, которая варьировала от 22,5 до 22,6 % (таблица 18).

Таблица 18 – Сбор масла, лузжистость и масличность маслосемян подсолнечника*

Вариант	Лузжистость, %				Масличность, %				Сбор масла, т/га			
	2021	2022	2023	средне	2021	2022	2023	средне	2021	2022	2023	средне
Без междурядных обработок	22,3	22,8	22,7	22,6	49,7	49,2	50,8	49,9	1,28	1,16	1,35	1,26
Одна междурядная обработка	22,5	22,1	22,9	22,5	50,1	49,4	51,1	50,2	1,32	1,21	1,46	1,33
Две междурядные обработки	22,4	22,2	22,8	22,5	50,0	49,5	51,1	50,2	1,34	1,24	1,48	1,35
$НСР_{05}$	$F_ф<F_т$				$F_ф<F_т$				$F_ф<F_т$			

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 12

За счет оптимизации факторов роста и развития растений подсолнечника при проведении междурядных обработок масличность увеличилась на 0,3 %, что положительно сказалось на показателе сбора масла – он составил 1,33-1,35 т/га при 1,26 т/га на варианте без междурядных обработок.

Несмотря на отсутствие значимой прибавки масличности и сбора масла по каждому году, при анализе корреляционной связи показателей по совокупности лет установлено, что коэффициент корреляции r=0,958, теснота связи по шкале Чеддока – весьма высокая (p=0,001<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 22):

Y Сбор масла, т/га = 0,14 × X Масличность,% - 5,689.

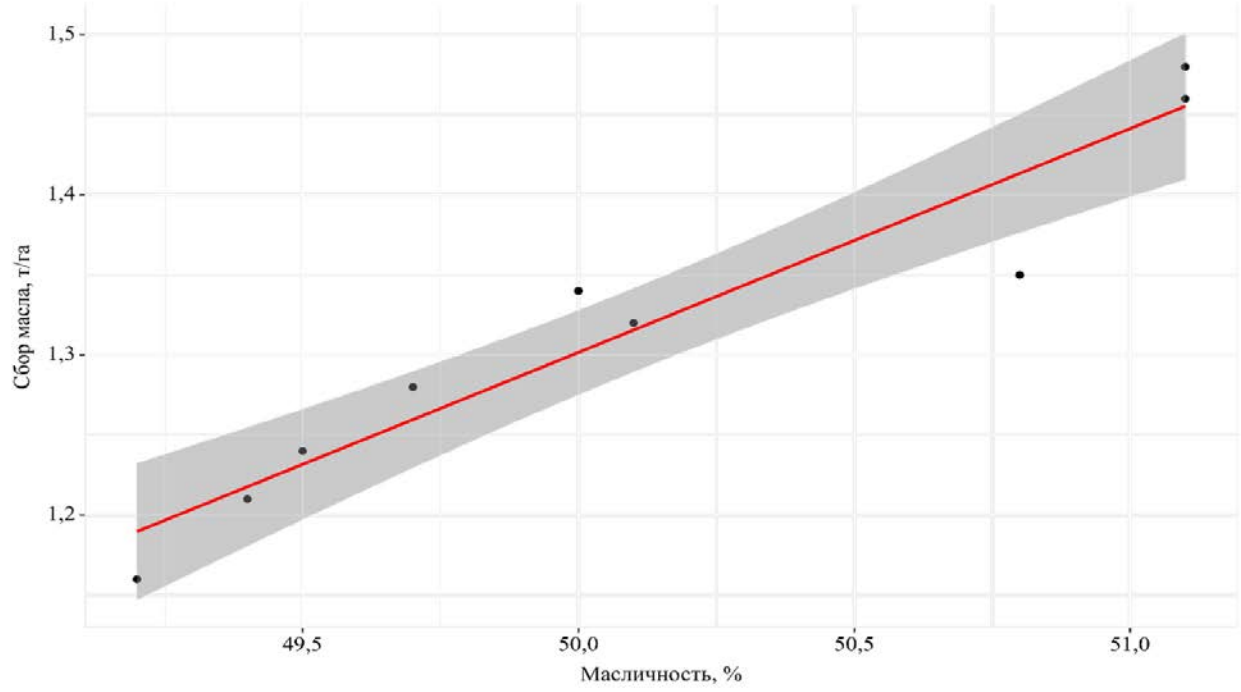


Рисунок 22 – Регрессионная функция зависимости сбора масла от масличности

Таким образом, наибольшие показатели величины урожайности при выращивании культуры подсолнечника были отмечены при проведении двух междурядных обработок почвы, при этом наиболее эффективно используются почвенно-климатические условия зоны исследований, что сказывается на снижении засорённости посевов и увеличении урожайности подсолнечника.

5 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

5.1 Рост и развитие растений подсолнечника при применении регуляторов роста

Длина междоузлий у растений подсолнечника является одним из анализируемых показателей, дающий понимание о интенсивности ростовых процессов растений, в совокупности с определением высоты растений.

В фазу бутонизации подсолнечника средняя длина междоузлий варьировала от 43 мм в контрольном варианте до 50 мм в вариантах с применением Агат-25 Супер и Новосил. Остальные изучаемые регуляторы роста оказывали меньшее влияние на расстояние между узлами, которое варьировало от 46 до 49 мм.

Измерение длины междоузлий растений подсолнечника в фазу цветение показало, что все изучаемые регуляторы роста оказывали влияние на увеличение междоузлия на 3-15 мм или на 5,7-28,3 % по сравнению с контролем. Наибольшая длина междоузлий в данную фазу наблюдалась при использовании Агат-25 Супер и составила 68 мм. Несколько ниже были показатели вариантов Новосил – 65 мм, Биодукс – 62 (таблица 19).

Изменение длины междоузлий по фазам роста подсолнечника варьировало от 10 до 15 мм. Наименьшее изменение (10 мм) наблюдалось в вариантах контроль и ВЛ-77. Наиболее интенсивно ростовые процессы с фазы бутонизации до цветения протекали в варианте применения Агат25К, в котором изменение составило 18 мм, что больше контроля на 61,5 %. Длина междоузлий подсолнечника закономерно увеличивается от бутонизации к цветению и определяется в первую очередь гибридом, достоверность различий по факторам А и В подтверждается рассчитанным $НСР_{05}$ для каждого года и фазы определения.

Таблица 19 - Длина междоузлий 1 растения подсолнечника, мм *

Гибрид (фактор А)	Регулятор роста (фактор В)	Фаза определения							
		бутонизация				цветение			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Имми	Без обработки	44	42	49	45	54	52	59	55
	ВЛ-77	47	45	52	48	57	55	62	58
	Биодукс	50	48	55	51	63	61	68	64
	Агат-25 Супер	51	49	56	52	69	67	74	70
	Новосил	51	49	56	52	66	64	71	67
Тристан	Без обработки	42	40	47	43	52	50	57	53
	ВЛ-77	45	43	50	46	55	53	60	56
	Биодукс	48	46	53	49	61	59	66	62
	Агат-25 Супер	49	47	54	50	67	65	72	68
	Новосил	49	47	54	50	64	62	69	65
Самурай КЛ	Без обработки	40	38	45	41	50	48	55	51
	ВЛ-77	43	41	48	44	53	51	58	54
	Биодукс	46	44	51	47	59	57	64	60
	Агат-25 Супер	47	45	52	48	65	63	70	66
	Новосил	47	45	52	48	62	60	67	63
$НСР_{05}$ для частных средних		3,22	2,66	3,84	---	5,28	6,32	5,17	---
$НСР_{05}$ по фактору А		1,44	1,19	1,72	---	2,36	2,83	2,31	---
$НСР_{05}$ по фактору В		1,86	1,54	2,22	---	3,05	3,65	2,99	---
$НСР_{05}$ по факторам АхВ		$F_ф<F_т$			---	$F_ф<F_т$			---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 13

Важным признаком у подсолнечника, определяющим урожайность и масличность семян, является высота растений. Более высокорослые гибриды, как правило, характеризуются более высокой урожайностью, масличностью и другими положительными признаками.

Однако высеваемые высокорослые гибриды имеют ряд отрицательных признаков: затрудняется работа комбайнов при уборке, что ведёт к увеличению потерь урожая семян с единицы площади; увеличиваются затраты на очистку полей от пожнивных остатков.

Все это в конечном счёте приводит к увеличению расхода горюче-смазочных материалов. Отсюда – одна из важных задач: создать более низкорослые гибриды с высотой стебля 110-160 см, что считается оптимальным (Авдеенко А.П., 2019).

В опыте применение регуляторов роста стимулировало развитие надземной части растений в основные фазы вегетации. В фазу бутонизации высота растений варьировала от 110 см в контроле до 118 см при использовании Биодукс (таблица 19). Прибавка высоты растений в данную фазу к контролю составила 2-8 см или 1,8-7,3 %, что при $НСР_{05}$=5,93 (2021 г.), 5,96 (2022 г.), 5,66 (2023 г.) является существенным. В данную фазу наибольшая высота растений отмечена при использовании Биодукса, однако, при учете в фазу цветение наибольшая высота растений отмечена при использовании Агат-25 Супер (таблица 20).

В фазу цветение высота растений варьировала от 138 см в контроле до 158 см, где прибавка к контролю составила 12-20 см или 8,7-14,5 %, что при $НСР_{05}$=9,47 (2021 г.), 8,74 (2022 г.), 7,59 (2023 г.) является существенным. Стоит отметить, что в среднем за годы исследований при использовании ВЛ-77, Биодукс и Новосил увеличение высоты растений за период бутонизация-цветение составило 38 см, что на 10 см больше контроля, но меньше, чем при использовании Агат-25 Супер. В среднем по гибридам наибольшей высотой растений отличались гибриды Имми и Тристан. Достоверность различий показателя по факторам А и В подтверждается рассчитанным $НСР_{05}$ для каждого года и фазы определения. Наибольшее влияние на анализируемый признак оказал регулятор роста, прибавка достоверная во все годы исследований.

Таблица 20 – Высота одного растения подсолнечника, см *

Гибрид (фактор А)	Регулятор роста (фактор В)	Фаза определения							
		бутонизация				цветение			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Имми	Без обработки	112	106	111	109,7	140	136	143	139,7
	ВЛ-77	114	108	113	111,7	149	147	154	150,0
	Биодукс	120	114	120	118,0	155	153	161	156,3
	Агат-25 Супер	118	112	118	116,0	158	156	164	159,3
	Новосил	116	110	116	114,0	156	149	156	153,7
Тристан	Без обработки	112	110	112	111,3	140	135	142	139,0
	ВЛ-77	115	111	114	113,3	151	147	154	150,7
	Биодукс	119	118	121	119,3	159	152	160	157,0
	Агат-25 Супер	118	116	119	117,7	161	155	163	159,7
	Новосил	117	113	116	115,3	154	148	156	152,7
Самурай КЛ	Без обработки	110	107	110	109,0	130	136	140	135,3
	ВЛ-77	112	109	112	111,0	146	149	153	149,3
	Биодукс	116	115	118	116,3	147	156	161	154,7
	Агат-25 Супер	114	113	116	114,3	148	156	161	155,0
	Новосил	113	111	114	112,7	148	148	153	149,7
$НСР_{05}$ для частных средних		5,93	5,96	5,66	---	9,47	8,74	7,59	---
$НСР_{05}$ по фактору А		2,65	2,66	$F_ф<F_т$	---	4,23	$F_ф<F_т$		---
$НСР_{05}$ по фактору В		3,42	3,44	3,27	---	5,47	5,05	4,38	---
$НСР_{05}$ по факторам АхВ		$F_ф<F_т$			---	$F_ф<F_т$			---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 14

Листовая поверхность любого растения является главным фотосинтетическим органом, от которого напрямую зависит эффективность накопления фотосинтетически активной радиации, преобразованной в органическое вещество. Количество листьев на одном растении и их размер напрямую влияют на эффективность поглощения солнечной энергии. Рассматривая листовую поверхность подсолнечника, стоит отметить, что физиологически листья расположены спирально на стебле, за счет чего происходит равномерное распределение солнечного света на всю листовую поверхность растений подсолнечника. Однако, ряд авторов отмечают, что несмотря на генетическую предрасположенность к формированию крупного листового аппарата, подсолнечник необходимо стимулировать к созданию более крупного листа на ранних этапах роста и развития, активное состояние которого сохраняется вплоть до фазы созревания (Воронских М.Д., 1984; Горшков А.В., 2003; Загорулько А.В., 2018; Потапов Д.В., 2019).

Для определения эффективности влияния применения регуляторов роста была рассчитана площадь листовой поверхности на 1 растение в основные фазы вегетации (таблица 21).

В фазу бутонизации площадь листовой поверхности варьировала от 0,25 м^2 в контроле до 0,29 м^2 в среднем при использовании Биодукс и Агат-25 Супер. Прибавка площади в данную фазу к контролю составила 0,02-0,04 м^2 или 8,0-16,0 %, что при $НСР_{05}$=0,022 (2021 г.), 0,026 (2022 г.), 0,017 (2023 г.) является существенным. В фазу цветение площадь листовой поверхности в среднем варьировала от 0,91 м^2 в контроле до 0,96-0,98 м^2, где прибавка к контролю составила 0,05-0,07 м^2 или 5,5-7,7 %, с наибольшим значением при использовании Биодукс. Исключение составил вариант с применением ВЛ-77, где отличный от контроля не было. Наибольшей листовой поверхностью отличался гибрид Имми (1,05 м^2) на вариантах Биодукс и Агат-25 Супер, аналогичные наибольшие параметры в данных вариантах отмечены по остальным гибридам. Статистический анализ показал, что в цветение достоверное влияние на площадь листовой поверхности оказал и генотип гибрида и регулятор роста.

Таблица 21 – Площадь листовой поверхности 1 растения подсолнечника, $м^2$ *

Гибрид (фактор А)	Регулятор роста (фактор В)	Фаза определения							
		бутонизация				цветение			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Имми	Без обработки	0,25	0,24	0,28	0,26	0,98	0,96	1,01	0,98
	ВЛ-77	0,26	0,26	0,27	0,26	0,87	0,97	1,01	0,95
	Биодукс	0,27	0,28	0,29	0,28	1,05	1,03	1,08	1,05
	Агат-25 Супер	0,29	0,28	0,30	0,29	1,03	1,03	1,08	1,05
	Новосил	0,26	0,27	0,28	0,27	1,05	1,02	1,06	1,04
Тристан	Без обработки	0,26	0,23	0,27	0,25	0,84	0,80	0,87	0,84
	ВЛ-77	0,28	0,26	0,29	0,28	0,85	0,82	0,87	0,85
	Биодукс	0,30	0,28	0,31	0,30	0,90	0,87	0,93	0,90
	Агат-25 Супер	0,30	0,28	0,33	0,30	0,90	0,87	0,93	0,90
	Новосил	0,29	0,27	0,30	0,29	0,88	0,85	0,91	0,88
Самурай КЛ	Без обработки	0,24	0,25	0,26	0,25	0,87	0,91	0,94	0,91
	ВЛ-77	0,26	0,27	0,28	0,27	0,92	0,94	0,97	0,94
	Биодукс	0,28	0,29	0,31	0,29	0,95	0,98	1,02	0,98
	Агат-25 Супер	0,29	0,29	0,30	0,29	0,92	0,96	0,99	0,96
	Новосил	0,28	0,28	0,29	0,28	0,89	0,95	1,00	0,95
$НСР_{05}$ для частных средних		0,022	0,026	0,017	---	0,109	0,036	0,033	---
$НСР_{05}$ по фактору А		0,010	0,011	0,008	---	0,049	0,016	0,015	---
$НСР_{05}$ по фактору В		0,013	0,015	0,010	---	0,063	0,021	0,019	---
$НСР_{05}$ по фактору В и АхВ		$F_ф<F_т$		0,010	---	$F_ф<F_т$			---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 15

Стоит отметить, что в среднем за годы исследований при использовании Биодукс и Агат-25 Супер, среднее увеличение площади листьев за период бутонизация-цветение было наибольшим составив соответственно 0,69 и 0,68 м^2.

Наибольшие анализируемые показатели в данном разделе по результатам опыта сформированы в варианте с применением регуляторов роста Агат-25 Супер, Биодукс и Новосил.

5.2 Влияние регуляторов роста на выполненность корзинок подсолнечника

Проявление пустозерности у подсолнечника на Юго-Востоке профессор В.К. Морозов представляет двумя формами, которые бывают у одного и того же растения: пустозерности в центральной части соцветия (ее называют «захватом») и пустозерности разбросной по всей корзинке. Первая форма пустозерности в значительной мере обусловлена плохим водообеспечением цветков центральной части корзинки и низкой относительной влажностью воздуха в период цветения, что приводит к засыханию образовавшихся цветков. Такая форма пустозерности имеет наибольшее распространение в засушливых районах и в засушливые годы. Вторая форма пустозерности определяется самой биологией оплодотворения - избирательностью, насыщенностью оплодотворителями и рядом других причин, например, слабой нектароносностью цветков (Морозов В.К., 1959).

В зависимости от надлежащей агрообеспеченности посевов подсолнечника значительно увеличивается количество нормально развитых семянок в соцветиях и снижается количество пустых и недоразвитых семян, о чём свидетельствуют наши исследования. При формировании урожайности большое значение имеет завязываемость семянок подсолнечника после опыления насекомыми. Корзинку мы делили на три части – центр, середину и край. Каждую часть вымолачивали вручную и определяли процент выполненных и пустых семянок. По всем вариантам применения регуляторов роста наблюдается повышенное содержание выполненных семянок по сравнению с контрольным вариантом как в краевой части корзинки, срединной и центральной её частях.

По данным таблицы 22 видно, что среди гибридов наибольшая выполненность корзинки отмечена у Самурай КЛ, составив в среднем 10,5 % в центральной части, 27,9 % в середине и 46,2 % в краевой части. Гибрид Тристан отличался наименьшей выполненностью корзинки соответственно 8,3 %, 25,3 % 44,1 % по анализируемым частям.

Таблица 22 – Выполненность корзинок подсолнечника, % (среднее 2021-2023 гг.)

Гибрид (фактор А)	Регулятор роста (фактор В)	центр		середина		край	
		выполненные	пустые	выполненные	пустые	выполненные	пустые
Имми	Без обработки	8,1	16,5	27,6	1,1	43,5	3,2
	ВЛ-77	9,8	16,4	26,7	0,6	45,2	1,3
	Биодукс	9,3	16,4	25,8	0,8	46,7	1,0
	Агат-25 Супер	9,4	15,8	25,5	0,5	47,4	1,4
	Новосил	9,6	16,4	28,8	0,5	43,6	1,1
Среднее по гибриду		9,2	16,3	26,9	0,7	45,3	1,6
Тристан	Без обработки	8,0	18,1	25,9	1,3	43,0	3,6
	ВЛ-77	8,2	18,5	25,0	1,2	43,5	3,6
	Биодукс	8,3	18,8	24,2	1,5	45,5	1,7
	Агат-25 Супер	8,4	17,8	24,0	0,9	46,4	2,5
	Новосил	8,7	18,6	27,4	0,9	42,3	2,1
Среднее по гибриду		8,3	18,4	25,3	1,2	44,1	2,7
Самурай КЛ	Без обработки	8,4	15,0	28,9	0,9	44,0	2,8
	ВЛ-77	10,8	15,2	27,8	0,3	45,7	0,2
	Биодукс	10,9	13,4	26,5	0,4	48,2	0,6
	Агат-25 Супер	11,0	12,9	26,6	0,2	48,7	0,6
	Новосил	11,2	13,5	29,8	0,2	44,6	0,7
Среднее по гибриду		10,5	14,0	27,9	0,4	46,2	1,0
Среднее по регулятору роста	Без обработки	8,2	16,5	27,5	1,1	43,5	3,2
	ВЛ-77	9,6	16,7	26,5	0,7	44,8	1,7
	Биодукс	9,5	16,2	25,5	0,9	46,8	1,1
	Агат-25 Супер	9,6	15,5	25,4	0,5	47,5	1,5
	Новосил	9,8	16,2	28,7	0,5	43,5	1,3

При использовании регуляторов роста в центральной части корзинки процент выполненной части увеличивается с 8,2 % в контроле до 9,5-9,8 % с некорневой обработкой, с максимальным значением при использовании Новосил. Аналогичная тенденция увеличения доля выполненности корзинки наблюдается в краевой части с 43,5 % в контроле и при использовании регулятора роста Новосил, до 44,8-47,5 % с максимальным значением при использовании Агат-25 Супер. Выполненность корзинки в середине возрастает к контролю только при использовании Новосил, что объясняется меньшей выполненностью краевой части корзинки.

В совокупном анализе выполненности корзинки от гибрида и регулятора роста установлено положительное влияние некорневой обработки регуляторами роста на увеличение выполненности корзинки подсолнечника, с наибольшим увеличением показателя в краевой части корзинки, от 3,4 % у гибрида Тристан до 4,7 % у гибрида Самурай КЛ, с наибольшим значением при использовании Агат-25 Супер. Применение регуляторов роста ВЛ-77 и Новосил на гибриде Тристан не снижало долю пустой центральной и краевой частей корзинки.

Доля пустой части корзинки по всем анализируемым областям корзинки уменьшается с применением регуляторов роста. Уточняя, в центральной части доля пустой части снижается с 16,5 % в контроле до 15,5-16,2 %; в середине корзинки отмечен наименьший процент пустой части корзинки, где в контроле показатель составил 1,1 %, а с регуляторами роста снизился до 0,5-0,9 %; в краевой части корзинки показатель снизился с 3,2 % в контроле до 1,1-1,7 %.

Анализ выполненности корзинок подсолнечника в целом показал, что наибольший процент выполненных семянок наблюдался при обработке посевов регулятором роста Агат-25 Супер и составил 82,5 %, что на 2,3 % больше контрольного варианта. Доля пустой части корзинки достоверно снижается с 20,0 % в контроле до 17,5-19,1 % с регуляторами, что является существенным, и оказывает влияние на формирование структуры урожая и итоговую урожайность (таблица 23).

Таблица 23 – Выполненность корзинок подсолнечника, % *

Гибрид (фактор А)	Регулятор роста (фактор В)	Корзинка в целом							
		выполненные				пустые			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Имми	Без обработки	77,8	75,5	84,4	79,2	22,2	24,5	15,6	20,8
	ВЛ-77	80,3	77,9	86,9	81,7	19,7	22,1	13,1	18,3
	Биодукс	80,4	77,9	87,1	81,8	19,6	22,1	12,9	18,2
	Агат-25 Супер	80,9	78,6	87,4	82,3	19,1	21,4	12,6	17,7
	Новосил	80,6	78,3	87,1	82,0	19,4	21,7	12,9	18,0
Тристан	Без обработки	75,5	72,7	82,6	76,9	24,5	27,3	17,4	23,1
	ВЛ-77	75,1	72,7	82,3	76,7	24,9	27,3	17,7	23,3
	Биодукс	76,3	74,1	83,6	78,0	23,7	25,9	16,4	22,0
	Агат-25 Супер	77,1	74,9	84,4	78,8	22,9	25,1	15,6	21,2
	Новосил	76,9	74,7	83,6	78,4	23,1	25,3	16,4	21,6
Самурай КЛ	Без обработки	79,9	77,3	86,7	81,3	20,1	22,7	13,3	18,7
	ВЛ-77	82,6	80,3	90,0	84,3	17,4	19,7	10,0	15,7
	Биодукс	83,9	81,6	91,3	85,6	16,1	18,4	8,7	14,4
	Агат-25 Супер	84,5	82,2	92,2	86,3	15,5	17,8	7,8	13,7
	Новосил	83,8	81,5	91,5	85,6	16,2	18,5	8,5	14,4
$НСР_{05}$ для частных средних		0,375	0,383	0,449	---				
$НСР_{05}$ по фактору А		0,167	0,171	0,201					
$НСР_{05}$ по фактору В		0,216	0,221	0,259					
$НСР_{05}$ по факторам АхВ		0,216	0,221	0,259					

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 16

Генотип гибрида оказывал выраженное влияние на выполненность корзинки, которая составила 84,6; 81,4 и 77,8 % соответственно по гибридам Самурай КЛ, Имми и Тристан. Математическая обработка данных показала существенное влияние гибрида и совокупных изучаемых факторов на выполненность корзинки

вне зависимости от условий года, где $НСР_{05}$= 0,216 (2021 г.), 0,221 (2022 г.), 0,259 (2023 г.).

В среднем по вариантам исследований количество пустотелых семянок составило 18,92 % (рисунок 23).



Рисунок 23 – Количество выполненных и пустых семянок в среднем по опытам, %

Количество выполненных семянок составило 81,48 %, что в 4,3 раза превышает показатель пустотелости семянок.

Наибольшие анализируемые показатели выполненности корзинки подсолнечника по результатам опыта сформированы в варианте с применением регулятором роста Агат-25 Супер.

5.3 Показатели продуктивности корзинки подсолнечника при использовании регуляторов роста

Ряд исследований, подробно описанных в разделе обзора литературы, подтверждает положительное влияние обработки регуляторами роста на формирование показателей структуры урожая. Для подтверждения эффективности также были определены основные показатели продуктивности корзинки

подсолнечника, данные по которым в среднем по гибридам и годам исследований представлены в таблице 24.

Среди изучаемых гибридов наименьшая корзинка отмечена у гибрида Самурай КЛ, на контроле величина составила 17,8 см, однако применение регуляторов роста увеличивает её размер на 6,2-21,3 %, что является существенным. В среднем по гибридам Тристан обладал наибольшей корзинкой (21,1 см). Влияние гибрида на данный показатель достоверно в год сильной засухи (2021 г.). При использовании регуляторов роста диаметр корзинки в среднем возрастал с 18,4 см в контроле, минимально до 19,1 см (ВЛ-77) и максимально до 21,9см, увеличение к контролю составило 0,7-3,6 см или 3,8-19,6 %, что является существенным. Наибольшее влияние оказал фактор В – регулятор роста.

Наибольшее количество семянок в корзинке в среднем по гибриду отмечено у Имми, в среднем 818,6 шт., против 776,6 шт. у гибрида Тристан и непосредственно связано с выполненностью корзинки. Корреляционный анализ подтвердил высокую зависимость количества семянок в корзинке от выполненности коэффициент корреляции r=0,764, теснота связи по шкале Чеддока – высокая (p=0,001<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 24): **Y Количество семянок в корзинке, шт.= 6,9625 × X Выполненность корзинки, % + 236,785.**

В среднем по используемым регуляторам роста количество семянок с корзинки возрастало к контролю (769 шт.) на 24-63 шт. или 3,1-8,2 %, что является существенным и подтверждается расчетом $НСР_{05}$.

Масса семянок с корзинки была наименьшей у гибрида Тристан 36,83 г, однако с использованием регуляторов роста показатель возрастал на 10,6-16,6 %. По остальным гибридам средняя прибавка показателя увеличение массы варьировало от 7,0 до 18,0 % при изначально большей массе контрольного варианта. В среднем по регуляторам роста масса семянок с корзинки возрастала к контролю с величиной 41,2 г на 3,4-7,2 г или 8,1-17,4 %. Математическая обработка показала достоверное влияние всех изучаемых факторов на анализируемый показатель.

Таблица 24 – Диаметр корзинки и структура урожая подсолнечника *

Гибрид (фактор А)	Регулятор роста (фактор В)	Диаметр корзинки, см				Количество семянок в корзинке, шт				Масса семянок с корзинки, г			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Имми	Без обработки	18,8	16,5	20,1	18,5	776,7	785,0	795,0	785,6	42,0	45,3	46,6	44,6
	ВЛ-77	19,0	17,0	20,3	18,8	800,7	808,0	819,0	809,2	44,8	48,8	50,2	47,9
	Биодукс	21,6	18,0	23,1	20,9	821,3	828,0	838,0	829,1	45,6	50,4	51,9	49,3
	Агат-25 Супер	22,2	18,0	23,8	21,3	837,7	846,0	857,0	846,9	50,7	52,9	54,4	52,7
	Новосил	20,9	18,5	22,4	20,6	823,0	817,0	827,0	822,3	49,2	50,7	52,2	50,7
Тристан	Без обработки	18,6	18,2	19,7	18,8	745,0	724,0	763,0	744,0	36,2	33,4	40,9	36,8
	ВЛ-77	19,4	19,0	20,6	19,7	770,7	744,3	784,0	766,3	40,8	35,9	45,5	40,7
	Биодукс	22,0	21,6	23,3	22,3	788,3	776,7	805,0	790,0	41,3	37,0	46,0	41,4
	Агат-25 Супер	22,6	22,2	24,0	22,9	801,7	787,7	820,3	803,2	42,7	38,7	47,4	42,9
	Новосил	21,3	20,9	22,6	21,6	789,0	755,0	794,0	779,3	41,6	36,2	46,3	41,4
Самурай КЛ	Без обработки	18,4	15,6	19,3	17,8	765,0	769,0	798,0	777,3	39,0	37,8	49,7	42,2
	ВЛ-77	19,2	17,2	20,2	18,9	796,7	792,0	822,0	803,6	43,0	38,9	53,5	45,1
	Биодукс	21,8	18,3	22,9	21,0	807,7	810,3	842,0	820,0	44,8	40,2	55,5	46,8
	Агат-25 Супер	22,4	18,8	23,5	21,6	845,0	831,3	861,0	845,8	47,5	42,9	58,1	49,5
	Новосил	21,1	18,0	22,2	20,4	817,0	801,0	831,0	816,3	44,6	39,7	55,7	46,7
$НСР_{05}$ для частных средних		0,54	0,46	0,71	---	10,93	9,63	9,06	---	0,600	0,629	0,515	---
$НСР_{05}$ по фактору А		$F_ф<F_т$	0,20	$F_ф<F_т$	---	4,89	4,31	4,05	---	0,268	0,281	0,230	---
$НСР_{05}$ по фактору В		0,31	0,26	0,41	---	6,31	5,56	5,23	---	0,346	0,363	0,297	---
$НСР_{05}$ по факторам АхВ		$F_ф<F_т$	0,26	$F_ф<F_т$	---	$F_ф<F_т$			---	0,346	0,363	0,297	---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 17

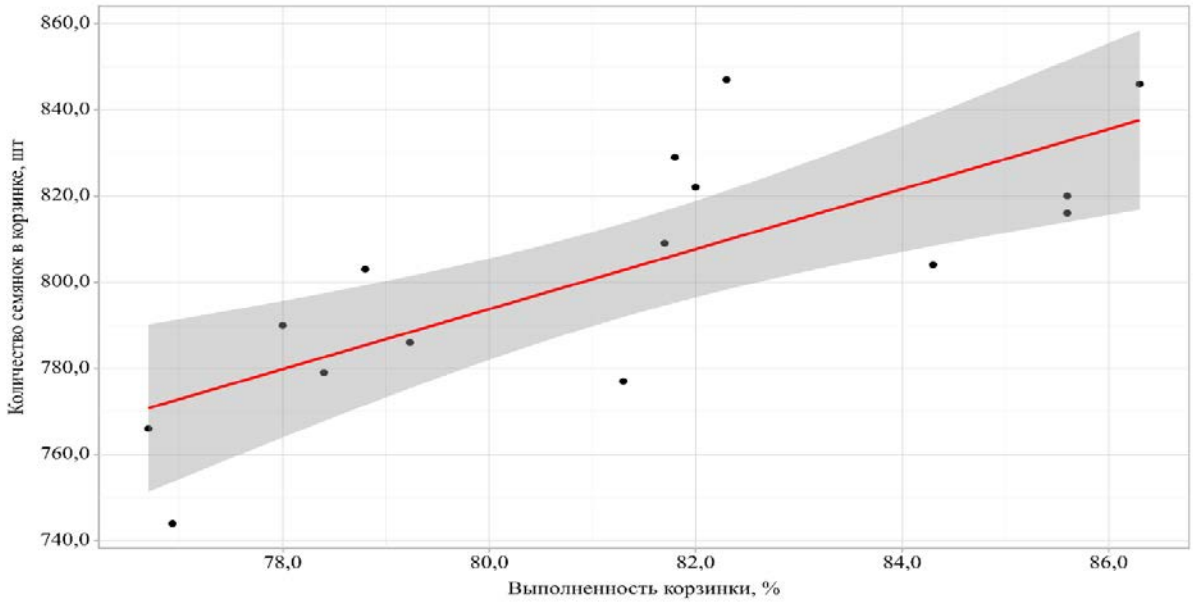


Рисунок 24 – Регрессионная функция зависимости количества семянок в корзинке от выполненности корзинки

Показатели таблицы 24 были подвергнуты корреляционному анализу. При оценке связи диаметра корзинки и количества семянок в корзинке коэффициент корреляции r=0,411, теснота связи по шкале Чеддока – умеренная (p=0,100>0,05). Зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 25):

Y Количество семянок в корзинке, шт.= 8,444 × X Диаметр корзинки, см + 630,784.

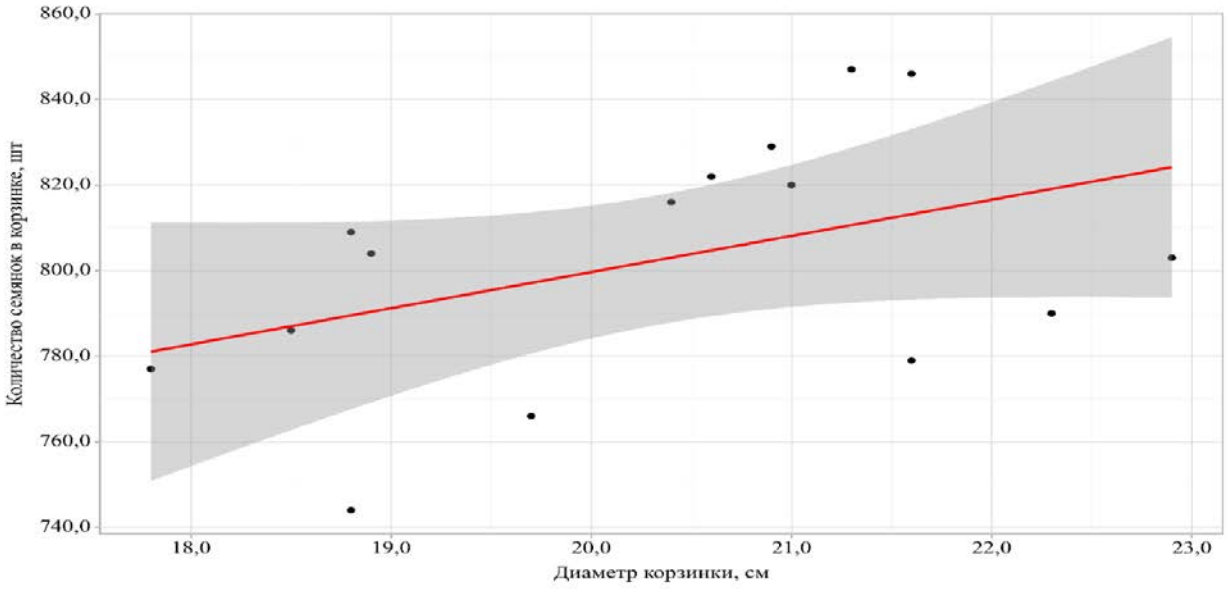


Рисунок 25 – Регрессионная функция зависимости количества семянок в корзинке от диаметра корзинки

Наибольшие анализируемые показатели продуктивности корзинки подсолнечника по результатам опыта сформированы в варианте с применением регулятора роста Агат-25 Супер.

Коэффициент корреляции r=0,213 получен по показателям диаметра корзинки и массы семянок с корзинки, теснота связи по шкале Чеддока – слабая (p=0,445>0,05). Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 26):

Y Масса семянок с корзинки, г = 0,614 × X Диаметр корзинки, см + 32,75.

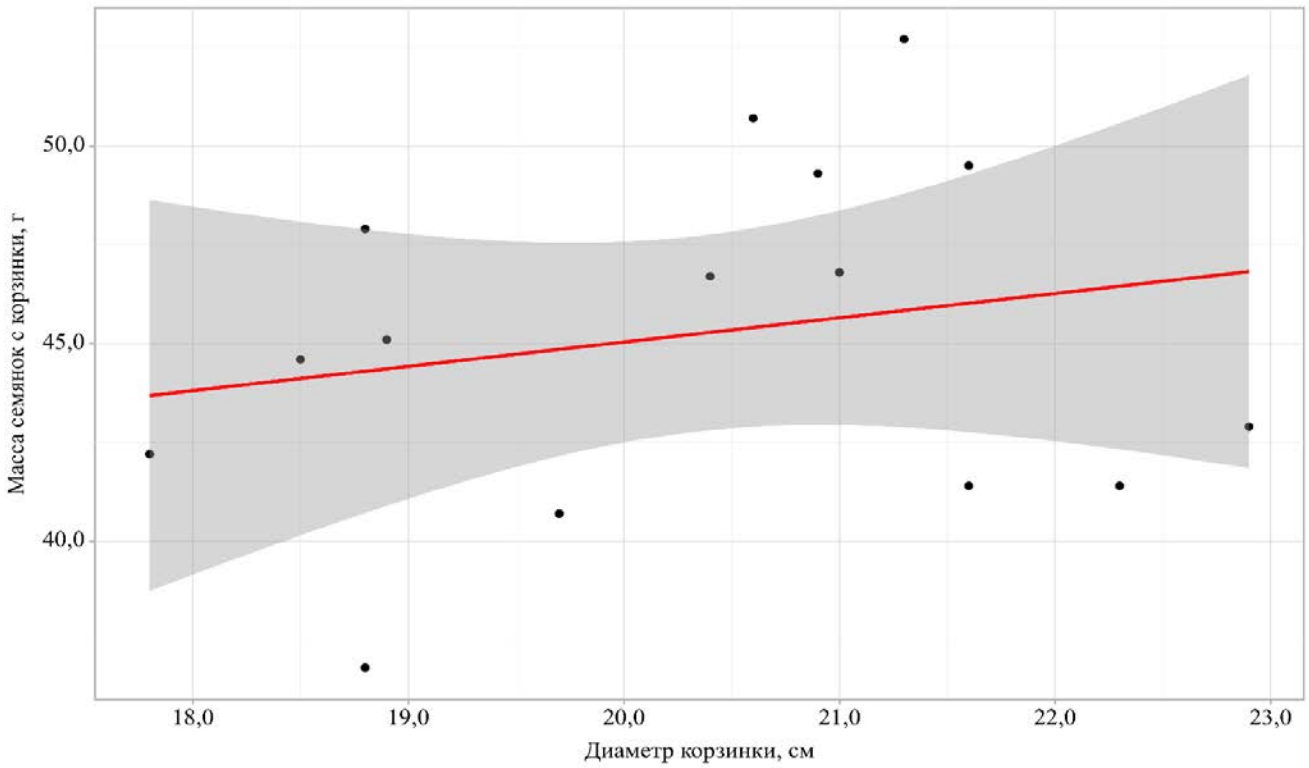


Рисунок 26 – Регрессионная функция зависимости массы семянок с корзинки от диаметра корзинки

Установлена весьма высокой тесноты (по шкале Чеддока, p=0,001<0.05) прямая корреляционная связь массы семянок с корзинки и количества семянок, где r=0,941. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 27):

Y Масса семянок с корзинки, г = 0,141 × X Количество семянок в корзинке, шт. – 68,305.

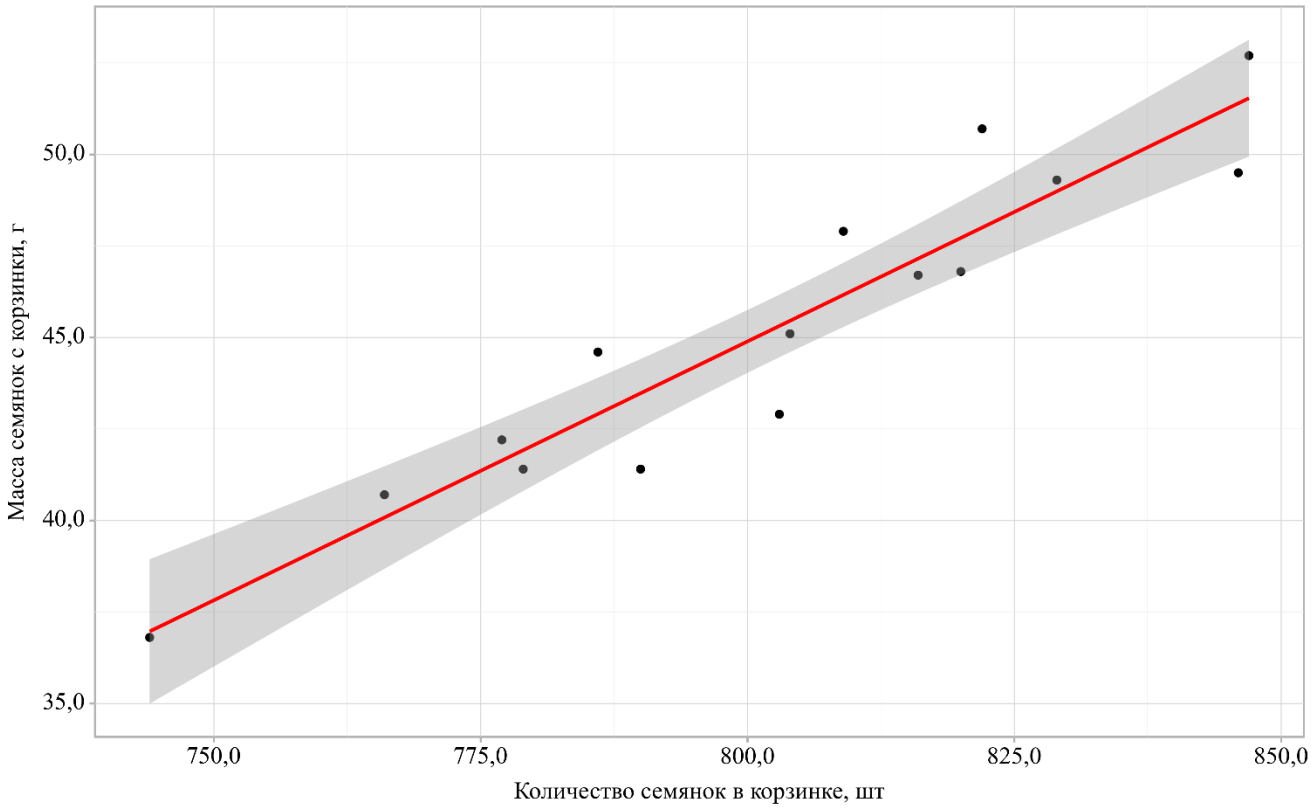


Рисунок 27 – Регрессионная функция зависимости массы семянок с корзинки от количества семянок в корзинке

5.4 Качественные показатели и урожайность подсолнечника при применении регуляторов роста

Подсолнечник является масличной культурой, и качество масла, получаемого из него, зависит от качества семян, поступающих на переработку, и их сроков хранения перед отжимом. Основными качественными характеристиками семян подсолнечника являются: цвет, запах, влажность, масличность, срок созревания.

Цвет и запах семян указывают на свежесть семян. Цвет семян нередко характеризует степень зрелости, влияющей на содержание жира в семенах. Недозревшие семена представляют меньшую ценность, так как содержат меньше жира.

Влажность семян – предельная влажность, при которой семена масличных культур более стойки при хранении, значительно ниже, чем для зерна злаковых или бобовых культур. Это объясняется содержанием в семенах масличных культур большого количества жира, не способного поглощать и удерживать влагу, что приводит к большому насыщению влагой других веществ семян.

Под масличностью семян понимают содержание в них сырого жира и сопровождающих его жироподобных веществ, переходящих вместе с жиром в эфирную вытяжку из исследуемых семян. Масличность зависит от гибрида (сорта) подсолнечника и от того, насколько тёплое и солнечное выдалось лето.

Лузжистость подсолнечника – это массовая доля плодовых оболочек в общей массе семян. Она оказывает влияние на масличность семян, а также на устойчивость семян к поражению вредителями и болезнями.

Одним из главных показателей оценки продуктивности корзинок подсолнечника наряду с выполненностью корзинки является масса 1000 семянок (таблица 25).

По данным таблицы 25 видно, что среди гибридов Самурай КЛ обладал наибольшей массой 1000 семянок, в среднем 65,1 г, а гибрид Тристан был на 18,0 % менее продуктивным по данному показателю. В среднем за годы исследований по изучаемым регулятором роста их применение повышало массу 1000 семянок с 57,0 г в контроле до минимально 59,7 г с применением ВЛ-77 и максимально до 61,9 г при использовании Агат-25 Супер. Прибавка к контролю составила 2,7-4,9 г или 4,7-8,6 %, что статистически достоверно.

Содержание масла в семенах – это наиболее отселектированный признак у подсолнечника. Селекционерами созданы высокопродуктивные, высокомасличные гибриды подсолнечника, в семенах которых содержание масла доведено до 52-56 %, а в отдельных семянках – и до 60 %. Масличность семян – это совокупный количественный признак, ради которого выращивают подсолнечник.

Таблица 25 – Основные хозяйственно-полезные признаки подсолнечника*

Гибрид (фактор А)	Регулятор роста (фактор В)	Масса 1000 семянок, г.				Лузжистость, %				Масличность, %			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Имми	Без обработки	58,1	57,7	58,9	58,2	21,4	22,8	21,8	22,0	49,4	46,6	50,7	48,9
	ВЛ-77	60,8	60,4	61,6	60,9	22,5	22,9	20,0	21,8	49,8	47,0	51,1	49,3
	Биодукс	61,1	60,9	62,1	61,4	22,3	22,0	20,2	21,5	50,4	47,6	51,7	49,9
	Агат-25 Супер	63,7	62,6	63,9	63,4	22,1	21,8	19,7	21,2	50,6	47,8	51,9	50,1
	Новосил	62,4	61,5	63,2	62,4	22,1	22,0	19,8	21,3	50,1	47,3	51,4	49,6
Тристан	Без обработки	51,5	48,5	52,0	50,7	23,6	24,4	22,4	23,5	49,7	46,5	50,5	48,9
	ВЛ-77	53,1	52,0	55,0	53,4	23,4	23,8	20,6	22,6	50,4	46,9	50,9	49,4
	Биодукс	53,5	52,4	54,5	53,5	23,4	22,7	20,8	22,3	50,7	47,5	51,5	49,9
	Агат-25 Супер	55,4	53,9	56,1	55,1	23,1	22,8	20,7	22,2	50,9	47,7	51,7	50,1
	Новосил	54,4	53,1	55,0	54,2	22,9	22,5	20,9	22,1	50,4	47,2	51,2	49,6
Самурай КЛ	Без обработки	62,4	61,1	62,8	62,1	23,7	23,9	21,4	23,0	49,5	46,4	50,8	48,9
	ВЛ-77	64,4	63,9	65,7	64,7	23,7	23,1	20,7	22,5	49,9	46,8	51,2	49,3
	Биодукс	64,7	64,4	66,2	65,1	23,8	22,8	20,9	22,5	50,5	47,4	51,8	49,9
	Агат-25 Супер	66,8	66,3	68,2	67,1	22,8	23,0	20,2	22,0	50,7	47,6	52,0	50,1
	Новосил	65,9	65,6	67,4	66,3	23,4	22,8	20,7	22,3	50,2	47,1	51,5	49,6
$НСР_{05}$ для частных средних		0,44	0,58	0,43	---	0,36	0,21	0,31	---	0,38	0,26	0,20	---
$НСР_{05}$ по фактору А		0,19	0,26	0,19	---	0,16	0,09	0,14	---	0,17	0,12	0,09	---
$НСР_{05}$ по фактору В		0,25	0,33	0,25	---	0,21	0,12	0,18	---	0,22	0,15	0,11	---
$НСР_{05}$ по факторам АхВ		0,25	$F_ф<F_т$	0,25	---	0,21	0,12	0,18	---	$F_ф<F_т$			---

* - Дисперсионный анализ данных представлен в приложении 18

Средняя масличность гибридов была практически одинакова, однако. Среднее снижение лузжистости составило 0,5-1,0 % относительно контроля, что непосредственно повлияло на масличность семянок подсолнечника, которая возросла к контролю (48,9 %) на 0,4-1,2 %, с наибольшими показателями при использовании Агат-25 Супер. Статистический анализ показал, что влияние гибрида значимо по всем признакам. Математическая обработка подтвердила, что действие регуляторов роста достоверно по анализируемым показателям во все годы исследований.

За счет повышения масличности сбор масла в среднем по гибридам варьировал от 1,21 т/га у гибрида Тристан до 1,30 т/га у гибрида Самурай КЛ. В контроле наблюдали сбор масла 1,13 т/га, в применение регуляторов роста повышало показатель 1,23-1,35 т/га с прибавкой к контролю 0,10-0,22 т/га или 8,9-19,5 %, что статистически существенно.

Биологическая урожайность – это количество растениеводческой продукции с единицы площади 1 га или 1 м^2, это количество выращенной продукции, установленное выборочно - либо глазомерно-оценочным методом, либо методом взятия проб (до уборки урожая, либо расчётно-балансовым методом (после уборки урожая) по данным о фактическом намолоте и потерях в процессе уборки.

Биологическую урожайность подсолнечника рассчитывают на основе полученных данных. При определении структуры урожайности учитывают следующие показатели:

– количество растений перед уборкой (тыс. шт./га);

– масса семянок с корзинки, (г);

– масса 1000 семянок (г);

– урожайность (т/га).

По данным таблицы 26 видно, что урожайность по гибридам варьировала: от 2,24 т/га до 2,41-2,60 т/га у гибрида Тристан, от 2,30 т/га до 2,49-2,70 т/га у гибрида Имми, от 2,39 до 2,57-2,79 т/га у гибрида Самурай КЛ.

Таблица 26 – Урожайность маслосемян и сбор масла подсолнечника*

Гибрид (фактор А)	Регулятор роста (фактор В)	Урожайность, т/га				Сбор масла, т/га			
		2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Имми	Без обработки	2,28	2,26	2,37	2,30	1,13	1,05	1,20	1,13
	ВЛ-77	2,47	2,44	2,56	2,49	1,23	1,15	1,31	1,23
	Биодукс	2,54	2,52	2,65	2,57	1,28	1,20	1,37	1,28
	Агат-25 Супер	2,66	2,65	2,78	2,70	1,35	1,27	1,44	1,35
	Новосил	2,55	2,53	2,66	2,58	1,28	1,20	1,37	1,28
Тристан	Без обработки	2,23	2,21	2,28	2,24	1,11	1,03	1,15	1,10
	ВЛ-77	2,39	2,38	2,45	2,41	1,20	1,12	1,25	1,19
	Биодукс	2,48	2,46	2,53	2,49	1,26	1,17	1,30	1,24
	Агат-25 Супер	2,55	2,58	2,66	2,60	1,30	1,23	1,38	1,30
	Новосил	2,44	2,47	2,54	2,48	1,23	1,17	1,30	1,23
Самурай КЛ	Без обработки	2,38	2,35	2,44	2,39	1,18	1,09	1,24	1,17
	ВЛ-77	2,55	2,53	2,63	2,57	1,27	1,18	1,35	1,27
	Биодукс	2,59	2,61	2,71	2,64	1,31	1,24	1,40	1,32
	Агат-25 Супер	2,77	2,75	2,86	2,79	1,40	1,31	1,49	1,40
	Новосил	2,66	2,63	2,74	2,68	1,34	1,24	1,41	1,33
$НСР_{05}$ для частных средних		0,067	0,070	0,073	---	0,034	0,036	0,040	---
$НСР_{05}$ по фактору А		0,030	0,031	0,033	---	0,015	0,016	0,018	---
$НСР_{05}$ по фактору В		0,039	0,041	0,042	---	0,020	0,021	0,023	---
$НСР_{05}$ по факторам АхВ		$F_ф<F_т$			---	$F_ф<F_т$			---

* - Дисперсионный анализ представлен в приложении 19

Применение регуляторов роста обеспечивало общую прибавку урожая от 0,18 до 0,39 т/га или 7,8 до 16,9 % относительно величины контроля 2,31 т/га. Повышение урожайности достоверно при $НСР_{05}$ для частных различий = 0,067 (2021 г.), 0,070 (2022 г.), 0,073 (2023 г.).

По результатам опыта наибольшее увеличение хозяйственно-ценных признаков (масса 1000 семянок с 57,0 до 61,9 г, масличность с 48,9 до 50,1 %), итоговая урожайность (с 2,31 т/га до 2,70 т/га) и сбор масла отмечены при двукратном применении регулятора роста Агат-25 Супер.

Наибольший сбор масла в опыте в среднем составил 1,35 т/га получен за счет существенного снижения лузжистости на 0,8 % также при включении в технологию возделывания подсолнечника регулятора роста Агат-25 Супер.

Корреляционный анализ влияния изменяющихся показателей структуры урожая при изучаемом агроприёме показал достоверное влияние на величину структуры урожая, данные систематизированы в таблице 27. Теснота связи по шкале Чеддока по всем показателям – высокая и статистически значима ($p<0,05$).

Таблица 27 – Матрица корреляционной связи элементов структуры урожая и итоговой урожайности

Показатель	Количество семянок в корзинке, шт.	Масса семянок с корзинки, г	Масса 1000 семянок, г	Урожай-ность, т/га
Количество семянок в корзинке, шт.	1,0000	0,9417	0,7873	0,8988
Масса семянок с корзинки, г	0,9417	1,0000	0,7823	0,7409
Масса 1000 семянок, г	0,7873	0,7823	1,0000	0,7217
Урожайность, т/га	0,8988	0,7409	0,7217	1,0000

Наблюдаемая зависимость урожайности от существенно изменяющихся показателей элементов структуры урожая описывается следующими уравнениями парной линейной регрессии:

Y Урожайность, т/га = 0,005 × X Количество семянок в корзинке, шт. - 1,194. Полученная модель объясняет 80,3 % наблюдаемой дисперсии урожайности.

Y Урожайность, т/га = 0,025 × X Масса семянок с корзинки, г + 1,375. Полученная модель объясняет 54,7 % наблюдаемой дисперсии урожайности.

Y Урожайность, т/га = 0,02 × X Масса 1000 семянок, г + 1,307. Полученная модель объясняет 51,7 % наблюдаемой дисперсии урожайности.

Достоверное увеличение масличности и урожайности в прямо связано с увеличением сбора масла. При анализе взаимосвязи масличности и сбора масла коэффициент корреляции r=0,858, теснота связи по шкале Чеддока – весьма высокая (p=0,001<0,05) и статистически значима. Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 28):

Y Сбор масла, т/га = 0,162 × X Масличность, % – 6,775.

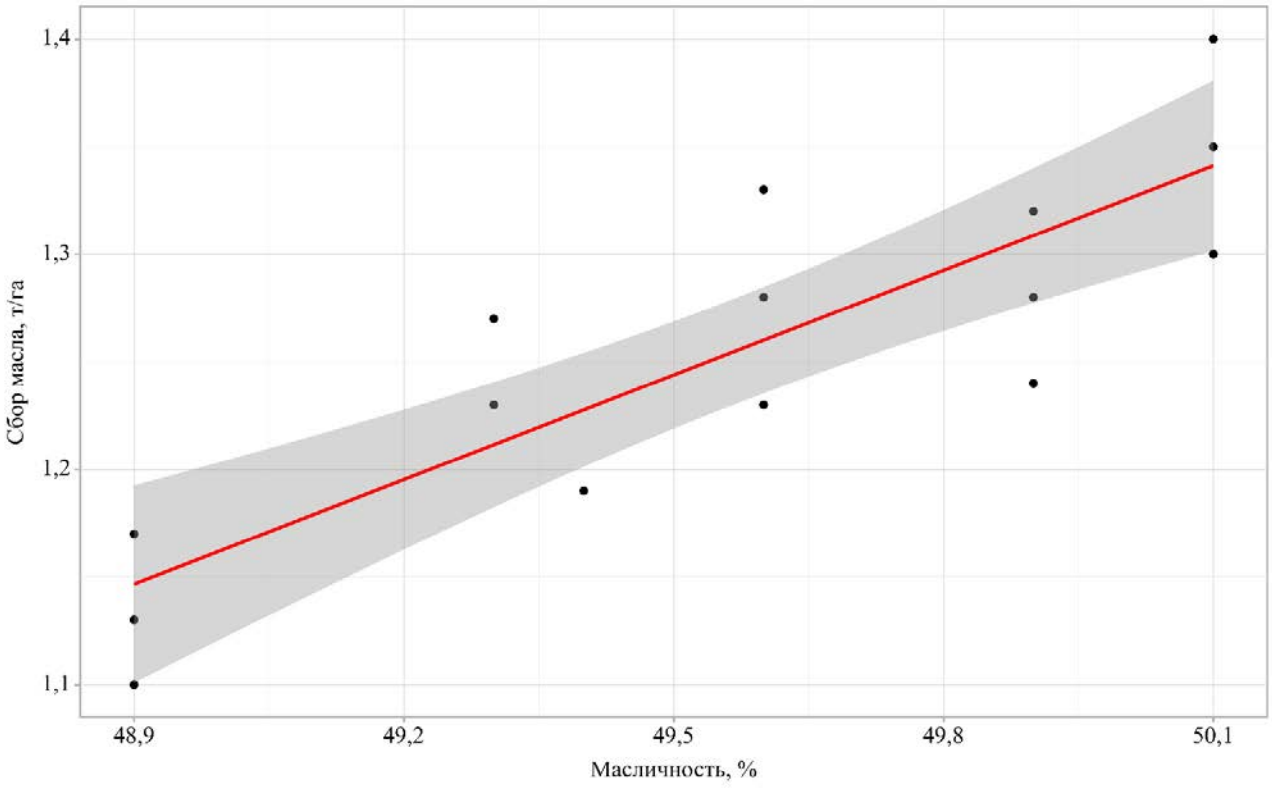


Рисунок 28 – Регрессионная функция зависимости сбора масла от масличности

Достоверное увеличение урожайности напрямую влияет на показатель сбора масла, где коэффициент корреляции r=0,998, теснота связи по шкале Чеддока – весьма высокая (p=0,001<0,05) и статистически значима.

Наблюдаемая зависимость, описывается уравнением парной линейной регрессии (рисунок 29):

Y Сбор масла, т/га = 0,548 × X Урожайность, т/га – 0,131.

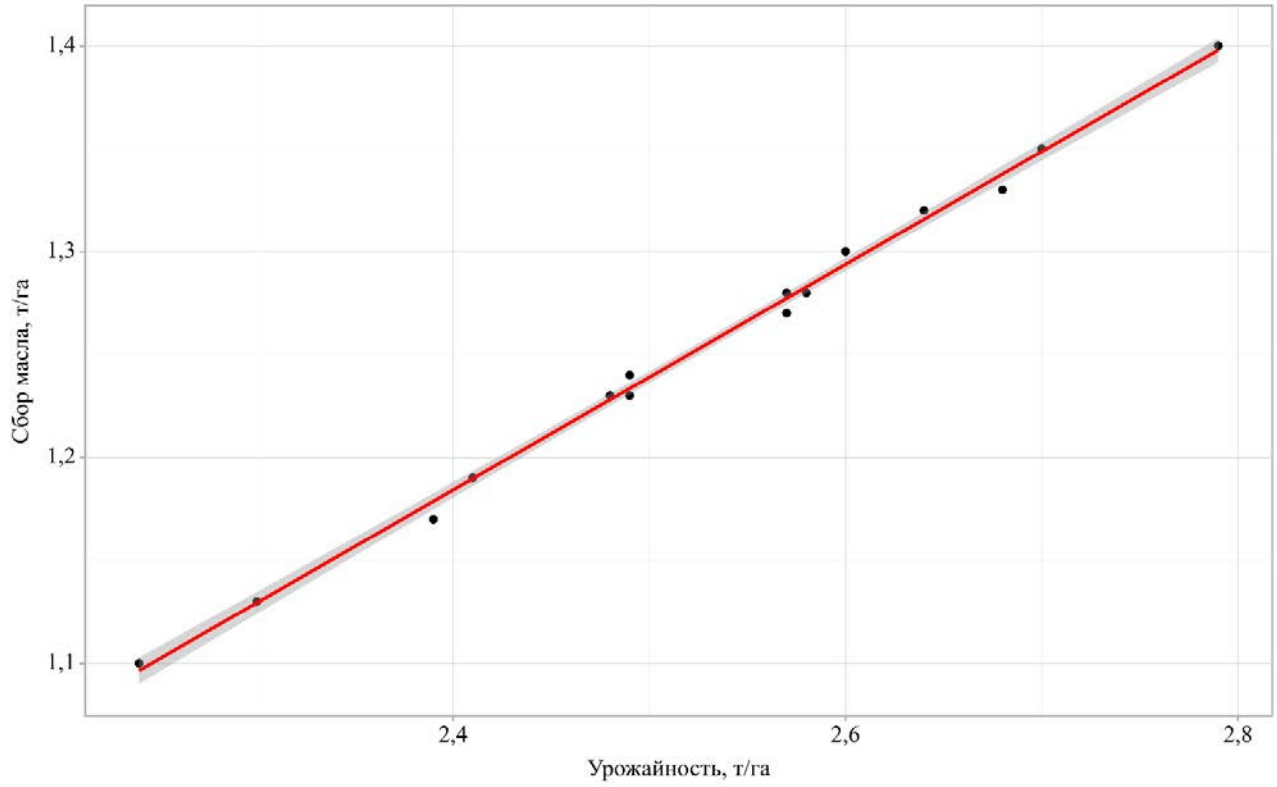


Рисунок 29 – Регрессионная функция зависимости сбора масла от урожайности

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Переход к рыночным отношениям вызвал резкое увеличение стоимости материально-технических ресурсов, обусловил значительный рост себестоимости сельскохозяйственной продукции.

Экономическая эффективность нами рассчитана на основе технологических карт по возделыванию подсолнечника в программе Microsoft Excel 2019, сводные средние данные представлены в таблице 28, подробные сведения по всем вариантам опыта и изучаемым факторам представлены в приложении 20.

Цена реализации подсолнечника по состоянию на декабрь 2023 г составила 26000 руб/тонна, стоимость регуляторов роста: ВЛ-77 – 1230 руб/л, Биодукс – 1200 руб/10 мл, Агат-25 Супер – 3213 руб/кг, Новосил – 1800 руб/л.

Затраты на 1 гектар посева в исследуемых дозировках регуляторов роста составили (при однократном применении): ВЛ-77 – 492 руб., Биодукс – 360 руб., Агат-25 Супер – 96,4 руб., Новосил – 72 руб.

Стоимость урожая напрямую зависит от величины урожайности подсолнечника, которая существенно разнилась в зависимости от изучаемого приёма. В опыте 1 урожайность была наибольшей при отвальной (вспашка) обработке почвы 2,56 т/га, со стоимостью продукции 66,65 тыс. руб/га, что на 7,6 % больше, чем при минимальной (дискование) обработке почвы. В опыте 2, с увеличением количества междурядных обработок урожайность возрастала до 2,64-2,69 т/га, со стоимостью продукции 68,61-69,94 тыс.руб/га, что на 4,3-6,3 % больше стоимости продукции в контроле (65,78 тыс. руб/га) в контроле. В опыте 3 повышение урожайности было более значительным, с прибавкой 0,18-0,39 т/га урожая к контролю (2,31 т/га), что обеспечило стоимость продукции от 64,74 до 70,11 тыс. руб/га, с прибавкой показателя к контролю на 7,8-16,7 %.

Таблица 28 – Экономическая эффективность выращивания подсолнечника (среднее 2021-2023 гг.)

Фактор		Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, тыс. руб/га	Затраты, тыс. руб/га	Себестоимость, тыс. руб/т	Условно чистый доход, тыс. руб/га
Опыт 1 (Агрофизические и биологические свойства чернозема при различной обработке почвы и их влияние на продуктивность гибридов подсолнечника)						
Минимальная обработка (дискование)		2,38	61,71	23,56	9,93	38,14
Отвальная обработка (вспашка)		2,56	66,65	25,29	9,88	41,36
Среднее по гибриду	Тристан	2,39	62,01	24,30	10,19	37,71
	Имми	2,52	65,52	24,34	9,67	41,18
	Самурай КЛ	2,50	65,00	24,64	9,86	40,36
Опыт 2 (Влияние междурядных обработок на показатели плодородия чернозема, засорённость посевов и продуктивность подсолнечника)						
Без междурядной обработки (контроль)		2,53	65,78	24,98	9,87	40,80
Одна междурядная обработка		2,64	68,64	25,80	9,77	42,84
Две междурядных обработок		2,69	69,94	26,23	9,75	43,71
Опыт 3 (Эффективность применения регуляторов роста в технологии возделывания подсолнечника)						
Среднее по регулятору роста	Без обработки (контроль)	2,31	60,06	23,48	10,17	36,58
	ВЛ-77	2,49	64,74	26,66	10,71	38,08
	Биодукс	2,57	66,73	26,42	10,30	40,31
	Агат-25 Супер	2,70	70,11	25,95	9,63	44,17
	Новосил	2,58	67,08	25,82	10,02	41,26
Среднее по гибриду	Имми	2,53	65,73	25,49	10,09	40,24
	Тристан	2,44	63,54	25,63	10,50	37,91
	Самурай КЛ	2,61	67,96	25,88	9,91	42,09
Среднее по гибридам между тремя опытами						
Имми		2,58	67,12	25,37	9,83	41,75
Тристан		2,42	62,78	24,97	10,35	37,81
Самурай КЛ		2,56	66,48	25,26	9,89	41,23

Затраты в исследованиях варьировали от 23,17 до 26,86 тыс. руб/га, которые возрастали за счет дополнительной технологической операции, стоимости регуляторов роста, расходов на их внесение и затрат на дополнительный урожай.

Себестоимость продукции является отношением всех затрат к итоговой урожайности, которая существенно снижается с увеличением урожайности и стоимости валовой продукции. В опыте 1 при больших затратах в варианте с отвальной (вспашка) обработкой почвы за счет повышения урожайности и стоимости продукции себестоимость составила 9,88 тыс. руб/т, что на 0,5 % меньше, чем по минимальной (дискование) обработке. Среди гибридов наибольшая себестоимость (10,19 тыс.руб/т) отмечена у гибрида Тристан, а наименьшая (9,67 тыс. руб/т) у гибрида Имми. В опыте 2, с увеличением количества обработок урожайность к контролю возрастала на 0,11-0,16 т/га, а себестоимость снижалась с 9,87 тыс. руб/т минимально до 9,77 тыс. руб/т или 1,1 %. В опыте 3 применение регуляторов роста способствовало снижению себестоимости производства с 10,17 тыс. руб/га в контроле до 9,63-10,02 тыс. руб/га или на 1,5-5,3 % меньше. Наименьшая себестоимость отмечена при использовании Агат-25 Супер. Исключение составил вариант с применением регулятора роста ВЛ-77, где себестоимость была выше контроля на 5,3 % за счет наибольшей стоимости дополнительного приёма.

Условно-чистый доход рассчитывается как разница между стоимостью продукции и затратами на производство, который варьировал от 34,72 до 46,41 тыс. руб/га. В опыте 1 наибольший доход отмечен с отвальной (вспашка) обработкой почвы – 41,36 тыс. руб/га, что на 7,3 % больше, чем при минимальной (дискование) обработке, среди гибридов наиболее выгодным был Имми. В опыте 2 показатель возрастал с 40,80 тыс. руб/га в контроле до 43,71 тыс. руб/га с применением двух междурядных обработок (прибавка 7,1 %). В опыте 3 доход возрастал с 36,58 тыс. руб/га в контроле до 38,08 тыс. руб/га при использовании ВЛ-77 до 44,17 тыс. руб/га при использовании Агат-25 (прибавка 4,1-20,7 %).

Рентабельность производства варьировала от 142,8 до 170,2 % (рисунок 30).

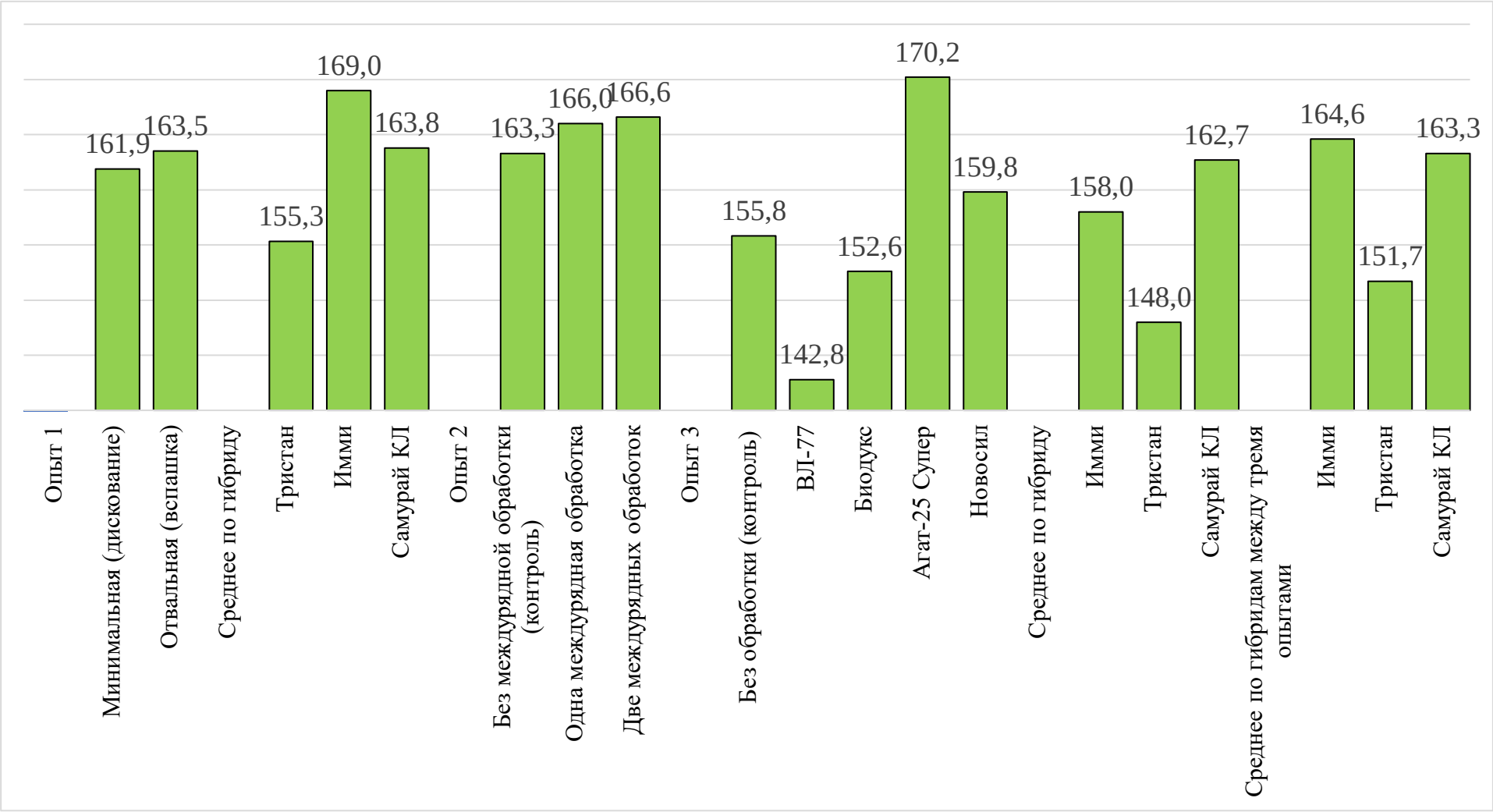


Рисунок 30 – Рентабельность производства подсолненичка, %

В опыте 1 рентабельность производства составила 161,9 % с минимальной (дискование) обработкой почвы, что на 1,6 % меньше, чем при отвальной (вспашка) обработке. Среди гибридов наибольшая рентабельность отмечена у Имми (169,0 %). В опыте 2 показатель возрастал с 163,3 % в контроле до 166,0-166,6 %, с наибольшим показателем при двукратной междурядной обработке. В опыте 3 в среднем по регуляторам роста рентабельность возрастала с 155,8 % в контроле до 159,8-170,2 %. Наиболее рентабельным был вариант с некорневой Агат-25 Супер. Исключение составили варианты с применением регуляторов роста ВЛ-77 и Биодукс, где рентабельность была меньше контроля на 13,0 и 3,2 % соответственно за счет наибольшей себестоимости. Среди гибридов в данном опыте наибольшая рентабельность отмечена у Самурай КЛ (162,7 %) и Имми (158,0 %)

Таким образом, выращивание подсолнечника Clearfield® является экономически эффективным, но наибольшие показатели прибыли отмечены при отвальной (вспашка) обработке почвы, а по рентабельности производства маслосемян показывают варианты применения двух междурядных обработок до применения гербицида и обработка вегетирующих посевов регулятором роста Агат-25 Супер.

7 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Продуктивность фотосинтеза сельскохозяйственных культур целесообразно оценивать величиной выхода полезной энергии с единицы посева. Существование агрофитоценозов значительной мере зависит от большого количества дополнительной технической энергии в виде минеральных удобрений и сельскохозяйственной техники на всех этапах производства продукции земледелия.

Для расчёта выхода энергии (V) используется формула

$V= (Y_0 r L_0) + (Y_n r L_n)$, где

V – содержание энергии в прибавке основной продукции, МДж/га;

Y_0 – урожайность основной продукции, т/га;

Y_n – урожайность побочной продукции, т/га;

r – коэффициент перевода единицы продукции в сухое вещество;

L_0 – содержание общей энергии в 1 т сухого вещества основной продукции, МДж,

L_n – содержание общей энергии в 1 т сухого вещества побочной продукции, МДж.

Для расчета приращения энергии (В) используется следующая формула: В =V – А. Коэффициент, характеризующий энергетическую эффективность приемов (технологии) рассчитывается по формуле:

$$n = V / A$$

Анализ энергетической эффективности выращивания подсолнечника на маслосемена показал, что выращивание подсолнечника является энергетический эффективным сводные средние данные представлены в таблице 29 и рисунке 31, подробные сведения по всем вариантам опыта и изучаемым факторам представлены в приложении 21.

Таблица 29 – Энергетическая эффективность выращивания подсолнечника (среднее 2021-2023 гг.)

Фактор		Урожайность, т/га	Выход энергии с урожаем сухого вещества, ГДж/га	Затраты энергии, ГДж/га	Приращение энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Опыт 1 (Агрофизические и биологические свойства чернозема при различной обработке почвы и их влияние на продуктивность гибридов подсолнечника)						
Минимальная обработка (дискование)		2,38	50,88	6,15	44,73	8,27
Отвальная обработка (вспашка)		2,56	54,92	6,59	48,32	8,33
Среднее по гибриду	Тристан	2,39	51,13	6,31	44,82	8,11
	Имми	2,52	54,00	6,41	47,59	8,43
	Самурай КЛ	2,50	53,57	6,41	47,17	8,37
Опыт 2 (Влияние междурядных обработок на показатели плодородия чернозема, засорённость посевов и продуктивность подсолнечника)						
Без междурядной обработки (контроль)		2,53	54,21	6,54	47,67	8,29
Одна междурядная обработка		2,64	56,55	6,71	49,87	8,43
Две междурядных обработок		2,69	57,61	6,74	50,87	8,55
Опыт 3 (Эффективность применения регуляторов роста в технологии возделывания подсолнечника)						
Среднее по регулятору роста	Без обработки (контроль)	2,31	49,53	6,11	43,40	8,07
	ВЛ-77	2,49	53,36	6,23	47,13	8,57
	Биодукс	2,57	54,99	6,25	48,74	8,80
	Агат-25 Супер	2,70	57,75	6,29	51,46	9,18
	Новосил	2,58	55,27	6,26	49,02	8,84
Среднее по гибриду	Имми	2,53	54,17	6,23	47,94	8,70
	Тристан	2,44	52,38	6,21	46,17	8,44
	Самурай КЛ	2,61	55,99	6,26	49,73	8,94
Среднее по гибридам между тремя опытами						
Имми		2,58	55,31	6,53	48,78	8,48
Тристан		2,42	51,76	6,26	45,50	8,28
Самурай КЛ		2,56	54,78	6,34	48,45	8,66

При урожайности подсолнечника 2,56 т/га по отвальной (вспашка) обработке выход энергии составил 54,92 ГДж/га, что на 7,9 % больше, чем при минимальной (дискование) обработке почвы.

Повышение урожайности с 2,53 до 2,69 т/га при использовании двух междурядных обработках обеспечивает повышение выхода энергии с 54,21 до 57,61 ГДж/га, где прибавка составляет 6,3 %.

С применением регуляторов роста выход энергии возрастает с 49,53 ГДж/га в контроле до 53,36-57,75 ГДж/га с максимальным показателем при использовании Агат-25, что является существенным.

Затраты энергии варьировали от 6,11 до 6,74 ГДж/га увеличиваясь к контролю в опыте 1 на 0,44 ГДж/га или 7,2 %, в опыте 2 на 0,17-0,20 ГДж/га или 2,6-3,1 %, в опыте 3 на 0,12-0,18 ГДж/га или 2,0-2,9 %, что связано с дополнительными технологическими операциями соответственно по опытам.

Приращение энергии составило 43,40-51,46 ГДж/га увеличиваясь к контролю в опыте 1 на 3,59 ГДж/га или 8,0 %, в опыте 2 на 2,17-3,20 ГДж/га или 4,6-6,7 %, в опыте 3 на 3,73-8,06 ГДж/га или 8,6-18,6 %, что является существенным.

Определение энергетической эффективности производства рассчитывается путём отношения энергии, полученного урожаем к затратам энергии, затраченной на выращивание культуры выраженное в коэффициенте. Ряд авторов предлагают следующую оценку энергетической эффективности (Володин В.М., 1981; Коринец В.В., 1992; Севастьянов Н.Я., 2004):

1. Коэффициент энергетической эффективности <1,0 (отсутствует энергетическая эффективность);
2. Коэффициент энергетической эффективности 1-3 (низкая энергетическая эффективность);
3. Коэффициент энергетической эффективности 3-5 (средняя энергетическая эффективность);
4. Коэффициент энергетической эффективности 5-10 (высокая энергетическая эффективность).

В опытах коэффициент энергетической эффективности варьировал от 7,95 до

9,26 и оценивался как высокий.

Уточняя по опытам, стоит отметить, что энергетическая эффективность в зависимости от обработки почвы разнилась на 0,06 и была наибольшей при отвальной (вспашка) обработке.

Добавление двух междурядных обработок при возделывании подсолнечника увеличивает энергетическую эффективность с 8,29 в контроле до 8,43-8,55, что составляет прибавку 1,7-3,1 %.

С обработкой регуляторами роста показатель возрастает с 8,07 до 8,57-9,18, прибавка к контролю составила 6,2-13,8 %, с наибольшей эффективностью при использовании Агат-25.

Энергетическая себестоимость – это показатель аналогичный себестоимости при экономических расчётах, показывающий рациональность того или иного приёма. В опытах энергетическая себестоимость снижалась с 2,60 до 2,57 ГДж/т по отвальной (вспашка) обработке, с 2,58 до 2,54-2,51 ГДж/т или на 1,6-2,8 % при двукратной междурядной обработке, и с 2,66 до 2,50-2,34 ГДж/т или на 6,4-13,7 % с применением регуляторов роста ВЛ-77 и Агат-25 соответственно (рисунок 31).

Таким образом, выращивание подсолнечника по технологии Clearfield® является энергетически эффективным, но наиболее низкие показатели энергетической стоимости производства одной тонны маслосемян подсолнечника отмечены на вариантах применения отвальной (вспашка) обработки почвы, двух междурядных обработок до применения гербицида и обработка вегетирующих посевов стимулятором роста Агат-25 Супер.

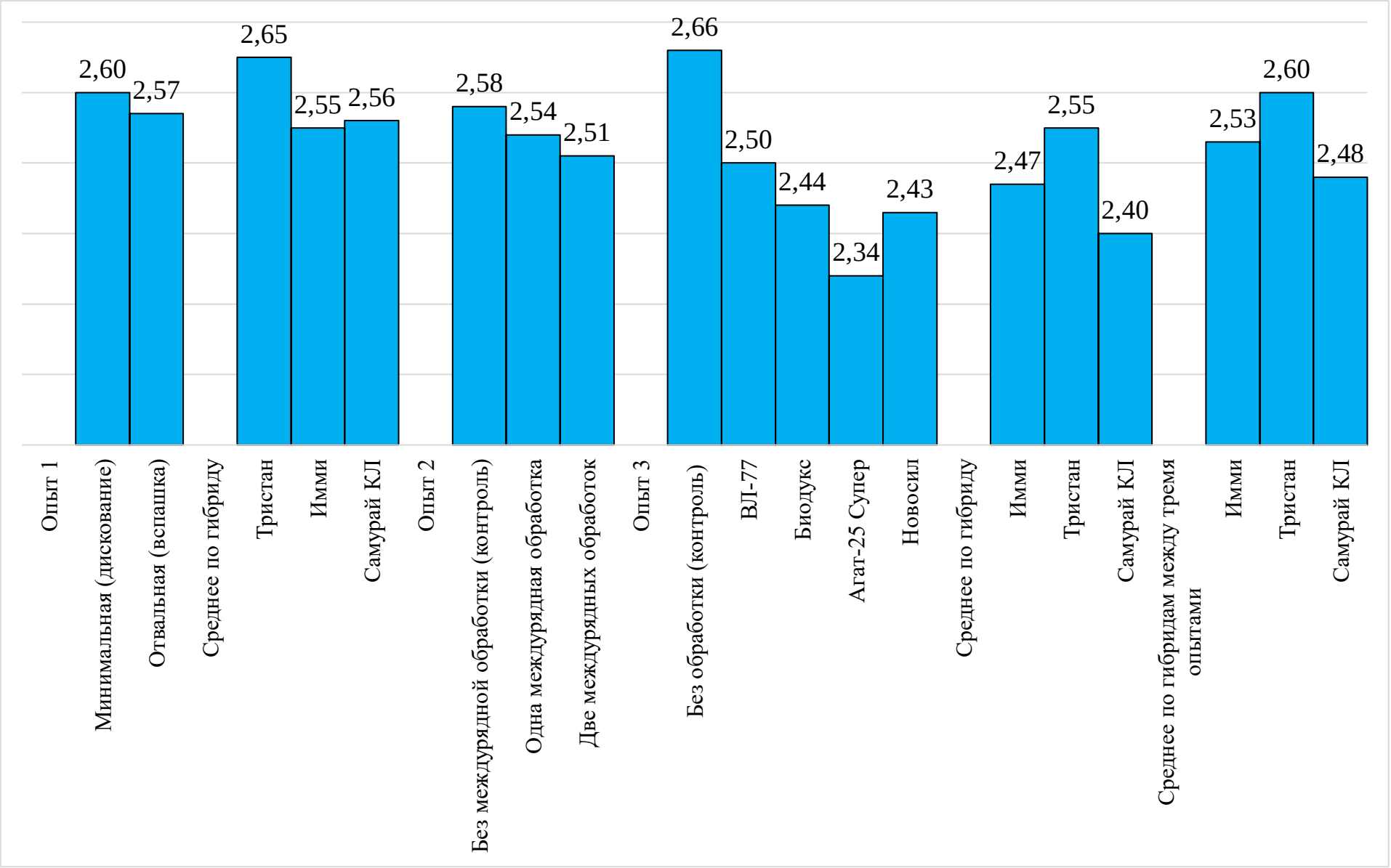


Рисунок 31 – Энергетическая себестоимость единицы продукции, ГДж/т

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённых исследований установлены агробиологические особенности формирования продуктивности подсолнечника в условиях неустойчивого увлажнения Нижнего Дона. Доказано, что повышение урожайности и качества маслосемян обеспечивается не отдельным агроприёмом, а рациональным сочетанием обработки почвы, междурядных обработок, подбора гибрида и применения регуляторов роста.

Отвальная обработка почвы (вспашка на глубину 23-25 см) по сравнению с минимальной обработкой (дискование на 10-12 см) способствовала улучшению водно-физических условий корнеобитаемого слоя. При данной обработке отмечено большее накопление продуктивной влаги (на 21,6-22,7 мм перед посевом и на 6,0-13,4 мм перед уборкой), снижение плотности сложения почвы (по слоям 0-5 см, 5-10 см и 10-20 см – 0,03 г/см^3, 0,09 г/см^3 и 0,11 г/см^3 соответственно).

Выявлена различная реакция изучаемых гибридов подсолнечника на агротехнические приёмы. Наиболее существенное влияние особенности гибрида оказывали на элементы структуры урожая: диаметр корзинки, количество семянок, массу 1000 семянок и массу семянок с корзинки. Установленное взаимодействие обработки почвы и гибрида подтверждает необходимость подбора гибрида с учётом применяемой системы обработки почвы, условий влагообеспеченности и технологии выращивания. В среднем за годы исследований по отвальной (вспашка) обработке почвы урожайность варьировала от 2,44 до 2,67 т/га, что на 0,11-0,25 т/га или 4,7-10,3 % больше, чем при минимальной (дискование) обработке. Наиболее продуктивным в исследованиях был гибрид Имми (средняя урожайность 2,52 т/га).

Установлено, что при выращивании подсолнечника по технологии Clearfield® применение междурядных обработок остаётся агрономически оправданным приёмом. Наиболее эффективным является проведение двух междурядных обработок (в 1-2 пары листьев на глубину 6-8 см и через неделю после первой на глубину 8-10 см) до внесения гербицида. Данный приём

способствовал снижению засорённости посевов (на 94,2 и 98,4 % однодольными и двудольными сорными растениями соответственно), улучшению агрофизического состояния верхнего слоя почвы путем снижения плотности почвы и повышению биологической активности (до 27,8-29,4 %), а незначительное повреждение растений при культивации компенсировалось улучшением условий их дальнейшего роста. В результате урожайность подсолнечника возрастала на 6,32 % по сравнению с вариантом без междурядных обработок.

Двукратное некорневое применение регуляторов роста в фазы 4-6 и 10-12 листьев положительно влияло на рост, развитие и продуктивность растений подсолнечника. Среди изученных регуляторов роста наибольшую эффективность показал Агат-25 Супер, двухкратное применение которого обеспечивало повышение выполненности корзинки до 82,5%, увеличение массы 1000 семянок до 61,9 г, урожайность достигает 2,79 т/га и сбор масла составляет 1,35 т/га. Использование регуляторов роста способствовало также улучшению технологических показателей качества маслосемян.

Экономическая оценка подтвердила целесообразность применения изученных приёмов. Наиболее экономически эффективным является проведение отвальной (вспашка) обработки почвы (прибавка прибыли 3,22 тыс. руб/га), двух междурядных обработок (рентабельность 166,6 %), двукратного некорневого применения регулятора роста Агат-25 Супер (рентабельность 170,2 %).

Таким образом, для условий неустойчивого увлажнения Нижнего Дона научно обоснован и подтверждён производственными испытаниями комплекс приёмов, направленных на повышение продуктивности гибридов подсолнечника по технологии Clearfield®, улучшение качества маслосемян и повышение экономической эффективности производства. Полученные результаты могут быть использованы при разработке технологий возделывания подсолнечника на черноземных почвах юга России.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

При выращивании подсолнечника после озимой пшеницы по технологии Clearfield® в условиях Нижнего Дона на черноземе обыкновенном для достижения уровня урожайности маслосемян 2,56-2,70 т/га целесообразно применение отвальной обработки почвы – вспашки на глубину 23-25 см, до обработки гербицидом проведение двух междурядных обработок: в фазу 1-2 пары листьев на глубину 6-8 см и через неделю после первой обработки на глубину 8-10 см, что позволяет снизить засорённость посевов и улучшить агрофизическое состояние почвы. Для повышения продуктивности и качества маслосемян применять двукратную некорневую обработку регулятором роста Агат-25 Супер в дозе 0,03 кг/га в фазы 4-6 и 10-12 листьев подсолнечника. При выборе гибрида подсолнечника предпочтение отдавать гибридам Имми или Самурай КЛ.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшая разработка темы предполагает распространение полученных результатов на другие природно-климатические зоны с их уточнением в конкретных условиях возделывания подсолнечника; дифференциацию рекомендаций по количеству и срокам междурядных обработок применительно к различным технологиям (классической, минимальной, гербицидным системам); расширение ассортимента регуляторов роста, повышающих засухоустойчивость растений, масличность и качество семян; изучение реакции различных сортов и гибридов на разработанные приёмы, а также многолетнюю производственную проверку технологии с комплексной агроэкономической и энергетической оценкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеенко, А.П. Агротехнические приемы формирования высокопродуктивных агроценозов : монография / А.П. Авдеенко, С.С. Авдеенко, И.В. Фетюхин. – Персиановский : Донской ГАУ, 2020. – 215 с. – ISBN: 978-5-98252-362-4.

2. Авдеенко, А.П. Влияние междурядных обработок и технологий на продуктивность подсолнечника / А.П. Авдеенко, В.Г. Прокопченко // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14. – № 5 (93). – С. 622-631.

3. Авдеенко, А.П. Влияние обработки почвы на продуктивность гибридов подсолнечника / А.П. Авдеенко, И.С. Демченко // Современные наукоемкие технологии – основа модернизации агропромышленного комплекса. Материалы международной научно-практической конференции. пос. Персиановский, 2021. – С. 96-99.

4. Авдеенко, А.П. Продуктивность гибридов подсолнечника в зависимости от элементов технологии возделывания / А.П. Авдеенко // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 2. – № 3. – С. 92-95.

5. АГАТ-25 СУПЕР Стимулятор, Фунгицид, Антидот. – 2024. – URL: https://agat25.ru/store/ (дата обращения 03.05.2024)

6. Агафонов, Е.В. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Г.Е. Мажуга, А.В. Ващенко // Зерновое хозяйство – 2015. – № 5. – С. 56-59.

7. Агротехнические приемы формирования элементов продуктивности масличных культур : монография / И.В. Фетюхин, А.П. Авдеенко, С.С. Авдеенко, Н.А. Рябцева. – Персиановский : Донской ГАУ, 2021. – 214 с. – ISBN: 978-5-98252-391-4.

8. Аюханов, М.Б. Масличные культуры : книга / М.Б. Аюханов. – Уфа: Башкирское книжное издательство, 1982. – 176 с.

9. Бакиров, Ф.Г. Эффективность технологии no-till на чернозёмах южных оренбургского Предуралья / Ф.Г. Бакиров, Г.В. Петрова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1. – С. 23-26.

10. Барбашин, И.Е. Основные направления, способы и приемы воспроизводства земли - главного средства сельскохозяйственного производства / И.Е. Барбашин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 1. – С. 46-48.

11. Бельтюков, Л.П. Экономическая эффективность производства подсолнечника в зависимости от технологий возделывания / Л.П. Бельтюков, Л.Н. Анипенко, В.Г. Донцов // Вестник аграрной науки Дона. – 2012. – № 2 (17). – С. 74-81.

12. Бородин, С.Г. Селекция подсолнечника на качественно новые признаки / С.Г. Бородин // Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье: мат. 6 межд. науч.-произ. конф. Симферополь. – 1997. – С. 174-175.

13. Булаткин, Г. А. Эколого-энергетические аспекты продуктивности агроценозов. - Пущино : ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1986. - 210 с.

14. Бушов, В.А. Особенности применения ресурсосберегающих технологий при производстве подсолнечника в условиях рискового земледелия / В.А. Бушов, И.И. Хамзин, Н.А. Бухарова // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. – 2012. – Т. 3. – С. 40-45.

15. Вавилов, П.П. Растениеводство : книга / П.П. Вавилов. – Москва: Колос, 1986. – 344 с.

16. Вакуленко, В.В. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве / В.В. Вакуленко, О.А. Шаповал // Плодородие. – 2001. – № 2. – С. 27-29.

17. Васильев, Д.С. Подсолнечник : книга / Д.С. Васильев. – Москва: ВО «Агропромиздат», 1990. – 174 с.

18. Вербицкая, Н.В. Использование препарата гуминовой природы для предпосевной обработки семян пшеницы / Н.В. Вербицкая, Е.П. Кондратенко, О.М.

Соболева // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. – № 3 (103). – С. 128-131.

19. Влияние биологических препаратов на продуктивность подсолнечника / А.П. Авдеенко, В.В. Черненко, И.А. Авдеенко, Д.П. Тишкин // В сборнике: Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства. Материалы международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 123-127.

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

21. Влияние приемов основной обработки почвы на продуктивность гибридов подсолнечника в приазовской зоне Ростовской области / И.В., Фетюхин В.В. Черненко, М.В. Бабаян, Е.В. Васильченко // Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК. материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции : в 3 т.. пос. Персиановский, 2021. – С. 173-178.

22. Володин, В.М. Оценка эффективности растениеводства на биоэнергетической основе / В.М. Володин, Р.Ф. Еремина // Земледелие. – 1981. – № 9. – С. 50.

23. Воронкова, Н.А. Влияние длительного применения удобрений в зерно-травяном севообороте на агрохимические свойства чернозема выщелоченного и урожайность сельскохозяйственных культур / Н.А. Воронкова, Н.Ф. Балабанова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 30-32.

24. Воронских, М.Д. Каким быть гибриду? / М.Д. Воронских // Масличные культуры. – 1984. – № 4. – С. 26-30.

25. Вошедский, Н.Н. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность подсолнечника в Ростовской области / Н.Н. Вошедский, В.А. Кулыгин // Земледелие. – 2023. – № 8. – С. 23-27.

26. Гайсин И.А. Эффективность хелатов микроэлементов при инкрустировании семян / И.А. Гайсин // Агрохимический вестник. – 2000.– № 5. – С. 27-29.

27. Гермогенов, А.В. Агробиологические особенности и приемы возделывания высокомасличных сортов и гибридов подсолнечника на темно-каштановых почвах Волгоградской области: автореф. дисс. … канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Гермогенов Александр Владимирович. – Волгоград, 2004. – 24 с.

28. Гоник, Г.Г. Анализ производственной себестоимости подсолнечника / Г.Г. Гоник, А.С. Редько // Экономика и социум. 2017. - № 2 (33). - С. 381-384.

29. Гончаров, С.В. Селекция подсолнечника : монография / С.В. Гончаров. – Краснодар : Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина, 2023. – 124 с. – ISBN: 978-5-907668-07-2.

30. Гончаров, С.В. Сравнительное изучение гибридов подсолнечника / С.В. Гончаров, А.К. Дукеева // Наука и образование. – 2023. – № 1-3 (70). – С. 108-116.

31. ГОСТ 26205–91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. - Москва : Издательство стандартов, 1992. - 8 с.

32. ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества. - Москва : Российский институт стандартизации, 2021. - 14 с.

33. ГОСТ 26213–91. Почвы. Методы определения органического вещества. - Москва : Издательство стандартов, 1992. - 8 с.

34. ГОСТ 26483–85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. - Москва : Издательство стандартов, 1985. - 4 с.

35. ГОСТ 26951–86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. - Москва : Издательство стандартов, 1986. - 10 с.

36. ГОСТ 26489–85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. — Москва : Издательство стандартов, 1985. — 6 с.

37. Горшков, А.В. Продуктивность различных сортов и гибридов подсолнечника в зависимости от почвенного плодородия, удобрений и густоты стояния растений в условия Воронежской области : 06.01.04 : автореф. дисс. канд. с.-х. наук / Александр Владимирович Горшков. – Каменная Степь, 2003. – 18 с.

38. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Пестициды: издание официальное. – Москва : Минсельхоз России, 2024. – 913 с.

39. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений. – ФГБУ «ГОССОРТКОМИССИЯ». – URL: https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektsionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/?arrFilter_pf%5BCULTURE_NAME%5D=Подсолнечник&arrFilter_pf%5BSORT_NAME%5D=&arrFilter_pf%5BSORT_ID%5D=&arrFilter_pf%5BALLOW_SUBJECTS_NAME%5D=&arrFilter_pf%5BALLOW_ORIGINATORS_NAME%5D=&set_filter=Y (дата обращения 20.05.2024).

40. Гринец, Л. В. Биологическая активность почвы / Л. В. Гринец, Л. А. Сенькова, С. К. Мингалев // Аграрное образование и наука. – 2019. – № 2. – С. 14.

41. Давлетшин, Ф.М. Отзывчивость гибрида подсолнечника Босфора на внекорневую подкормку в южной лесостепи Башкорстана / Ф.М. Давлетшин, Х.М. Сафин, Д.С. Аюпов, Г.Э. Гильманова // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 10. – С. 94-96.

42. Двуреченский, В.И. Минимизация агротехнологий в степной зоне Казахстана / В.И. Двуреченский, С.И. Гилевич // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 10-11.

43. Действие и последействие органических удобрений в севообороте / С.И. Новоселов, С.А. Горохов, М.Н. Иванов, Е.С. Новоселова // Агрохимия. – 2013. – № 8. – С. 30-37.

44. Денисов, Е.П. Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании овса и подсолнечника на черноземе южном в Поволжье / Е.П.

Денисов, Ф.П. Четвериков, Е.В. Решетов, Н.П. Молчанова // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 3. – С. – 19-24.

45. Динамика плотности почвы чернозема южного при минимализации основной обработки / А.П. Солодовников, А.В. Летучий, Д.С. Степанов [и др.] // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 5-7.

46. Дорожко, Г.Р. Развитие земледелия Ставрополья / Г.Р. Дорожко, О.И. Власова, В.С. Цховребов // Сб. науч. статей по матер. V Междунар. науч. конф. СтГАУ. Ставрополь. – 2017. – С. 249-251.

47. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропроимздат, 1985. – 315 с.

48. Егорова, Г.С. Качественные показатели маслосемян и урожайность гибрида подсолнечника Гарант в зависимости от способов основной обработки почвы и регуляторов роста растений на черноземах Волгоградской области / Г.С. Егорова, А.В. Тивелев // Известия НВ АУК. – 2013. – №1 (29). – С. 41-45.

49. Загорулько, А.В. Параметры показателей фотосинтетической деятельности растений и их влияние на продуктивность подсолнечника при выращивании по различным технологиям / А.В. Загорулько, А.М. Кравцов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 74. – С. 40-52.

50. Захаренко, В.А. Методика оценки экономической эффективности гербицидов / В.А. Захаренко // Химия в сельском хозяйстве. – 1978. – № 5. – С. 5-10.

51. Захаров, А.И. Эффективность адаптивно ландшафтной системы земледелия в засушливых условиях Ульяновской области / А.И. Захаров, С.Н. Никитин // Земледелие. – 2013. – № 3. – С. 3-5.

52. Зинчук, Е.Г. Влияние дифференцированного внесения удобрений на физикохимические свойства почвы / Е.Г. Зинчук, Л.В. Бойцова // Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве : материалы Межд. науч.-практ. конф. – 2012. – С. 36-38.

53. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2022-2026 годы / А. И. Клименко, А. В. Гринько, А. И. Грабовец [и др.] ; Министерство сельского

хозяйства и продовольствия Ростовской области (Минсельхозпрод РО); Федеральный Ростовский аграрный научный центр. – Ростов-на-Дону : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный Ростовский аграрный научный центр", 2022. – 736 с.

54. Изменение продуктивности новых гибридов подсолнечника под влиянием разной нормы высева семян / А.С. Бушнев, О.М. Борисенко, Ю.В. Мамырко [и др.] // АгроФорум. – 2021. – № 4. – С. 32-35.

55. Интегральный показатель совокупной агроэкономической эффективности на примере исследований подсолнечника / Е.Г. Котлярова, А.И. Титовская, Л.С. Титовская [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 6. – С. 13-16.

56. Камбулов, С.И. Результаты исследований эффективности листовой подкормки сельскохозяйственных культур микроэлементными удобрениями / С.И. Камбулов, В.И. Вялков, Г.В. Овсянникова // Инновационные технологии и средства для полеводства юга России: сб. науч. тр. 6-й международной научно-практической конференции «Инженерное обеспечение инновационного развития сельскохозяйственного производства» (6-7 апреля 2011 г., г. Зерноград). – 2011. – С. 3-10.

57. Ковалик, И.К. Слагаемые успеха / И.К. Ковалик // Масличные культуры. – ВО «Агропромиздат». – 1987. – № 1. – С. 8-9.

58. Коколо, В.З. Степень адаптации гибридов подсолнечника к почвенно-климатическим условиям центральной зоны Краснодарского края / В.З. Коколо, В.П. Василько // В сборнике: Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ. Сборник статей по материалам научно-исследовательских работ: в 4 томах. – 2017. – С. 28-30.

59. Колесниченко, Б.П. Современное состояние и перспективы развития российского рынка подсолнечника / Б.П. Колесниченко // Масличные культуры. – Краснодар. – 2006. – № 1 (134). – С. 132-133.

60. Коломейченко, В.В. Растениеводство : учебник / В.В. Коломейченко. – Москва : Агробизнесцентр, 2007. – 600 с. – ISBN 978-5-902792-11-6.

61. Колосов, Т. А. Формирование урожайности и масличности семян гибридов подсолнечника, возделываемых по системе Clearfield, в условиях предуральской степи Республики Башкортостан : специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Колосов Трофим Анатольевич. – Уфа, 2016. – 123 с.

62. Кольцов, П.А. Подсолнечник : книга / П.А. Кольцов. – М.: Московский рабочий, 1967. – 80 с.

63. Копылов, Б.А. Эффективность бактериальных препаратов в организации минерального питания подсолнечника на черноземе обыкновенном / Б.А. Копылов, В.В. Турчин, А.А. Громаков // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2021. – №1-1(39). – С. 68-74.

64. Коржов, С.И. Земледелие Центрального Черноземья : учебник / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова. - Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. - 416 с.

65. Коринец, В.В. Системно-энергетически подход к изучению агроценозов и оценке производства продукции растениеводства : 06.01.09 : автореф. дис. … д-ра с.-х. наук / Валентин Васильевич Коринец. – Санкт-Петербург, 1992. – 39 с.

66. Костенкова, Е.В. Продуктивность новых гербицидоустойчивых отечественных гибридов подсолнечника в условиях степной зоны Крыма / Е.В. Костенкова, А.С. Бушнев В книге: Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки. Материалы VIII международной научно-практической конференции. – Симферополь, 2023. – С. 48-49.

67. Кохан, А.В. Опыт применения микроудобрений на подсолнечнике / А.В. Кохан // В сборнике: Инновационные направления и разработки для эффективного сельскохозяйственного производства материалы международной научно-практической конференции, посвящённой памяти члена-корреспондента РАН В.И. Левахина: в 2 частях. – 2016. – С. 284-287.

68. Кривошлыков, К.М. Анализ сложившегося состояния и перспектив производства масличного сырья в Российской Федерации / К.М. Кривошлыков // Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур: 3-я междунар. конф. молодых ученых и специалистов (28-30 марта, 2005 г.) – Краснодар, 2005. – С. 77-88.

69. Кривошлыков, К.М. Предпосылки и условия формирования конкурентноспособного отечественного рынка семян подсолнечника / К.М. Кривошлыков, Е.Ю. Макарская // Масличные культуры. – 2023. – № 4 (196). – С. 47-52.

70. Кузина, Е.В. Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании озимой пшеницы на чернозёмах среднего Поволжья / Е.В. Кузина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. – 2022. – Т. 1. – № 1 (1). – С. 25-30.

71. Кузнецов, Н.И. Агробиологические особенности выращивания сельскохозяйственных культур: учебное издание / Н.И. Кузнецов, М.Н. Худенко, Л.П. Шевцова, В.Б. Нарушев. – Саратов : СГАУ, 2003. – 206 с.

72. Кулинцев, В.В. Эффективность использования пашни и урожайность полевых культур по технологии прямого посева / В.В. Кулинцев, В.К. Дридигер // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 16-18.

73. 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.

74. Кураш, О.В. Зависимость урожайности подсолнечника от влажности почвы и предшественников / О.В. Кураш // Зерновое хозяйство. – 2002. – № 1. – С. 25-26.

75. Лихачев, Н.И. Агротехнологии подсолнечника в Алтайском крае : рекомендации / Н.И. Лихачев. - Барнаул: НП «Азбука», 2005. – 33 с.

76. Лукин, А.Л. Плодородие, подсолнечник, пектин: монография / А.Л. Лукин, Е.А. Соболева. - Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 110 с.

77. Лукомец, В.М. Производство подсолнечника в Российской Федерации: состояние и перспективы / В.М. Лукомец, К.М. Кривошлыков // Земледелие. – 2009. – № 8. – С. 3-6.

78. Лухменёв, В.П. Защита подсолнечника от сорняков по системе Cliarfield в Приволжском федеральном округе / В.П. Лухменёв // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (87). – С. 62-68.

79. Лухменёв, В.П. Значение гуминовых удобрений и биологических фунгицидов в защите подсолнечника от стрессовых факторов / В.П. Лухменёв // Известия ОГАУ. – 2017. – № 3 (65). – С. 46-52.

80. Мамсиров, Н.И. Совершенствование агротехнологии производства высококачественных семян подсолнечника / Н.И. Мамсиров, К.Х. Хатков, Л.Н. Тхакушинова // Новые технологии. – 2021. – Т. 17. – № 6. – С. 150-158.

81. Мамсиров, Н.И. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании зерновых культур / Н.И. Мамсиров, О.А. Благополучная, Н.А. Мамсиров // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 24-25.

82. Марин, И.В. Рекомендации для руководителей и специалистов коллективных и фермерских хозяйств ЮФО, ЦЧО и Поволжья / И.В. Марин, В.И. Марин, А.Н. Дорожкин, А.Н. Чекалкин и др. // Российская гибридная индустрия. – Краснодар: МС-Центр, 2010. – 151 с.

83. Мелешко, А.П. Как увеличить производство подсолнечника на Ставрополье / А.П. Мелешко // Масличные культуры. - ВО «Агропромиздат». – 1987. – С. 3-5.

84. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск третий. - М.: Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, 1983. - 184 с.

85. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В. М. Лукомец, Н. М. Тишков, В. Ф. Баранов [и др.] ; Под общей редакцией В.М. Лукомца. – 2-е издание, переработанное и дополненное. –

Краснодар : Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта, 2010. – 327 с.

86. Методы учета структуры сорного компонента в агрофитоценозах : учебное пособие / сост.: И.В. Фетюхин, А.П. Авдеенко, С.С. Авдеенко, В.В. Черненко, Н.А. Рябцева. – Персиановский : Донской ГАУ, 2018 – 76 с.

87. Милюткин, В.А. Актуальность увеличения производства семян подсолнечника технико-технологическими мероприятиями / В.А. Милюткин // В сборнике: Инновационное техническое обеспечение агропромышленного комплекса. Материалы научно-технической конференции с международным участием имени А.Ф. Ульянова. Саратов, 2023. – С. 108-114.

88. Милюткин, В.А. Инновационные машинные комплексы «Туман» ООО «Пегас-Агро» для внесения высокоэффективных азото-серосодержащих удобрений ПАО «Куйбышевазот» на подсолнечнике / В.А. Милюткин, А.А. Перфилов, С.А. Толпекин // В сборнике: Энергоресурсосбережение и энергоэффективность: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции. – Нальчик, 2023. – С. 184-189.

89. Митрофанов, Ю.И. Ресурсосберегающая обработка почвы под озимую рожь на осушенных землях / Ю.И. Митрофанов // Земледелие. – 2010. – №5. – С. 15-17.

90. Мицурин, А.М. Влияние приемов основной обработки почвы и мер по уходу за посевами на засоренность и продуктивность подсолнечника / А.М. Мицурин // Аграрная наука - сельскому хозяйству: II Международная научно-практическая конференция. Сб. статей. Книга 1. – Барнаул, 2007. – С. 443-446.

91. Многофункциональный стимулятор роста растений ВЛ 77®. – ООО «Дол-агро». – 2024. – URL: https://dol-agro.ru/mnogofunkcionalnyj-stimulyator-rosta-rastenij-vl-77-r-1 (дата обращения 03.05.2024).

92. Морозов, В.К. Подсолнечник : книга / В.К. Морозов. –Изд. 2-е перераб. – Саратов: Книжн. изд-во, 1959. – 228 с.

93. Наконечный, В.П. Агротехника крупноплодного подсолнечника / В.П. Наконечный, А.И. Поляков // Земледелие. – 2001. – № 1. – С. 22-23.

94. Нафиков, М.М. Растениеводство с основами цифровизации рабочих процессов : учебное пособие / М.М. Нафиков, С.Г. Смирнов. – Казань : ООО «45», 2023. – 260 с. – ISBN: 978-5-6049418-2-9.

95. Несмеянова, М. А. Плодородие чернозёма типичного и урожайность подсолнечника при различных приёмах биологизации и основной обработки почвы в лесостепи ЦЧР : специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / М. А. Несмеянова. – Воронеж, 2014. – 134 с.

96. Нестерова, Л.Б. Влияние агротехнических приёмов обработки почвы на физические свойства почв и мобилизацию подвижных форм азота в условиях Алтайского Приобья / Л.Б. Нестерова, А.Е. Кудрявцев, Н.Ф. Кудрявцева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 6 (56). – С. 13-17.

97. Нещадим, Н.Н. Современные проблемы качества зерна / Н.Н. Нещадим, К.Н. Горпинченко, А.А. Квашин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 35. – С. 338-342.

98. Никитчин, Д.И. Научное обоснование технологии выращивания и семеноводства гибридного подсолнечника в Степи Украины : автореф. дис. ... доктора с-х наук : 06.01.09 : Никитчин Дмитрий Иванович. – Днепропетровск, 1994. – 34 с.

99. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора, М.Н. Власова. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 137 с.

100. Новичихин, А.М. Влияние современных агропрепаратов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / А.М. Новичихин, Н.В. Щеглов // Модернизация агротехнологий в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья: Сб. научн. докл. всеросс. науч.-практич. конф. – 2014. – С. 36-37.

101. Оперативная информация Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. – 2024. - URL: https://mcx.donland.ru/activity/30434/ (дата обращения 03.05.2024)

102. Оптимизация питания масличных культур в органическом земледелии : монография / Р.А. Каменев, В.В. Турчин, В.К. Каменева [и др.]. – Персиановский : Донской ГАУ, 2022. – 238 с.

103. Органическое земледелие : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2. / Донской ГАУ ; сост. С.С. Авдеенко, А.П. Авдеенко, И.В. Фетюхин, Н.А. Рябцева. – Персиановский : Донской ГАУ, 2023. – 186 с.

104. Орлова, Л.В. Сберегающее земледелие за рубежом и в России: опыт применения, эффективность / Л.В. Орлова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2009. – № 6. – С. 71-73.

105. Основы научных исследований в агрономии / В. Ф. Моисейченко, М. Ф. Трифонова, А. Х. Заверюха, В. Е. Ещенко. – Москва : Издательство "Колос", 1996. – 336 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – ISBN 5-10-003276-6.

106. Отзывчивость гибридов подсолнечника на минимизацию основной обработки почвы в Заволжье / А.П. Солодовников, В.И. Жужукин, А.Г. Субботин [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 1. – С. 22-27.

107. Отраслевой классификатор сорных растений: информ. издание. – М.: ФГБНУ «Росиформагротех», 2018. – 52 с.

108. Оценка гибридов подсолнечника по хозяйственно ценным признакам и экологической пластичности / В.И. Грязева, Ю.В. Корягин, Н.В. Корягина, Н.И. Сигов // Нива Поволжья. – 2020. – № 3 (56). – С. 37-43.

109. Папцов, А.Г. Экспорт масложировой продукции России в условиях санкций / А.Г. Папцов, Н.А. Шеламова // Международная экономика. – 2022. – № 12. – С. 833-892

110. Перспективы расширения посевных площадей подсолнечника в Зауралье / Н.В. Степных, Е.В. Нестерова, А.М. Заргарян, С.А. Копылова // Земледелие. – 2021. – № 6. – С. 27-33.

111. Пихтярев, Р.В. Влияние способов применения нитро удобрений и регуляторов роста на продуктивность подсолнечника / Р.В. Пихтярев, А.А. Дряхлов // Сб. материалов 4-й Междунар. конф. молодых ученых и специалистов, посвященный 95-летию основания ВНИИМК. Краснодар, 2007. – С. 210-212.

112. Пойда, В.Б. Сравнительная оценка урожайности перспективных гибридов подсолнечника выращиваемых по технологиям Клеарфилд и Экспресс Сан в условиях приазовской зоны Ростовской области / В.Б. Пойда, Е.М. Фалынсков, М.А. Збраилов // В сборнике: Стратегии и векторы развития АПК. Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ. – 2021. – С. 285-288.

113. Полевщиков, С.И. Оценка адаптивности гибридов подсолнечника иностранной селекции к почвенно-климатическим условиям Тамбовской области / С.И. Полевщиков, А.С. Веркошанский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2-1. – С. 130-134.

114. Пономарева, В.В. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения) : книга / В.В. Пономарева, Т.А. Плотникова. – Ленинград : Наука, 1980. – 221 с.

115. Попов, Ю.В. Защита зерновых культур от болезней должна быть обоснованной / Ю.В. Попов // Защита и карантин растений. – 2009. - №7. – С. 42-45.

116. Посыпанов, Г.С. Растениеводство : учебник / Г.С. Посыпанов. – Москва: КолосС, 2007. – 612 с.

117. Потапов, Д.В. Продуктивность гибридов подсолнечника при применении удобрений в условиях лесостепи среднего Поволжья / Д.В. Потапов, Р.Н. Саниев // В сборнике: Вклад молодых ученых в аграрную науку. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 95-98.

118. Почвенно-климатические условия Ростовской области : учебное пособие / Донской ГАУ ; сост. В.В. Турчин, Е.И. Пугач. – Персиановский : Донской ГАУ, 2022. – 139 с.

119. Приемы повышения урожайности маслосемян подсолнечника на черноземных почвах Нижнего Поволжья / Г.А. Медведев, В.М. Иванов, В.Н. Чурзин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 4 (40). – С. 52-59.

120. Пустовойт, В.С. Подсолнечник : книга / В.С. Пустовойт. – Москва : Колос, 1975. – 591 с.

121. Пустовойт, В.С. Селекция и семеноводство подсолнечника / В.С. Пустовойт // Вестник с.-х. науки. – 1971. – № 3. – С. 55-61.

122. Рейтинг регионов России по урожаю технических культур и овощей в 2023 г. – Сделано у нас. – URL: https://sdelanounas.ru/blogs/158371/ (дата обращения 02.04.2024).

123. Рзаева, В.В. Компоненты агрофитоценоза в зависимости от обработок почвы в лесостепи Тюменской области / В.В. Рзаева, Т.В. Симахина, В.А. Поминов // Аграрный вестник Урала. – 2007. – № 5 (41). – С. 44-46.

124. Руднева, Е.С. Сравнительная оценка сортов подсолнечника в условиях курской области / Е.С. Руднева // В сборнике: За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей 3-й Всероссийской молодежной научной конференции. В 3-х томах. – Курск, 2022. – С. 402-406.

125. Рымарь, В.Т. Влияние органо-минеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность подсолнечника / В.Т. Рымарь, В.И. Турусов // Научно-практические основы сохранения и воспроизводства плодородия почв ЦЧЗ. – 2008. – С. 88-90.

126. Рынок подсолнечника, масла и шрота: тенденции и прогнозы. – Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр». – URL: https://ab-centre.ru/news/rynok-podsolnechnika-masla-i-shrota-tendencii-i-prognozy (дата обращения 05.05.2023).

127. Рябов, Д.Ю. Эффективность использования некорневой подкормки при возделывании подсолнечника / Д.Ю. Рябов // Аграрные конференции. – 2017. – № 6. – С. 45-47.

128. Сафин, Х.М. Влияние внекорневой подкормки на урожайность гибрида подсолнечника Босфора / Х.М. Сафин, Г.Э. Гильманова // Известия УНЦ РАН. – 2018. – № 3-6. – С. 18-21.

129. Сафиоллин, Ф.Н. Масличные культуры : книга / Ф.Н. Сафиоллин, Р.К. Вахитов. – Казань : Матбугатйорты, 2000. – 270 с.

130. Севастьянов, Н.Я. Энергетическая эффективность возделывания подсолнечника / Н.Я. Севастьянов, С.И. Наумов, О.М. Васильева // Земледелие. – 2004. – № 1. – С. 29.

131. Семихненко, П.Г. Культура подсолнечника / П.Г. Семихненко, А.И. Ключников и др. – Москва : Сельхозгиз, 1960. –278 с.

132. Сетевое издание AgroXXI.ru. – 2024. – URL: https://www.agroxxi.ru/ (дата обращения 03.05.2024).

133. Синская, Е.Н. Историческая география культурной флоры (На заре земледелия) : книга / Е.Н. Синская. – Ленинград : Колос, 1969. – 480 с.

134. Система защиты растений в ресурсосберегающих технологиях : коллективная монография / В.В. Немченко, А.Ю. Кекало, Н.Ю. Зарганян [и др.]. – Куртамыш : Куртамышская типография, 2011. – 525 с. – ISBN: 978-5-98271-162-5.

135. Системы земледелия: научные основы и региональный аспект : учебное пособие / И.В. Фетюхин, А.П. Авдеенко, В.В. Черненко, Н.А. Рябцева. – Персиановский : Типография НГМА, 2016. – 172 с. – ISBN 978-5-98252-281-8.

136. Смирнова, Н.Н. Обработка почвы / Н.Н. Смирнова, А.П. Авдеенко // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2016. – Т. 11. – С. 291-295.

137. Совершенствование питания и удобрения сельскохозяйственных культур при организации производства органической продукции растениеводства : монография / А.П. Авдеенко, Е.В. Агафонов, С.В. Абраменко [и др.]. – Персиановский : Донской ГАУ, 2021. – 158 с. – ISBN 978-5-98252-395-2.

138. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника в зоне рискованного земледелия / А.П. Авдеенко, В.В. Черненко, И.Н. Шестов [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2015. – № 5 (21). – С. 3.

139. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника с повышением урожайности и качества продукции в засушливых почвенно-климатических условиях / В.А. Милюткин, В.А. Шахов, Н.К. Комарова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (87). – С. 152-158.

140. Сорт или гибрид подсолнечника – выбор за Вами // Агрофорум. – 2020. – № 7. – С. 9-15.

141. Сравнительная оценка гибридов подсолнечника по продуктивности в условиях Тамбовской области / А.А. Крюков, Е.В. Пальчиков, Е.В. Галкина, Е.Д. Рудковский // В сборнике: Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения). Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 252-254.

142. Стифеев, А.И. Система рационального использования и охрана земель : учебное пособие для вузов / А.И. Стифеев, Е.А. Бессонова, О.В. Никитина. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 168 с. – ISBN 978-5-8114-8130-9. – URL: https://e.lanbook.com/book/171875 (дата обращения: 10.06.2023).

143. Столяров, О.В. Влияние обработки почвы и норм высева на урожайность подсолнечника, выращиваемого по системе EXPRESS SUNTM / О.В. Столяров, С.В. Колодяжный // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (57). – С. 13-19.

144. Сулейманов, С.Р. Исследование биологической эффективности регуляторов роста Цитодеф-100 и Гиберелон, ВРП на посевах подсолнечника в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / С.Р. Сулейманов, Ф.Н. Сафиоллин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. – № 1 (1). – С. 35-39.

145. Сулейманов, С.Р. Результаты исследований продуктивности и адаптивности гибридов подсолнечника ООО "Сингента" в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / С.Р. Сулейманов, Ф.Н. Сафиоллин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. – № 2 (2). – С. 37-42.

146. Сулейманов, С.Р. Эффективность применения органоминерального удобрения Аминовелл на посевах подсолнечника в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / С.Р. Сулейманов, Ф.Н. Сафиоллин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2023. – № 2 (6). – С. 30-37.

147. Сычев, В.Г. Современное состояние и динамика плодородия пахотных почв России / В.Г. Сычев, М.И. Лунев, А.В. Павлихина // Плодородие. – 2012. – № 4. – С. 5-7.

148. Титовская, А.И. Изменение структурного состояния почвы в зависимости от систем обработки / А.И. Титовская // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 7. – С. 51-53.

149. Титовская, Л.С. Продуктивность гибридов подсолнечника в зависимости от способа основной обработки почвы и применения комплексных минеральных удобрений : дисс. … канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Титовская Людмила Сергеевна. – Орел : ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – 2018. – 161 с.

150. Тихонов, Н.И. Как инсектициды и микроудобрения влияют на урожайность подсолнечника влияние инсектицидов и микроудобрений на урожайность изучаемых гибридов подсолнечника в степной зоне черноземных почв Волгоградской области / Н.И. Тихонов, Р.А. Кочетов // Фермер. Поволжье. – 2018. – № 2 (67). – С. 32-38.

151. Тихонов, О.И. Биология, селекция и возделывание подсолнечника/ О.И. Тихонов, Н.И. Бочкарев, А.Б. Дьяков. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 281 с.

152. Токарева, Н.В. Вынос элементов питания сорной растительностью полевого севооборота при применении удобрений и гербицидов в Вологодской области / Н.В. Токарева, В.В. Суров, О.В. Чухина // Агрохимия. – 2020. – № 7. – С. 76-82.

153.Ториков, В.Е. Общее земледелие. Практикум : учебное пособие / В.Е.Ториков, О.В. Мельникова. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 204 с. – ISBN 978-5-

8114-3553-1. – URL: https://e.lanbook.com/book/206657 (дата обращения: 14.08.2023).

154. Трофимова, Т.А. Энергосберегающие приемы основной обработки почвы в полевых севооборотах ЦЧР/ Т.А. Трофимова, Е.В. Коротких, Д.А. Болучевский // Вестник Воронежского государственного аграр-ного университета. – 2013. – № 4. – С. 15-21.

155. Трушин, В.Ф. Опыт минимализации обработки почвы на Среднем Урале / В.Ф. Трушин // Земледелие. – 1990. – № 2. – С. 60-63.

156. Турусов, В.И. Влияние агрохимиката Аминомакс кальций на продуктивные способности подсолнечника / В.И. Турусов, Л.А. Пискарева, О.В. Гриднева // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. – 2015. – № 8-2. – С. 78-81.

157. Тютюнов, С.И. Влияния способов обработки почвы, минеральных и органических удобрений в различных севооборотах на содержание гумуса в чернозёме типичном / С.И. Тютюнов, В.Д. Соловиченко, А.С. Цыгуткин, И.В. Логвинов // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 5. – С. 7-12.

158. Урожайность гибридов подсолнечника на различных фонах минерального питания в засушливых условиях Нижнего Поволжья / А.Г. Субботин, А.Ф. Дружкин, А.П. Солодовников [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 10. – С. 66-70.

159. Фетюхин, И.В. Биологическая защита посевов подсолнечника в органическом земледелии / И.В. Фетюхин, А.Р. Фурсов, Б.Р. Ахмадов // В сборнике: Актуальные проблемы использования почвенных ресурсов и пути оптимизации антропогенного воздействия на агроценозы: цифровизация, экологизация, основы органического земледелия. Материалы международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Персиановский, 2022. – С. 7-11.

160. Фетюхин, И.В. Оценка адаптивного потенциала гибридов подсолнечника в условиях северо-восточной зоны Ростовской области / И.В. Фетюхин, А.К. Кулягин // В сборнике: Современные наукоемкие технологии -

основа модернизации агропромышленного комплекса. Материалы международной научно-практической конференции. пос. Персиановский, 2021. – С. 176-180.

161. Физиолого-биохимические основы применения растений для получения продуктов питания человека и кормов для животных : монография / Н.П. Зуев, В.В. Евдокимов, А.Н. Крюков [и др.]. – Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина. Белгород – Воронеж : ООО ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2022. – 412 с. – ISBN: 978-5-98242-360-3.

162. Филиппова, А.В. Влияние агроприёмов на экологические свойства чернозёма обыкновенного в условиях засухи / А.В. Филиппова, М.Д. Попова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4 (48). – С. 16-19.

163. Хабаров, Н.Н. Качество и сохранность маслосемян подсолнечника в ЦЧР : монография / Н.Н. Хабаров. – Воронеж: ВГАУ, 2003. – 163 с.

164. Харченко, А.Г. Прямой посев в условиях эпифитотии бактериозов / А.Г. Харченко // Ресурсосберегающее земледелие. – 2011. – № 2. – С. 34-37.

165. Цыбулько, В.А. Изучение влияния Гуминатрина с микроэлементами на урожайность подсолнечника, ярового рапса, льна масличного в 2017 году / В.А. Цыбулько // АгроСнабФорум. – 2018. – № 1 (157). – С. 38-40.

166. Часовских, Н.П. Оптимизация структуры посевных площадей в Оренбургской области : учебное пособие / Н.П. Часовских. - Оренбург: Пресса, 2005. – 79 с.

167. Чекмарев, П.А. Система удобрения в условиях биологизации земледелия / П.А. Чекмарев, С.В. Лукин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 10-12.

168. Что такое Новосил. – Научно-производственное предприятие БИОХИМЗАЩИТА. – 2024. – URL: https://biohimzashita.ru/novosil-menyu/#instrukciya (дата обращения 03.05.2024).

169. Чурзин, В.Н. Агротехническая оценка способов основной обработки почвы и применения удобрений в технологии возделывания подсолнечника на черноземах Волгоградской области / В.Н. Чурзин, А.О. Дубовченко // Известия

Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55). – С. 127-134.

170. Чурзин, В.Н., Влияние приемов ухода на засоренность и урожайность гибридов подсолнечника на обыкновенных черноземах Ростовской области / В.Н. Чурзин, А.В. Калмыков // Известия НВ АУК. – 2010. – № 1 (17). – С. 61-65.

171. Шестов, И.Н. Продуктивность различных гибридов подсолнечника в условиях Октябрьского района Ростовской области / И.Н. Шестов, В.В. Черненко, И.Е. Черненко // В сборнике: Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства. материалы международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 163-166.

172. Шеуджен, А.Х. Агробиогеохимия чернозема. 2-е изд. Доп. и перераб. / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ООО «Полиграф-ЮГ», 2018. – 308 с.

173. Шиленко, Ю. Подсолнечнику – чистое поле / Ю. Шиленко // Главный агроном. – 2011. – № 1. – С. 33-34.

174. Шпаар, Д. Яровые масличные культуры : книга / Д. Шпаар, Л. Адам, Х. Гинапп. – Минск: Фуаинформ, 1999. –286 с.

175. Шурупов, В.Г. Влияние способов основной обработки почвы и других факторов на засоренность в звене севооборота / В.Г. Шурупов, В.С. Полоус // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2010. – № 1. – С. 72-76.

176. Шурупов, В.Г. Влияние способов основной обработки почвы на засорённость и урожайность масличных культур в севообороте / В.Г. Шурупов, В.С. Полоус // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 2. – С. 43-44.

177. Экологическое испытание масличных культур в Западной Сибири / А.Н. Пузиков, Г.Н. Кузнецова, Ю.Н. Суворова [и др.] // Colloquium-Journal. – 2018. – № 12-1 (23). – С. 33-36.

178. Эффективность применения технологии No-Till на чернозёмах обыкновенных Ставропольского края / В.С. Цховребов, А.Б. Тетенищев, В.И. Фаизова [и др.] //Земледелие. – 2021. – № 3. – С. 15-18.

179. Эффективность росторегулирующих соединений в сочетании с хелатами в зависимости от способов применения, фона удобрений и сортов картофеля разных сроков созревания / А.В. Коршунов, А.В. Митюшкин, К.А. Птицын, А.А. Емельянов // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 1. – С. 14-16.

180. Яцюк, С.В. Влияние погодных условий на урожайность гибридов подсолнечника в сухостепной зоне Северного Казахстана / С.В. Яцюк, Е.А. Гордеева, Н.А. Шестакова // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 3 (170). – С. 60-67.

181. A New Sunflower High Oleic Mutation Confers Stable Oil Grain Fatty Acid Composition across Environments / C. Alberio, N.G. Izquierdo, T. Galella [et all.] // Eur. J. Agron. – 2016. – Vol. 73. – P. 25-33.

182. Achene yield and oil quality of diverse sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids are affected by different irrigation sources / A. Sher, M. Suleman, A. Sattar [et all.] // Journal of King Saud University – Science. – 2022. – Vol. 34. – Is. 4. – Article number: 102016.

183. Adeleke, B.S. Oilseed Crop Sunflower (*Helianthus Annuus*) as a Source of Food: Nutritional and Health Benefits / B.S. Adeleke, O.O. Babalola // Food Sci. Nutr. – 2020. – Vol. 8. – Is. 9. – P. 4666-4684.

184. Al-Amery, M. Effect of Boron Foliar Application on Reproductive Growth of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) / M. Al-Amery, J.H. Hamza, M.P. Fuller // International Journal of Agronomy. – 2011. – Vol. 2011. – Is. 1. – Article number: 230712.

185. Alpmann, Z. Grundlagen für hohe Rapsertrdge bereits im Herbst legen / Z. Alpmann // Innovation. – 1999. – Vol. 6. – № 3. – P. 2-6.

186. Baenziger, P.S. Improving lives: 50 years of crop breeding, genetics, and cytology / P.S. Baenziger, W.K. Russell, G.L. Graef, B.T. Campbell // Crop Science. – 2006. – Vol. 46. – № 5. – P. 2230-2244.

187. Blanco-Cangui, H. No-tillage and soil physical environment / H. Blanco-Cangui, S.J. Ruis // Geoderma. – 2018. – Vol. 326. – P. 164-200.

188. Calvo, P. Agricultural uses of plant biostimulants / P. Calvo, L. Nelson, J.W. Kloepper // Plant Soil. – 2014. – № 383. – P. 3-41.

189. Charney, M. Sunflower seeds and their products / M. Charney // Journal of Agricultural and Food Information. – 2010. – № 2. – P. 81-89.

190. Chojnacka, K. Innovative bio-products for agriculture / K. Chojnacka // Open Chemistry. – 2015. – Vol. 13. – Is. 1. – Article number: 000010151520150111.

191. Debrnek, J. Stoopelbearbeitung. Welche Verfahren nach welchen Früchten / J. Debrnek // Neue Landwirtschaft. – 2009. – № 7. – P. 47-49.

192. Dell, B. Physiological response of plants to low boron / B. Dell, H. Longbin // Plant and Soil. – 1997. – Vol. – 193. – № 1-2. – P. 103-120.

193. Domaratskyi, Ye. Leaf Area Formation and Photosynthetic Activity of Sunflower Plants Depending on Fertilizers and Growth Regulators / Ye. Domaratskyi // Journal of Ecological Engineering. – 2021. – Vol. 22. – Is. 6. – P. 99-105.

194. Drought stress in sunflower: Physiological effects and its management through breeding and agronomic alternatives / M. Hussain, Sh. Faroog, W. Hasan [et al.] // Agricultural Water Management. – 2018. – Is. 201. – P. 152-166.

195. El Tili, A. Soil Tillage in Agroecosystems : book / A. El Tili . – Boca Raton : CRC Press, 2002. – 384 p. – ISBN: 978-3-319-11619-8. – URL: https://books.google.ru/books/about/Soil_Tillage_in_Agroecosystems.html?hl=ru&id=bTPL9Jp2XiEC&redir_esc=y (дата обращения 04.03.2024).

196. Farooq, M. Conservation Agriculture : book / M. Farooq, K.H.M. Siddique. – Switzerland : Springer International Publishing, 2015. – 665 p. – ISBN: 978-3-319-35055-4.

197. Force, E.M. Sunflower : chemistry, production, processing, and utilization :book / E.M. Force, N.T. Dunford, J.J. Salas. – Urbana, Illinois : AOCS Press, 2015. – 728 p.

198. Friedrich, T. Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture / T. Friedrich, A. Kassam, R. Derpsch // Field actions science reports. – 2012. – Sp. Is. 6. – P. 1-7.

199. Genetic analysis of sunflower domestication / J.M. Burke, S. Tang, S.J. Knapp, L.H. Rieseberg // Genetics. – 2002. – P. 1257-1267.

200. Grace, H. The Effect of Organo-Mineral Fertilizer Applications on the Yield of Winter Wheat, Spring Barley, Forage Maize and Grass Cut for Silage / H. Grace, C. Keith, M. Charles, S. Minh // This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License. – 2015. – P. 109-116.

201. Gray, R.S. Economic factors contributing to the adoption of reduced till-age technologies in central Saskatchewan / R.S. Gray, J.S. Taylor, W.J. Brown // Canad. J. Plant Sc. – 1996. – Vol. 76. – № 4. – P. 661-668.

202. Hanf, H. Schwachen raps stehen lassen /H. Hanf, K. Krüger // Bauernzeitung. – 1999. – Vol. 40. – P. – 20-21.

203. Influence of precipitation and moisture reserves on the yield of crops under different tillage / G. Mokrikov, T. Minnikova, K. Kazeev, S. Kolesnikov // Agronomy Research. – 2019. – № 17 (6). – P. 2350-2358.

204. Janmohammadi, M. Tillage intensity by organic fertilization interaction on sunflower performance and some soil properties / M. Janmohammadi, N. Sabaghnia // Helia. – 2023. – Vol. 46. – № 78. – P. 77-87.

205. Lafond, G.P. Row spacing and seeding rate effects in wheat and barley under a conventional fallow management system / G.P. Lafond, D.A. Derksen // Canad. J. Plant Sc. – 1996. – Vol. 76. – № 4. – P. 791-793.

206. Lal, R. Soil Organic Carbon and Feeding the Future. Basic Soil Processes : book / R. Lal. – Boca Raton : CRC Press, 2021. – 338 p. – URL: https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/9781003243090/soil-organic-carbon-feeding-future-rattan-lal (дата обращения 04.03.2024).

207. Nenova, N. Sunflower hybrid “Linzi” and its agronomic response to the main soil tillage systems in the region of South Dobrudzha / N. Nenova, M. Nankova // Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology. – 2023. – Vol. 57. – № 4. – P. 49-62.

208. Organic substitution improves soil structure and water and nitrogen status to promote sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth in an arid saline area / Y. Cheng, M.

Luo, T. Zhang [et al.] // Agricultural Water Management. – 2023. – Vol. 283. – Article number: 108320.

209. Pathak, D.K. Quantity and quality of pectin in sunflower at various stages of maturity / D.K. Pathak, S.D. Shukla // J. Food Sci and Techn. – 1981. – Vol. 18. – № 3. – P. 116-117.

210. Petraru, A. Nutritional Characteristics Assessment of Sunflower Seeds, Oil and Cake. Perspective of Using Sunflower Oilcakes as a Functional Ingredient / A. Petraru, F. Ursachi, S. Amariei // Plants. – 2021. – Vol. 10. – № 11. – Article number: 2487.

211. Pilorgé, E. Sunflower in the global vegetable oil system: situation, specificities and perspectives / E. Pilorgé // OCL. – 2020. – № 27. – Article number: 34.

212. Prabhakar, K. Effect of boronfoliar application at Critical growth stages on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed yield and oil yield / K. Prabhakar, D. Laksmi Kalyani, S. Balaji Nayak [et al.] // Pharma Innov. J. – 2021. – Vol. 10. – Is. 8. – P. 910-913.

213. Seiler, G.J. Analysis of the relationships of environmental factors with seed oil and fatty acid concentrations of wild annual sunflower / G.J. Seiler // Field Crops Research. – 1986. – № 15. – P. 57-60.

214. Seiler, G.J. Wild annual *Helianthus anomalus* and *H. deserticola* for improving oil content and quality in sunflower / G.J. Seiler // Industrial Crops and Products. – 2007. – № 25. – P. 95-100.

215. Singh, Z. Effect of Different Levels of Nitrogen, Sulphur and Foliar Application of Boron in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) / Z. Singh, G. Ghosh, V. Debbarma // Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. – 2017. – Vol. 6. – Is. 10. – P. 1336-1342.

216. Soil protection measures during sunflower farming on slopes of Rostov oblast / E.A. Gaevaya, I.N. Ilyinskaya, O.S. Bezuglova, S.A. Taradin // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – Vol. 624. – Article number: 012223.

217. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) as a pre-Columbian domesticate in Mexico / D.L. Lentz, M. Pohl, J.L. Alvarado [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2008. – № 105 (17). – P. 6232-6238.

218. Supplemental macronutrients and microbial fermentation products improve the uptake and transport of foliar applied zinc in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. Studies utilizing micro X-ray florescence / S. Tian, L. Lu, R. Xie [et al.] // Front. Plant Sci. – 2015. – Vol. 21. – Is. 808. – P. 1-9.

219. Tzeng, W.C. Polymers decrease cleaning time of an ultrafiltration membrane fouled with pectin / W.C. Tzeng, R.R. Zall // J. Food Sci. – 1990. – Vol. 55. – № 3. – P. 873-874.

220. Vear, F. Progrès varietal chez le tournesol : l'apportdes ressources génétiques au sein du genre Helianthis / F. Vear, M.H. Muller // InnovAgron. – 2011. – № 14. – P. 130-150.

221. Vrănceanu, A.V. Experimentation of sunflower hybrids in international trials (1976 and 1977) / A.V. Vrănceanu, F.M. Stoenescu // Helia. – 1978. – №. 1. – P. 10-20.

222. When does no-till yield more? A global meta-analysis / C.M. Pittelkowa, B.A. Linquist, M.E. Lundy [et al.] // Field crops research. – 2015. – Vol. 183. – P. 156-168.

223. Wyciszkiewicz, M. Effectiveness of phosphate biofertilizer in germination tests / M. Wyciszkiewicz, A. Saeid, K. Chojnacka, H. Górecki, // Przem. Chem. – 2014. – № 93. – P. 1210-1215.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Дисперсионный анализ данных таблицы 4

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уборкой подсолнечника, мм

Фактор А	Фактор В	2021					2022					2023				
		1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	Тристан	43,5	40,2	42,3			39,0	36,1	38,3			39,5	42,0	41,2		
	Имми	37,2	39,4	40,1			36,9	39,8	38,8			40,4	42,1	42,6		
	Самурай КЛ	39,9	38,8	41,6			36,6	34,6	36,5			37,3	40,2	38,9		
Отвальная (вспашка)	Тристан	57,4	56,4	53,6			51,9	50,4	48,3			52,3	56,1	54,8		
	Имми	41,2	43,9	43,3			43,5	46,8	45,3			47,1	50,7	49,2		
	Самурай КЛ	48,1	44,7	46,4			49,3	46,2	48,2			50,2	53,1	52,4		
Результаты дисперсионного анализа																
D		SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ		604,68	17,0	–	–	–	560,45	17,0	–	–	–	660,61	17,0	–	–	–
Dповт		1,69	2,0	–	–	–	0,91	2,0	–	–	–	5,07	2,0	–	–	–
A		288,00	1,0	288,00	95,97*	4,96	483,60	1,0	483,60	175,92*	4,96	574,60	1,0	574,60	242,96*	4,96
B		204,97	2,0	102,48	34,15*	4,10	18,07	2,0	9,03	3,30	4,10	21,16	2,0	10,58	4,47*	4,10
AxB		80,01	2,0	40,01	13,33*	4,10	30,37	2,0	15,18	5,52*	4,10	36,12	2,0	18,06	7,64*	4,10
Dост		30,01	10,00	3,00	–	–	27,49	10,00	2,75	–	–	23,65	10,00	2,36	–	–
Sx		1,00	Sd_A	0,82	Sd_B	1,00	0,96	Sd_A	0,78	Sd_B	0,96	0,89	Sd_A	0,72	Sd_B	0,89
sd		1,41	$НСР_{05}$_A	1,82	$НСР_{05}$_B	2,23	1,35	$НСР_{05}$_A	1,74	$НСР_{05}$_B	2,13	1,26	$НСР_{05}$_A	1,62	$НСР_{05}$_B	1,98
$НСР_{05}$		3,15			$НСР_{05}$_AxB	2,23	$НСР_{05}$ 3,02			$НСР_{05}$_AxB	2,13	$НСР_{05}$ 2,80			$НСР_{05}$_AxB	1,98

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 2

Дисперсионный анализ данных таблицы 5

Плотность почвы в слое 0-5 см перед посевом, г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	0,93	1,00	0,95			0,95	1,02	0,97			0,89	0,95	0,92		
Отвальная	0,99	0,97	0,93			0,69	0,74	0,7			0,86	0,92	0,94		
Результаты дисперсионного анализа															
Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	0,00448	5	–	–	–	0,11335	5	–	–	–	0,00553	5	–	–	–
Dповт	0,00203	2	–	–	–	0,00390	2	–	–	–	0,00443	2	–	–	–
Вариантов	0,00002	1	0,0000	0,0100	18,51	0,10935	1	0,1094	2187*	18,51	0,00027	1	0,0003	0,6400	18,51
Dост	0,00243	2	0,0012	–	–	0,00010	2	0,0000	–	–	0,00083	2	0,0004	–	–
Sx	0,02014		$НСР_{05}$	0,1225		0,00408		$НСР_{05}$	0,0248		0,01179		$НСР_{05}$	0,0717	
sd	0,02848		$НСР_{05}$ (%)	12,7424		0,00577		$НСР_{05}$ (%)	2,9398		0,01667		$НСР_{05}$ (%)	7,8516	

Плотность почвы в слое 5-10 см перед посевом, г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	1,08	1,17	1,11			1,11	1,20	1,14			1,05	1,12	1,07		
Отвальная	1,17	1,09	1,12			1,21	1,12	1,15			1,13	1,06	1,08		
Результаты дисперсионного анализа															
Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,00753	5	–	–	–	0,00855	5	–	–	–	0,00535	5	–	–	–
Dповт	0,00023	2	–	–	–	0,00030	2	–	–	–	0,00030	2	–	–	–
Вариантов	0,00007	1	0,0001	0,0200	18,51	0,00015	1	0,0002	0,0400	18,51	0,00015	1	0,0002	0,0600	18,51
Dост	0,00723	2	0,0036	–	–	0,00810	2	0,0040	–	–	0,00490	2	0,0024	–	–
Sx	0,03472		$НСР_{05}$	0,2113		0,03674		$НСР_{05}$	0,2236		0,02858		$НСР_{05}$	0,1739	
sd	0,04910		$НСР_{05}$ (%)	18,8077		0,05196		$НСР_{05}$ (%)	19,3569		0,04041		$НСР_{05}$ (%)	16,0267	

Плотность почвы в слое 10-20 см перед посевом, г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	1,26	1,35	1,29			1,29	1,38	1,32			1,24	1,27	1,24		
Отвальная	1,26	1,29	1,27			1,33	1,27	1,29			1,31	1,22	1,25		
Результаты дисперсионного анализа															
Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,00573	5	–	–	–	0,00773	5	–	–	–	0,00495	5	–	–	–
Dповт	0,00373	2	–	–	–	0,00043	2	–	–	–	0,00120	2	–	–	–
Вариантов	0,00107	1	0,0011	2,2900	18,51	0,00167	1	0,0017	0,5900	18,51	0,00015	1	0,0002	0,0800	18,51
Dост	0,00093	2	0,0005	–	–	0,00563	2	0,0028	–	–	0,00360	2	0,0018	–	–
Sx	0,01247		$НСР_{05}$	0,0759		0,03064		$НСР_{05}$	0,1864		0,02449		$НСР_{05}$	0,1490	
sd	0,01764		$НСР_{05}$ (%)	5,8983		0,04333		$НСР_{05}$ (%)	14,1966		0,03464		$НСР_{05}$ (%)	11,8764	

Плотность почвы в слое 0-5 см перед уборкой, г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	1,14	1,21	1,19			1,16	1,23	1,21			1,1	1,15	1,14		
Отвальная	1,16	1,11	1,18			1,2	1,13	1,18			1,14	1,07	1,12		
Результаты дисперсионного анализа															
Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,00655	5	–	–	–	0,00655	5	–	–	–	0,00460	5	–	–	–
Dповт	0,00130	2	–	–	–	0,00030	2	–	–	–	0,00040	2	–	–	–
Вариантов	0,00135	1	0,0014	0,6900	18,51	0,00135	1	0,0013	0,5500	18,51	0,00060	1	0,0006	0,3300	18,51
Dост	0,00390	2	0,0019	–	–	0,00490	2	0,0024	–	–	0,00360	2	0,0018	–	–
Sx	0,02550		$НСР_{05}$	0,1551		0,02858		$НСР_{05}$	0,1739		0,02449		$НСР_{05}$	0,1490	
sd	0,03606		$НСР_{05}$ (%)	13,3163		0,04041		$НСР_{05}$ (%)	14,6742		0,03464		$НСР_{05}$ (%)	13,3079	

Плотность почвы в слое 5-10 см перед уборкой, г/см^3

	2021			2022			2023		
Вариант	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Минимальная (дискование)	1,32	1,35	1,34	1,34	1,32	1,37	1,26	1,29	1,28
Отвальная	1,21	1,27	1,25	1,29	1,24	1,26	1,17	1,22	1,19

Результаты дисперсионного анализа

Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,01540	5	–	–	–	0,01213	5	–	–	–	0,01215	5	–	–	–
Dповт	0,00210	2	–	–	–	0,00163	2	–	–	–	0,00160	2	–	–	–
Вариантов	0,01307	1	0,0131	112*	18,51	0,00960	1	0,0096	21,33*	18,51	0,01042	1	0,0104	156,25*	18,51
Dост	0,00023	2	0,0001	–	–	0,00090	2	0,0005	–	–	0,00013	2	0,0001	–	–
Sx	0,00624		$НСР_{05}$	0,0379		0,01225		$НСР_{05}$	0,0745		0,00471		$НСР_{05}$	0,0287	
sd	0,00882		$НСР_{05}$ (%)	2,9415		0,01732		$НСР_{05}$ (%)	5,7180		0,00667		$НСР_{05}$ (%)	2,3226	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Плотность почвы в слое 10-20 см перед уборкой, г/см^3

	2021			2022			2023		
Вариант	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Минимальная (дискование)	1,45	1,53	1,49	1,46	1,55	1,52	1,39	1,47	1,43
Отвальная	1,34	1,36	1,40	1,34	1,41	1,42	1,32	1,39	1,37

Результаты дисперсионного анализа

Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,02788	5	–	–	–	0,02960	5	–	–	–	0,01315	5	–	–	–
Dповт	0,00333	2	–	–	–	0,00760	2	–	–	–	0,00570	2	–	–	–
Вариантов	0,02282	1	0,0228	26,33*	18,51	0,02160	1	0,0216	108*	18,51	0,00735	1	0,0073	147*	18,51
Dост	0,00173	2	0,0009	–	–	0,00040	2	0,0002	–	–	0,00010	2	0,0000	–	–
Sx	0,01700		$НСР_{05}$	0,1034		0,00816		$НСР_{05}$	0,0497		0,00408		$НСР_{05}$	0,0248	
sd	0,02404		$НСР_{05}$ (%)	7,2408		0,01155		$НСР_{05}$ (%)	3,4264		0,00577		$НСР_{05}$ (%)	1,7807	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 3

Дисперсионный анализ данных таблицы 6

Биологическая активность почвы в слое 0-5 см в фазу цветение, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	20,1	21,4	20,9			18,5	19,6	19,2			21,2	22,4	22,1		
Отвальная	17,3	16,6	17,1			15,7	16,0	15,1			17,5	17,8	18,4		
Результаты дисперсионного анализа															
Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	22,78000	5	–	–	–	19,41500	5	–	–	–	25,20000	5	–	–	–
Dповт	0,12000	2	–	–	–	0,61000	2	–	–	–	0,93000	2	–	–	–
Вариантов	21,66000	1	21,6600	43,32*	18,51	18,37500	1	18,3750	85,47*	18,51	24,00000	1	24,0000	177,78*	18,51
Dост	1,00000	2	0,5000	–	–	0,43000	2	0,2150	–	–	0,27000	2	0,1350	–	–
Sx	0,40825		$НСР_{05}$	2,4841		0,26771		$НСР_{05}$	1,6290		0,21213		$НСР_{05}$	1,2908	
sd	0,57735		$НСР_{05}$ (%)	13,1436		0,37859		$НСР_{05}$ (%)	9,3888		0,30000		$НСР_{05}$ (%)	6,4864	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Биологическая активность почвы в слое 5-10 см в фазу цветение, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	18,5	17,4	18,1			16,9	16,0	16,6			19,0	18,3	19,4		
Отвальная	17,6	18,7	18,3			16,2	17,1	16,8			19,4	18,7	19,2		
Результаты дисперсионного анализа															
Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	1,30000	5	–	–	–	0,90000	5	–	–	–	0,94000	5	–	–	–
Dповт	0,03000	2	–	–	–	0,03000	2	–	–	–	0,76000	2	–	–	–
Вариантов	0,06000	1	0,0600	0,1000	18,51	0,06000	1	0,0600	0,1500	18,51	0,06000	1	0,0600	1,0000	18,51
Dост	1,21000	2	0,6050	–	–	0,81000	2	0,4050	–	–	0,12000	2	0,0600	–	–
Sx	0,44907		$НСР_{05}$	2,7326		0,36742		$НСР_{05}$	2,2357		0,14142		$НСР_{05}$	0,8605	
sd	0,63509		$НСР_{05}$ (%)	15,0970		0,51962		$НСР_{05}$ (%)	13,4682		0,20000		$НСР_{05}$ (%)	4,5291	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Биологическая активность почвы в слое 10-20 см в фазу цветение, %

	2021			2022			2023		
Вариант	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Минимальная (дискование)	16,8	17,2	17,6	15,4	16,0	16,2	18,6	17,5	18,2
Отвальная	20,1	20,9	21,4	14,9	15,5	15,8	21,5	21,9	22,4

Результаты дисперсионного анализа

Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	20,62000	5	–	–	–	1,09333	5	–	–	–	23,06833	5	–	–	–
Dповт	1,11000	2	–	–	–	0,76333	2	–	–	–	0,36333	2	–	–	–
Вариантов	19,44000	1	19,4400	555,43*	18,51	0,32667	1	0,3267	196*	18,51	22,04167	1	22,0417	66,46*	18,51
Dост	0,07000	2	0,0350	–	–	0,00333	2	0,0017	–	–	0,66333	2	0,3317	–	–
Sx	0,10801		$НСР_{05}$	0,6572		0,02357		$НСР_{05}$	0,1434		0,33250		$НСР_{05}$	2,0232	
sd	0,15275		$НСР_{05}$ (%)	3,4592		0,03333		$НСР_{05}$ (%)	0,9174		0,47022		$НСР_{05}$ (%)	10,1076	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Биологическая активность почвы в слое 20-30 см в фазу цветение, %

	2021			2022			2023		
Вариант	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Минимальная (дискование)	18	19,1	18,7	17,2	16,6	17,5	19,2	20,1	19,5
Отвальная	17,4	18,1	18,5	16,3	16	15,4	19,4	18,5	19,1

Результаты дисперсионного анализа

Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	1,78000	5	–	–	–	3,00000	5	–	–	–	1,38000	5	–	–	–
Dповт	1,08000	2	–	–	–	0,21000	2	–	–	–	0,00000	2	–	–	–
Вариантов	0,54000	1	0,5400	6,7500	18,51	2,16000	1	2,1600	6,8600	18,51	0,54000	1	0,5400	1,2900	18,51
Dост	0,16000	2	0,0800	–	–	0,63000	2	0,3150	–	–	0,84000	2	0,4200	–	–
Sx	0,16330		$НСР_{05}$	0,9937		0,32404		$НСР_{05}$	1,9717		0,37417		$НСР_{05}$	2,2767	
sd	0,23094		$НСР_{05}$ (%)	5,4298		0,45826		$НСР_{05}$ (%)	11,9498		0,52915		$НСР_{05}$ (%)	11,7966	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Биологическая активность почвы в слое 0-5 см перед уборкой, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	29,36	31,2	30,4			28,4	27,2	27,9			32,7	30,7	31,9		
Отвальная	20,6	21,7	21,0			19,4	19,7	19,0			22,3	22,8	21,5		
Результаты дисперсионного анализа															
Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	129,83500	5	–	–	–	108,50000	5	–	–	–	140,16833	5	–	–	–
Dповт	2,16120	2	–	–	–	0,27000	2	–	–	–	0,80333	2	–	–	–
Вариантов	127,51260	1	127,5126	1582,04*	18,51	107,52667	1	107,5267	305,76*	18,51	137,28167	1	137,2817	131,79*	18,51
Dост	0,16120	2	0,0806	–	–	0,70333	2	0,3517	–	–	2,08333	2	1,0417	–	–
Sx	0,16391		HCP_{05}	0,9974		0,34238		HCP_{05}	2,0833		0,58926		HCP_{05}	3,5855	
sd	0,23180		HCP_{05} (%)	3,8793		0,48419		HCP_{05} (%)	8,8276		0,83333		HCP_{05} (%)	13,2880	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Биологическая активность почвы в слое 5-10 см перед уборкой, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	32,2	30,3	31,4			29,6	28,8	27,7			32,8	32,4	33,5		
Отвальная	20,4	19,8	20,7			18,3	18,9	18,7			21,9	20,6	21,4		
Результаты дисперсионного анализа															
Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	183,74000	5	–	–	–	154,01333	5	–	–	–	203,32000	5	–	–	–
Dповт	1,75000	2	–	–	–	0,66333	2	–	–	–	1,09000	2	–	–	–
Вариантов	181,50000	1	181,5000	740,82*	18,51	152,00667	1	152,0067	226,31*	18,51	201,84000	1	201,8400	1035,08*	18,51
Dост	0,49000	2	0,2450	–	–	1,34333	2	0,6717	–	–	0,39000	2	0,1950	–	–
Sx	0,28577		HCP_{05}	1,7389		0,47317		HCP_{05}	2,8792		0,25495		HCP_{05}	1,5513	
sd	0,40415		HCP_{05} (%)	6,7399		0,66916		HCP_{05} (%)	12,1655		0,36056		HCP_{05} (%)	5,7245	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Биологическая активность почвы в слое 10-20 см перед уборкой, %

	2021			2022			2023		
Вариант	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Минимальная (дискование)	31,4	30,6	31,4	28,0	29,0	28,5	32,6	33,4	32,1
Отвальная	30,5	29,8	30,7	17,0	16,5	16,8	31,5	32,4	31,6

Результаты дисперсионного анализа

Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	1,83333	5	–	–	–	207,13333	5	–	–	–	2,47333	5	–	–	–
Dповт	0,86333	2	–	–	–	0,06333	2	–	–	–	1,24333	2	–	–	–
Вариантов	0,96000	1	0,9600	192*	18,51	206,50667	1	206,5067	733,16*	18,51	1,12667	1	1,1267	21,81*	18,51
Dост	0,01000	2	0,0050	–	–	0,56333	2	0,2817	–	–	0,10333	2	0,0517	–	–
Sx	0,04082		$НСР_{05}$	0,2484		0,30641		$НСР_{05}$	1,8645		0,13123		$НСР_{05}$	0,7985	
sd	0,05774		$НСР_{05}$ (%)	0,8083		0,43333		$НСР_{05}$ (%)	8,2378		0,18559		$НСР_{05}$ (%)	2,4748	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Биологическая активность почвы в слое 20-30 см перед уборкой, %

	2021			2022			2023		
Вариант	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Минимальная (дискование)	30,9	30,6	31,1	27,7	28,4	28,8	32,9	31,8	32,5
Отвальная	31,2	31,1	31,4	18,1	18,5	17,9	33,3	32,4	33,0

Результаты дисперсионного анализа

Отвальная (вспашка)	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,37500	5	–	–	–	154,83333	5	–	–	–	1,41500	5	–	–	–
Dповт	0,16000	2	–	–	–	0,34333	2	–	–	–	1,03000	2	–	–	–
Вариантов	0,20167	1	0,2017	30,25*	18,51	154,02667	1	154,0267	664,86*	18,51	0,37500	1	0,3750	75*	18,51
Dост	0,01333	2	0,0067	–	–	0,46333	2	0,2317	–	–	0,01000	2	0,0050	–	–
Sx	0,04714		$НСР_{05}$	0,2868		0,27789		$НСР_{05}$	1,6909		0,04082		$НСР_{05}$	0,2484	
sd	0,06667		$НСР_{05}$ (%)	0,9238		0,39299		$НСР_{05}$ (%)	7,2780		0,05774		$НСР_{05}$ (%)	0,7608	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 4

Дисперсионный анализ данных таблицы 7

Диаметр корзинки, см

Фактор А	Фактор В	2021					2022					2023				
		1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	Тристан	17,5	17,3	16,8			18,6	18,2	18,4			19,4	19,3	18,9		
	Имми	16,8	17,2	17,0			17,2	17,8	17,5			18,4	18,0	18,2		
	Самурай КЛ	19,8	19,3	20,1			21,2	20,9	21,5			22,4	22,1	21,8		
Отвальная (вспашка)	Тристан	18,5	19,4	19,4			19,9	20,6	20,7			22,4	21,6	20,9		
	Имми	18,5	18,6	17,8			21,9	21,4	22,2			22,4	23,0	22,7		
	Самурай КЛ	19,4	20,3	20,3			20,8	21,2	21,4			22,3	21,6	22,1		
Результаты дисперсионного анализа																
D		SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ		26,40	17,0	–	–	–	46,39	17,0	–	–	–	51,70	17,0	–	–	–
Dповт		0,21	2,0	–	–	–	0,40	2,0	–	–	–	0,62	2,0	–	–	–
A		6,01	1,0	6,01	31,42*	4,96	19,64	1,0	19,64	210,63*	4,96	23,35	1,0	23,35	173,51*	4,96
B		16,22	2,0	8,11	42,41*	4,10	10,88	2,0	5,44	58,38*	4,10	10,46	2,0	5,23	38,86*	4,10
AxB		2,05	2,0	1,02	5,35*	4,10	14,54	2,0	7,27	77,97*	4,10	15,92	2,0	7,96	59,17*	4,10
Dост		1,91	10,00	0,19	–	–	0,93	10,00	0,09	–	–	1,35	10,00	0,13	–	–
Sx		0,25	Sd_A	0,21	Sd_B	0,25	0,18	Sd_A	0,14	Sd_B	0,18	0,21	Sd_A	0,17	Sd_B	0,21
sd		0,36	$НСР_{05}$_A	0,46	$НСР_{05}$_B	0,56	0,25	$НСР_{05}$_A	0,32	$НСР_{05}$_B	0,39	0,30	$НСР_{05}$_A	0,39	$НСР_{05}$_B	0,47
$НСР_{05}$		0,80			$НСР_{05}$_AxB	0,56	$НСР_{05}$ 0,56			$НСР_{05}$_AxB	0,39	$НСР_{05}$ 0,67			$НСР_{05}$_AxB	0,47

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости ($Fф > F_{05}$)

Количество семянок в корзинке, шт

Фактор А	Фактор В	2021			2022			2023		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Минимальная (дискование)	Тристан	716	710	719	805	794	804	822	827	820
	Имми	699	708	705	771	779	781	799	790	805
	Самурай КЛ	770	765	770	816	826	824	848	839	845
Отвальная (вспашка)	Тристан	721	727	730	817	809	819	840	834	831
	Имми	755	748	759	830	840	838	864	852	861
	Самурай КЛ	807	809	799	820	831	833	846	854	850

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	21760,28	17,0	–	–	–	7232,50	17,0	–	–	–	7518,50	17,0	–	–	–
Dповт	23,44	2,0	–	–	–	133,33	2,0	–	–	–	46,33	2,0	–	–	–
A	4769,39	1,0	4769,39	201,05*	4,96	3120,50	1,0	3120,50	118,8*	4,96	3120,50	1,0	3120,50	108,48*	4,96
B	15551,44	2,0	7775,72	327,78*	4,10	1267,00	2,0	633,50	24,12*	4,10	1333,00	2,0	666,50	23,17*	4,10
AxB	1178,78	2,0	589,39	24,85*	4,10	2449,00	2,0	1224,50	46,62*	4,10	2731,00	2,0	1365,50	47,47*	4,10
Dост	237,22	10,00	23,72	–	–	262,67	10,00	26,27	–	–	287,67	10,00	28,77	–	–
Sx	2,81	Sd_A	2,30	Sd_B	2,81	2,96	Sd_A	2,42	Sd_B	2,96	3,10	Sd_A	2,53	Sd_B	3,10
sd	3,98	$НСР_{05}$_A	5,12	$НСР_{05}$_B	6,27	4,18	$НСР_{05}$_A	5,38	$НСР_{05}$_B	6,59	4,38	$НСР_{05}$_A	5,63	$НСР_{05}$_B	6,90
$НСР_{05}$	8,86			$НСР_{05}$_AxB	6,27	$НСР_{05}$ 9,32			$НСР_{05}$_AxB	6,59	$НСР_{05}$ 9,76			$НСР_{05}$_AxB	6,90

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости ($Fф > F_{05}$)

Масса 1000 семянок, г

Фактор А	Фактор В	2021					2022					2023				
		1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	Тристан	54,4	52,7	54,0			60,9	59,4	60,0			62,5	61,1	61,5		
	Имми	53,1	54,9	54,6			57,0	58,3	57,8			58,4	60,2	59,6		
	Самурай КЛ	59,9	59,1	60,4			60,7	59,7	61,4			62,6	61,4	63,2		
Отвальная (вспашка)	Тристан	55,6	55,1	54,3			62,4	61,3	61,1			64,0	63,9	62,3		
	Имми	57,7	58,9	58,6			61,0	62,6	63,0			63,2	64,1	63,8		
	Самурай КЛ	61,0	59,1	60,5			62,4	60,6	62,7			64,2	63,4	63,5		
Результаты дисперсионного анализа																
D		SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ		135,94	17,0	–	–	–	50,87	17,0	–	–	–	48,62	17,0	–	–	–
Dповт		0,60	2,0	–	–	–	1,42	2,0	–	–	–	0,09	2,0	–	–	–
A		17,40	1,0	17,40	23,92*	4,96	26,65	1,0	26,65	34,0*	4,96	26,64	1,0	26,64	38,47*	4,96
B		98,83	2,0	49,41	67,91*	4,10	5,32	2,0	2,66	3,4	4,10	7,00	2,0	3,50	5,05*	4,10
AxB		11,83	2,0	5,92	8,13*	4,10	9,64	2,0	4,82	6,15*	4,10	7,96	2,0	3,98	5,75*	4,10
Dост		7,28	10,00	0,73	–	–	7,84	10,00	0,78	–	–	6,93	10,00	0,69	–	–
Sx		0,49	Sd_A	0,40	Sd_B	0,49	0,51	Sd_A	0,42	Sd_B	0,51	0,48	Sd_A	0,39	Sd_B	0,48
sd		0,70	HCP_{05}_A	0,90	HCP_{05}_B	1,10	0,72	HCP_{05}_A	0,93	HCP_{05}_B	1,14	0,68	HCP_{05}_A	0,87	HCP_{05}_B	1,07
HCP_{05}		1,55			HCP_{05}_AxB	1,10	HCP_{05} 1,61			HCP_{05}_AxB	1,14	HCP_{05} 1,51			HCP_{05}_AxB	1,07

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 5

Дисперсионный анализ данных таблицы 9

Масса семянок с корзинки, г

Фактор А	Фактор В	2021					2022					2023				
		1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	Тристан	39,4	38,6	37,2			49,3	48,5	46,8			51,3	50,6	48,7		
	Имми	41,5	43,8	43,8			43,5	45,7	45,7			45,3	47,7	47,7		
	Самурай КЛ	44,1	41,8	43,4			50,9	48,3	50,2			53,1	50,3	52,3		
Отвальная (вспашка)	Тристан	40,8	38,7	40,8			51,2	48,6	51,2			53,3	50,6	53,3		
	Имми	42,8	44,5	45,0			50,5	52,1	53,1			52,5	54,6	55,2		
	Самурай КЛ	41,4	39,3	40,8			52,5	49,7	51,7			54,6	51,9	54,0		
Результаты дисперсионного анализа																
D		SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ		89,42	17,0	–	–	–	118,17	17,0	–	–	–	128,26	17,0	–	–	–
Dповт		1,69	2,0	–	–	–	3,29	2,0	–	–	–	2,82	2,0	–	–	–
A		0,01	1,0	0,01	0,010	4,96	55,83	1,0	55,83	29,51*	4,96	60,50	1,0	60,50	27,88*	4,96
B		56,51	2,0	28,26	18,79*	4,10	13,64	2,0	6,82	3,6	4,10	14,88	2,0	7,44	3,4	4,10
AxB		16,17	2,0	8,08	5,38*	4,10	26,48	2,0	13,24	7,0*	4,10	28,36	2,0	14,18	6,54*	4,10
Dост		15,04	10,00	1,50	–	–	18,92	10,00	1,89	–	–	21,70	10,00	2,17	–	–
Sx		0,71	Sd_A	0,58	Sd_B	0,71	0,79	Sd_A	0,65	Sd_B	0,79	0,85	Sd_A	0,69	Sd_B	0,85
sd		1,00	$НСР_{05}$_A	1,29	$НСР_{05}$_B	1,58	1,12	$НСР_{05}$_A	1,44	$НСР_{05}$_B	1,77	1,20	$НСР_{05}$_A	1,55	$НСР_{05}$_B	1,89
$НСР_{05}$		2,23			$НСР_{05}$_AxB	1,58	$НСР_{05}$ 2,50			$НСР_{05}$_AxB	1,77	$НСР_{05}$ 2,68			$НСР_{05}$_AxB	1,89

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости ($Fф > F_{05}$)

Урожайность, т/га

Фактор А	Фактор В	2021					2022					2023				
		1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Минимальная (дискование)	Тристан	2,17	2,12	2,04			2,47	2,43	2,33			2,54	2,50	2,40		
	Имми	2,49	2,63	2,59			2,17	2,29	2,26			2,24	2,36	2,33		
	Самурай КЛ	2,15	2,24	2,27			2,41	2,51	2,55			2,62	2,48	2,58		
Отвальная (вспашка)	Тристан	2,25	2,16	2,28			2,57	2,53	2,43			2,52	2,58	2,64		
	Имми	2,62	2,73	2,78			2,64	2,68	2,54			2,61	2,69	2,74		
	Самурай КЛ	2,46	2,56	2,60			2,48	2,58	2,62			2,67	2,66	2,59		
Результаты дисперсионного анализа																
D		SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ		0,9282	17,0	–	–	–	0,3271	17,0	–	–	–	0,3124	17,0	–	–	–
Dповт		0,0156	2,0	–	–	–	0,0090	2,0	–	–	–	0,0006	2,0	–	–	–
A		0,1682	1,0	0,17	39,3*	4,96	0,1513	1,0	0,15	29,8*	4,96	0,1512	1,0	0,15	31,8*	4,96
B		0,6652	2,0	0,33	77,7*	4,10	0,0283	2,0	0,01	2,8	4,10	0,0343	2,0	0,02	3,6	4,10
AxB		0,0364	2,0	0,02	4,3*	4,10	0,0877	2,0	0,04	8,6*	4,10	0,0787	2,0	0,04	8,3*	4,10
Dост		0,0428	10,00	0,00	–	–	0,0508	10,00	0,01	–	–	0,0476	10,00	0,00	–	–
Sx		0,0378	Sd_A	0,0308	Sd_B	0,0378	0,0411	Sd_A	0,0336	Sd_B	0,0411	0,0398	Sd_A	0,0325	Sd_B	0,0398
sd		0,0534	$НСР_{05}$_A	0,069	$НСР_{05}$_B	0,084	0,0582	$НСР_{05}$_A	0,075	$НСР_{05}$_B	0,092	0,0563	$НСР_{05}$_A	0,072	$НСР_{05}$_B	0,089
$НСР_{05}$		0,119			$НСР_{05}$_AxB	0,084	$НСР_{05}$ 0,130			$НСР_{05}$_AxB	0,092	$НСР_{05}$ 0,125			$НСР_{05}$_AxB	0,089

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости ($Fф > F_{05}$)

Приложение 6

Дисперсионный анализ данных таблицы 11

Плотность почвы до начала второй междурядной обработки (слой почвы 0-5 см), г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	1,08	1,06	1,07			1,12	1,09	1,11			1,07	1,05	1,07		
Одна междурядная обработка	1,04	1,06	1,04			1,09	1,07	1,09			1,03	1,03	1,05		
Две междурядные обработки	1,05	1,05	1,04			1,1	1,07	1,11			1,05	1,03	1,04		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,0016	8,0000	–	–	–	0,0024	8,0000	–	–	–	0,0020	8,0000	–	–	–
Dповт	0,0001	2,0000	–	–	–	0,0014	2,0000	–	–	–	0,0005	2,0000	–	–	–
Вариантов	0,0011	2,0000	0,0005	4,90	6,94	0,0008	2,0000	0,0004	9,25*	6,94	0,0013	2,0000	0,0006	9,5*	6,94
Dост	0,0004	4,0000	0,0001	–	–	0,0002	4,0000	0,0000	–	–	0,0003	4,0000	0,0001	–	–
Sx	0,0061		HCP_{05}	0,0239		0,0038		HCP_{05}	0,0151		0,0047		HCP_{05}	0,0185	
sd	0,0086		HCP_{05} (%)	2,2662		0,0054		HCP_{05} (%)	1,3809		0,0067		HCP_{05} (%)	1,7684	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Плотность почвы в начале цветения подсолнечника (слой почвы 0-5 см), г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	1,16	1,12	1,15			1,14	1,17	1,19			1,12	1,08	1,13		
Одна междурядная обработка	1,05	1,09	1,08			1,14	1,09	1,12			1,07	1,09	1,07		
Две междурядные обработки	1,01	1,05	1,02			1,09	1,04	1,07			1,04	1,00	1,02		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,0233	8,0000	–	–	–	0,0188	8,0000	–	–	–	0,0149	8,0000	–	–	–
Dповт	0,0003	2,0000	–	–	–	0,0013	2,0000	–	–	–	0,0007	2,0000	–	–	–
Вариантов	0,0207	2,0000	0,0103	17,9*	6,94	0,0150	2,0000	0,0075	11,84*	6,94	0,0124	2,0000	0,0062	13,98*	6,94
Dост	0,0023	4,0000	0,0006	–	–	0,0025	4,0000	0,0006	–	–	0,0018	4,0000	0,0004	–	–
Sx	0,0139		HCP_{05}	0,0545		0,0145		HCP_{05}	0,0571		0,0122		HCP_{05}	0,0478	
sd	0,0196		HCP_{05} (%)	5,0403		0,0205		HCP_{05} (%)	5,1090		0,0172		HCP_{05} (%)	4,4712	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Плотность почвы перед уборкой (слой почвы 0-5 см), г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	1,15	1,11	1,12			1,18	1,22	1,14			1,11	1,10	1,08		
Одна междурядная обработка	1,11	1,14	1,10			1,12	1,10	1,15			1,11	1,12	1,10		
Две междурядные обработки	1,09	1,11	1,08			1,18	1,06	1,14			1,08	1,10	1,05		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Добщ	0,0040	8,0000	–	–	–	0,0180	8,0000	–	–	–	0,0036	8,0000	–	–	–
Дповт	0,0007	2,0000	–	–	–	0,0017	2,0000	–	–	–	0,0015	2,0000	–	–	–
Вариантов	0,0018	2,0000	0,0009	2,32	6,94	0,0061	2,0000	0,0030	1,18	6,94	0,0017	2,0000	0,0008	7,6*	6,94
Дост	0,0015	4,0000	0,0004	–	–	0,0103	4,0000	0,0026	–	–	0,0004	4,0000	0,0001	–	–
Sx	0,0112		$НСР_{05}$	0,0441		0,0292		$НСР_{05}$	0,1148		0,0061		$НСР_{05}$	0,0239	
sd	0,0159		$НСР_{05}$ (%)	3,9616		0,0414		$НСР_{05}$ (%)	10,0451		0,0086		$НСР_{05}$ (%)	2,1834	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Плотность почвы до начала второй междурядной обработки (слой почвы 5-10 см), г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	1,08	1,19	1,14			1,15	1,20	1,19			1,10	1,15	1,14		
Одна междурядная обработка	1,18	1,12	1,07			1,13	1,18	1,17			1,13	1,08	1,12		
Две междурядные обработки	1,08	1,15	1,12			1,18	1,14	1,17			1,10	1,13	1,09		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Добщ	0,0152	8,0000	–	–	–	0,0044	8,0000	–	–	–	0,0046	8,0000	–	–	–
Дповт	0,0035	2,0000	–	–	–	0,0010	2,0000	–	–	–	0,0002	2,0000	–	–	–
Вариантов	0,0006	2,0000	0,0003	0,11	6,94	0,0007	2,0000	0,0003	0,51	6,94	0,0010	2,0000	0,0005	0,54	6,94
Дост	0,0111	4,0000	0,0028	–	–	0,0027	4,0000	0,0007	–	–	0,0035	4,0000	0,0009	–	–
Sx	0,0304		$НСР_{05}$	0,1195		0,0150		$НСР_{05}$	0,0590		0,0171		$НСР_{05}$	0,0672	
sd	0,0430		$НСР_{05}$ (%)	10,6151		0,0213		$НСР_{05}$ (%)	5,0539		0,0242		$НСР_{05}$ (%)	6,0207	

Плотность почвы в начале цветения подсолнечника (слой почвы 5-10 см), г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	1,14	1,19	1,18			1,19	1,21	1,24			1,17	1,14	1,17		
Одна междурядная обработка	1,07	1,12	1,11			1,10	1,16	1,15			1,06	1,11	1,10		
Две междурядные обработки	1,07	1,03	1,06			1,11	1,05	1,10			1,03	1,07	1,03		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,0244	8,0000	–	–	–	0,0298	8,0000	–	–	–	0,0238	8,0000	–	–	–
Dповт	0,0010	2,0000	–	–	–	0,0015	2,0000	–	–	–	0,0006	2,0000	–	–	–
Вариантов	0,0207	2,0000	0,0103	15,26*	6,94	0,0244	2,0000	0,0122	12,49*	6,94	0,0207	2,0000	0,0103	16,93*	6,94
Dост	0,0027	4,0000	0,0007	–	–	0,0039	4,0000	0,0010	–	–	0,0024	4,0000	0,0006	–	–
Sx	0,0150		$НСР_{05}$	0,0590		0,0181		$НСР_{05}$	0,0709		0,0143		$НСР_{05}$	0,0560	
sd	0,0213		$НСР_{05}$ (%)	5,3276		0,0255		$НСР_{05}$ (%)	6,1880		0,0202		$НСР_{05}$ (%)	5,1049	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Плотность почвы перед уборкой (слой почвы 5-10 см), г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	1,24	1,20	1,23			1,23	1,28	1,27			1,18	1,23	1,22		
Одна междурядная обработка	1,24	1,27	1,25			1,26	1,31	1,30			1,25	1,25	1,23		
Две междурядные обработки	1,18	1,20	1,19			1,22	1,25	1,22			1,16	1,2	1,19		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,0076	8,0000	–	–	–	0,0088	8,0000	–	–	–	0,0080	8,0000	–	–	–
Dповт	0,00002	2,0000	–	–	–	0,0029	2,0000	–	–	–	0,0014	2,0000	–	–	–
Вариантов	0,0060	2,0000	0,0030	7,97*	6,94	0,0054	2,0000	0,0027	20,25*	6,94	0,0054	2,0000	0,0027	9,21*	6,94
Dост	0,0015	4,0000	0,0004	–	–	0,0005	4,0000	0,0001	–	–	0,0012	4,0000	0,0003	–	–
Sx	0,0112		$НСР_{05}$	0,0441		0,0067		$НСР_{05}$	0,0262		0,0099		$НСР_{05}$	0,0389	
sd	0,0159		$НСР_{05}$ (%)	3,6051		0,0094		$НСР_{05}$ (%)	2,0775		0,0140		$НСР_{05}$ (%)	3,2089	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Плотность почвы до начала второй междурядной обработки (слой почвы 10-20 см), г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	1,29	1,34	1,29			1,32	1,39	1,34			1,26	1,32	1,29		
Одна междурядная обработка	1,24	1,33	1,29			1,30	1,37	1,32			1,31	1,25	1,27		
Две междурядные обработки	1,32	1,27	1,29			1,37	1,28	1,34			1,26	1,32	1,30		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,0076	8,0000	–	–	–	0,0102	8,0000	–	–	–	0,0060	8,0000	–	–	–
Dповт	0,0015	2,0000	–	–	–	0,0005	2,0000	–	–	–	0,0006	2,0000	–	–	–
Вариантов	0,0006	2,0000	0,0003	0,23	6,94	0,0008	2,0000	0,0004	0,18	6,94	0,0005	2,0000	0,0002	0,19	6,94
Dост	0,0055	4,0000	0,0014	–	–	0,0089	4,0000	0,0022	–	–	0,0049	4,0000	0,0012	–	–
Sx	0,0214		$НСР_{05}$	0,0841		0,0273		$НСР_{05}$	0,1071		0,0203		$НСР_{05}$	0,0796	
sd	0,0303		$НСР_{05}$ (%)	6,4950		0,0386		$НСР_{05}$ (%)	8,0149		0,0287		$НСР_{05}$ (%)	6,1875	

Плотность почвы в начале цветения подсолнечника (слой почвы 10-20 см), г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	1,36	1,32	1,33			1,35	1,42	1,37			1,31	1,36	1,32		
Одна междурядная обработка	1,29	1,33	1,30			1,37	1,35	1,34			1,33	1,27	1,29		
Две междурядные обработки	1,19	1,24	1,27			1,24	1,26	1,31			1,22	1,21	1,24		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,0220	8,0000	–	–	–	0,0254	8,0000	–	–	–	0,0216	8,0000	–	–	–
Dповт	0,0007	2,0000	–	–	–	0,0010	2,0000	–	–	–	0,0001	2,0000	–	–	–
Вариантов	0,0170	2,0000	0,0085	7,87*	6,94	0,0198	2,0000	0,0099	8,39*	6,94	0,0179	2,0000	0,0089	9,75*	6,94
Dост	0,0043	4,0000	0,0011	–	–	0,0047	4,0000	0,0012	–	–	0,0037	4,0000	0,0009	–	–
Sx	0,0190		$НСР_{05}$	0,0744		0,0198		$НСР_{05}$	0,0778		0,0175		$НСР_{05}$	0,0686	
sd	0,0268		$НСР_{05}$ (%)	5,7593		0,0280		$НСР_{05}$ (%)	5,8301		0,0247		$НСР_{05}$ (%)	5,3482	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Плотность почвы перед уборкой (слой почвы 10-20 см), г/см^3

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	1,33	1,35	1,40			1,37	1,44	1,39			1,35	1,32	1,37		
Одна междурядная обработка	1,38	1,34	1,35			1,42	1,37	1,40			1,39	1,33	1,34		
Две междурядные обработки	1,32	1,37	1,33			1,35	1,42	1,37			1,30	1,37	1,32		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,0056	8,0000	–	–	–	0,0072	8,0000	–	–	–	0,0068	8,0000	–	–	–
Dповт	0,00042	2,0000	–	–	–	0,0015	2,0000	–	–	–	0,0001	2,0000	–	–	–
Вариантов	0,0007	2,0000	0,0003	0,31	6,94	0,0007	2,0000	0,0003	0,28	6,94	0,0009	2,0000	0,0004	0,30	6,94
Dост	0,0044	4,0000	0,0011	–	–	0,0050	4,0000	0,0012	–	–	0,0059	4,0000	0,0015	–	–
Sx	0,0192		$НСР_{05}$	0,0756		0,0204		$НСР_{05}$	0,0800		0,0221		$НСР_{05}$	0,0868	
sd	0,0272		$НСР_{05}$ (%)	5,5882		0,0288		$НСР_{05}$ (%)	5,7441		0,0313		$НСР_{05}$ (%)	6,4629	

Приложение 7

Дисперсионный анализ данных таблицы 12

Биологическая активность почвы перед уборкой в слое почвы 0-5 см, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	20,9	22,4	19,2			18,4	21,5	20,3			20,8	22,7	21,9		
Одна междурядная обработка	22,0	20,1	21,3			19,4	19,5	22,0			23,0	21,0	22,5		
Две междурядные обработки	23,0	22,4	21,2			22,5	20,4	21,6			21,5	24,9	23,5		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	11,75	8,00	–	–	–	15,00	8,00	–	–	–	13,50	8,00	–	–	–
Dповт	3,21	2,00	–	–	–	2,27	2,00	–	–	–	2,02	2,00	–	–	–
Вариантов	3,10	2,00	1,55	1,14	6,94	3,55	2,00	1,77	0,77	6,94	3,67	2,00	1,83	0,94	6,94
Dост	5,44	4,00	1,36	–	–	9,18	4,00	2,29	–	–	7,81	4,00	1,95	–	–
Sx	0,67		$НСР_{05}$	2,64		0,87		$НСР_{05}$	3,43		0,81		$НСР_{05}$	3,17	
sd	0,95		$НСР_{05}$ (%)	12,37		1,24		$НСР_{05}$ (%)	16,65		1,14		$НСР_{05}$ (%)	14,13	

Биологическая активность почвы перед уборкой в слое почвы 5-10 см, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	20,8	18,9	20,2			18,1	20,0	19,4			20,8	22,7	19,8		
Одна междурядная обработка	19,8	20,9	21,3			20,5	19,2	20,1			22,6	20,7	22,0		
Две междурядные обработки	23,0	24,2	24,1			21,8	24,0	23,0			24,3	25,6	25,0		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	28,52	8,00	–	–	–	28,98	8,00	–	–	–	32,71	8,00	–	–	–
Dповт	0,75	2,00	–	–	–	1,42	2,00	–	–	–	0,82	2,00	–	–	–
Вариантов	24,54	2,00	12,27	15,18*	6,94	23,78	2,00	11,89	12,56*	6,94	25,64	2,00	12,82	8,19*	6,94
Dост	3,23	4,00	0,81	–	–	3,78	4,00	0,95	–	–	6,26	4,00	1,56	–	–
Sx	0,52		$НСР_{05}$	2,04		0,56		$НСР_{05}$	2,21		0,72		$НСР_{05}$	2,84	
sd	0,73		$НСР_{05}$ (%)	9,49		0,79		$НСР_{05}$ (%)	10,66		1,02		$НСР_{05}$ (%)	12,54	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Биологическая активность почвы перед уборкой в слое почвы 10-20 см, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	26,0	27,2	25,8			25,0	24,8	25,8			28,4	27,8	26,6		
Одна междурядная обработка	27,9	27,0	27,9			27,2	26,1	27,1			30,0	28,5	29,5		
Две междурядные обработки	29,5	29,3	29,5			27,6	28,9	27,5			30,9	30,1	31,4		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	16,29	8,00	–	–	–	14,36	8,00	–	–	–	19,10	8,00	–	–	–
Dповт	0,02	2,00	–	–	–	0,08	2,00	–	–	–	1,43	2,00	–	–	–
Вариантов	14,58	2,00	7,29	17,17*	6,94	11,84	2,00	5,92	9,7*	6,94	15,40	2,00	7,70	13,52*	6,94
Dост	1,70	4,00	0,42	–	–	2,44	4,00	0,61	–	–	2,28	4,00	0,57	–	–
Sx	0,38		$НСР_{05}$	1,48		0,45		$НСР_{05}$	1,77		0,44		$НСР_{05}$	1,71	
sd	0,53		$НСР_{05}$ (%)	5,31		0,64		$НСР_{05}$ (%)	6,64		0,62		$НСР_{05}$ (%)	5,85	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Биологическая активность почвы перед уборкой в слое почвы 20-30 см, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	27,6	27,5	27,1			26,5	25,8	26,6			29,1	28,3	29,0		
Одна междурядная обработка	28,1	27,2	27,8			27,0	26,1	26,7			29,5	28,5	29,3		
Две междурядные обработки	29,0	29,7	29,2			28,4	28,9	27,3			30,4	31,3	30,7		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	7,08	8,00	–	–	–	8,40	8,00	–	–	–	8,34	8,00	–	–	–
Dповт	0,06	2,00	–	–	–	0,33	2,00	–	–	–	0,18	2,00	–	–	–
Вариантов	6,26	2,00	3,13	16,47*	6,94	6,26	2,00	3,13	6,90	6,94	6,98	2,00	3,49	11,83*	6,94
Dост	0,76	4,00	0,19	–	–	1,81	4,00	0,45	–	–	1,18	4,00	0,30	–	–
Sx	0,25		$НСР_{05}$	0,99		0,39		$НСР_{05}$	1,53		0,31		$НСР_{05}$	1,23	
sd	0,36		$НСР_{05}$ (%)	3,51		0,55		$НСР_{05}$ (%)	5,65		0,44		$НСР_{05}$ (%)	4,16	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 8

Дисперсионный анализ данных таблиц 13-15

Количество однодольных сорных растений перед гербицидной обработкой посевов подсолнечника, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	78	73	77			54	50	52			111	119	115		
Одна междурядная обработка	22	22	25			8	8	11			22	25	25		
Две междурядные обработки	7	10	7			2	2	2			4	2	6		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	7684,00	8,00	–	–	–	4412,00	8,00	–	–	–	21048,00	8,00	–	–	–
Dповт	2,67	2,00	–	–	–	4,67	2,00	–	–	–	18,00	2,00	–	–	–
Вариантов	7658,00	2,00	3829,00	656,4*	6,94	4398,00	2,00	2199,00	942,43*	6,94	21002,00	2,00	10501,00	1500,14*	6,94
Dост	23,33	4,00	5,83	–	–	9,33	4,00	2,33	–	–	28,00	4,00	7,00	–	–
Sx	1,39		$НСР_{05}$	5,48		0,88		$НСР_{05}$	3,46		1,53		$НСР_{05}$	6,00	
sd	1,97		$НСР_{05}$ (%)	15,35		1,25		$НСР_{05}$ (%)	16,49		2,16		$НСР_{05}$ (%)	12,58	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Количество двудольных сорных растений перед гербицидной обработкой посевов подсолнечника, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	17	20	17			11	14	14			45	48	48		
Одна междурядная обработка	7	6	5			3	3	3			7	5	6		
Две междурядные обработки	0	2	1			1	0	2			2	2	2		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	468,00	8,00	–	–	–	256,00	8,00	–	–	–	3730,00	8,00	–	–	–
Dповт	4,67	2,00	–	–	–	2,67	2,00	–	–	–	0,67	2,00	–	–	–
Вариантов	458,00	2,00	229,00	171,75*	6,94	248,00	2,00	124,00	93,0*	6,94	3722,00	2,00	1861,00	1015,09*	6,94
Dост	5,33	4,00	1,33	–	–	5,33	4,00	1,33	–	–	7,33	4,00	1,83	–	–
Sx	0,67		$НСР_{05}$	2,62		0,67		$НСР_{05}$	2,62		0,78		$НСР_{05}$	3,07	
sd	0,94		$НСР_{05}$ (%)	31,41		0,94		$НСР_{05}$ (%)	46,19		1,11		$НСР_{05}$ (%)	16,74	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 9

Видовой состав и количество сорных растений перед гербицидной обработкой посевов подсолнечника (распределение по группам и видам, среднее за 2021–2023 гг.), шт./м²

Группа	Подгруппа	Вид	Вариант		
			Без междурядных обработок	Одна междурядная обработка	Две междурядные обработки
Однодольные	Однолетние поздние яровые	Просо куриное	52,7	14,6	3,1
		Щетинник сизый	28,3	4,1	1,6
	---	Итого	81,0	18,7	4,7
Двудольные	Карантинные однолетние поздние яровые	Амброзия полыннолистная	3,4	1,1	0,40
	Однолетние поздние яровые	Щирица запрокинутая	17,9	2,6	0,64
	Однолетние малолетние	Марь белая	4,3	1,2	0,23
	---	Итого	25,6	4,9	1,27
Двудольные	Многолетние корнеотпрысковые	Вьюнок полевой	0,2	0,06	0,02
		Бодяк полевой	0,2	0,04	0,01
	---	Итого	0,4	0,1	0,03

Приложение 10

Дисперсионный анализ данных таблицы 16

Количество растений перед уборкой, тыс. шт./га

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	50,3	51,4	50,7			49,0	49,8	49,7			51,9	51,4	51,2		
Одна междурядная обработка	51,1	50,1	50,3			49,6	49,1	49,5			51,2	51,1	50,7		
Две междурядные обработки	48,9	49,4	50,2			49,2	48,6	49,2			50,9	49,8	50,8		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	4,82	8,00	–	–	–	1,18	8,00	–	–	–	2,64	8,00	–	–	–
Dповт	0,14	2,00	–	–	–	0,14	2,00	–	–	–	0,53	2,00	–	–	–
Вариантов	2,78	2,00	1,39	2,93	6,94	0,42	2,00	0,21	1,35	6,94	1,50	2,00	0,75	4,89	6,94
Dост	1,90	4,00	0,48	–	–	0,62	4,00	0,16	–	–	0,61	4,00	0,15	–	–
Sx	0,40		$НСР_{05}$	1,56		0,23		$НСР_{05}$	0,89		0,23		$НСР_{05}$	0,89	
sd	0,56		$НСР_{05}$ (%)	3,11		0,32		$НСР_{05}$ (%)	1,81		0,32		$НСР_{05}$ (%)	1,74	

Диаметр корзинки, см

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	20,2	21,5	20,4			19,0	19,8	19,7			20,8	21,5	21,6		
Одна междурядная обработка	21,8	21,0	21,7			20,1	20,2	20,6			21,8	22,6	22,8		
Две междурядные обработки	21,2	22,0	22,5			19,9	20,6	20,1			22,2	23,2	23,6		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	4,46	8,00	–	–	–	1,92	8,00	–	–	–	6,44	8,00	–	–	–
Dповт	0,41	2,00	–	–	–	0,51	2,00	–	–	–	1,89	2,00	–	–	–
Вариантов	2,24	2,00	1,12	2,47	6,94	1,14	2,00	0,57	8,34*	6,94	4,46	2,00	2,23	95,57*	6,94
Dост	1,81	4,00	0,45	–	–	0,27	4,00	0,07	–	–	0,09	4,00	0,02	–	–
Sx	0,39		$НСР_{05}$	1,53		0,15		$НСР_{05}$	0,59		0,09		$НСР_{05}$	0,35	
sd	0,55		$НСР_{05}$ (%)	7,14		0,21		$НСР_{05}$ (%)	2,96		0,12		$НСР_{05}$ (%)	1,56	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Выполненность корзинки, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	75,0	73,5	74,2			69,9	68,5	68,9			76,0	74,5	74,9		
Одна междурядная обработка	76,9	78,1	77,2			69,2	70,2	70,7			81,6	81,2	82,3		
Две междурядные обработки	78,8	79,2	80,0			73,8	74,6	73,4			80,7	81,5	80,2		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	42,43	8,00	–	–	–	42,40	8,00	–	–	–	78,73	8,00	–	–	–
Dповт	0,10	2,00	–	–	–	0,03	2,00	–	–	–	0,23	2,00	–	–	–
Вариантов	39,78	2,00	19,89	31,1*	6,94	39,44	2,00	19,72	26,97*	6,94	76,04	2,00	38,02	61,88*	6,94
Dост	2,56	4,00	0,64	–	–	2,92	4,00	0,73	–	–	2,46	4,00	0,61	–	–
Sx	0,46		$НСР_{05}$	1,81		0,49		$НСР_{05}$	1,94		0,45		$НСР_{05}$	1,78	
sd	0,65		$НСР_{05}$ (%)	2,35		0,70		$НСР_{05}$ (%)	2,73		0,64		$НСР_{05}$ (%)	2,24	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Масса 1000 семянок, г

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	57,2	60,1	59,6			56,8	58,2	57,5			58,2	62,1	60,3		
Одна междурядная обработка	61,3	60,0	58,8			60,2	58,8	59,5			61,7	59,4	60,9		
Две междурядные обработки	60,2	62,4	60,7			59,2	60,6	60,2			61,3	62,7	63,0		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	17,42	8,00	–	–	–	13,50	8,00	–	–	–	19,54	8,00	–	–	–
Dповт	2,91	2,00	–	–	–	0,35	2,00	–	–	–	2,00	2,00	–	–	–
Вариантов	6,83	2,00	3,41	1,78	6,94	10,50	2,00	5,25	7,91*	6,94	7,55	2,00	3,77	1,51	6,94
Dост	7,69	4,00	1,92	–	–	2,65	4,00	0,66	–	–	9,99	4,00	2,50	–	–
Sx	0,80		$НСР_{05}$	3,14		0,47		$НСР_{05}$	1,85		0,91		$НСР_{05}$	3,58	
sd	1,13		$НСР_{05}$ (%)	5,23		0,66		$НСР_{05}$ (%)	3,13		1,29		$НСР_{05}$ (%)	5,87	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 11

Дисперсионный анализ данных таблицы 17

Урожайность, т/га

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	2,54	2,60	2,57			2,31	2,38	2,39			2,59	2,71	2,68		
Одна междурядная обработка	2,66	2,60	2,63			2,46	2,4	2,46			2,81	2,79	2,95		
Две междурядные обработки	2,64	2,70	2,67			2,50	2,55	2,48			2,84	2,96	2,87		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,02	8,00	–	–	–	0,04	8,00	–	–	–	0,12	8,00	–	–	–
Dповт	0,00	2,00	–	–	–	0,00	2,00	–	–	–	0,01	2,00	–	–	–
Вариантов	0,02	2,00	0,01	7,27*	6,94	0,03	2,00	0,02	8,45*	6,94	0,09	2,00	0,05	10,22*	6,94
Dост	0,00	4,00	0,00	–	–	0,01	4,00	0,00	–	–	0,02	4,00	0,00	–	–
Sx	0,02		$НСР_{05}$	0,08		0,03		$НСР_{05}$	0,10		0,04		$НСР_{05}$	0,15	
sd	0,03		$НСР_{05}$ (%)	2,88		0,04		$НСР_{05}$ (%)	4,16		0,05		$НСР_{05}$ (%)	5,39	

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 12

Дисперсионный анализ данных таблицы 18

Лузжистость, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	22,7	22,2	22,0			22,3	23,3	22,8			22,9	22,6	22,5		
Одна междурядная обработка	22,2	22,7	22,6			22,3	21,9	22,1			23,2	23,0	22,5		
Две междурядные обработки	22,6	22,1	22,5			22,1	22,2	22,4			22,8	22,3	23,2		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,60	8,00	–	–	–	1,46	8,00	–	–	–	0,84	8,00	–	–	–
Dповт	0,05	2,00	–	–	–	0,10	2,00	–	–	–	0,18	2,00	–	–	–
Вариантов	0,06	2,00	0,03	0,24	6,94	0,83	2,00	0,41	3,12	6,94	0,08	2,00	0,04	0,28	6,94
Dост	0,49	4,00	0,12	–	–	0,53	4,00	0,22	–	–	0,58	4,00	0,14	–	–
Sx	0,20		$НСР_{05}$	0,80		0,21		$НСР_{05}$	0,83		0,22		$НСР_{05}$	0,86	
sd	0,29		$НСР_{05}$ (%)	3,55		0,30		$НСР_{05}$ (%)	3,69		0,31		$НСР_{05}$ (%)	3,78	

Масличность, %

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	48,5	50,9	49,7			49,2	48,5	49,9			50,8	52,1	49,5		
Одна междурядная обработка	50,0	50,1	50,2			49,4	49,2	49,6			51,0	51,1	51,2		
Две междурядные обработки	50,9	50,2	48,9			49,6	49,9	49,0			52,0	51,4	49,9		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	5,22	8,00	–	–	–	1,62	8,00	–	–	–	5,92	8,00	–	–	–
Dповт	1,04	2,00	–	–	–	0,14	2,00	–	–	–	2,99	2,00	–	–	–
Вариантов	0,26	2,00	0,13	0,13	6,94	0,14	2,00	0,07	0,21	6,94	0,18	2,00	0,09	0,13	6,94
Dост	3,92	4,00	0,98	–	–	1,34	4,00	0,33	–	–	2,75	4,00	0,69	–	–
Sx	0,57		$НСР_{05}$	2,24		0,33		$НСР_{05}$	1,31		0,48		$НСР_{05}$	1,88	
sd	0,81		$НСР_{05}$ (%)	4,49		0,47		$НСР_{05}$ (%)	2,66		0,68		$НСР_{05}$ (%)	3,69	

Сбор масла, т/га

	2021					2022					2023				
Вариант	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Без междурядных обработок	1,23	1,31	1,29			1,14	1,15	1,19			1,32	1,41	1,33		
Одна междурядная обработка	1,33	1,30	1,32			1,22	1,18	1,22			1,43	1,43	1,51		
Две междурядные обработки	1,34	1,36	1,31			1,24	1,27	1,22			1,48	1,52	1,43		
Результаты дисперсионного анализа															
D	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}	SS	Df	MS	Fф	F_{05}
Dобщ	0,01	8,00	–	–	–	0,01	8,00	–	–	–	0,04	8,00	–	–	–
Dповт	0,00	2,00	–	–	–	0,00	2,00	–	–	–	0,00	2,00	–	–	–
Вариантов	0,01	2,00	0,003	2,58	6,94	0,01	2,00	0,005	5,92	6,94	0,03	2,00	0,013	5,13	6,94
Dост	0,00	4,00	0,001	–	–	0,00	4,00	0,001	–	–	0,01	4,00	0,0003	–	–
Sx	0,02		$НСР_{05}$	0,07		0,02		$НСР_{05}$	0,07		0,03		$НСР_{05}$	0,11	
sd	0,03		$НСР_{05}$ (%)	5,70		0,02		$НСР_{05}$ (%)	5,60		0,04		$НСР_{05}$ (%)	8,03	

Приложение 13

Дисперсионный анализ данных таблицы 19

Длина междоузлий 1 растения подсолнечника в фазу бутонизации, мм

Фактор А	Фактор В	2021			2022			2023		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Имми	Без обработки	42	46	44	43	40	43	46	52	49
	ВЛ-77	49	45	47	45	44	46	51	50	52
	Биодукс	48	51	51	46	49	49	57	56	53
	Агат-25 Супер	52	50	51	50	48	49	57	55	56
	Новосил	48	52	50	47	50	50	53	58	57
Тристан	Без обработки	43	41	42	40	40	40	47	46	48
	ВЛ-77	44	46	45	42	44	43	49	51	51
	Биодукс	49	47	48	47	45	46	54	52	53
	Агат-25 Супер	52	48	47	48	46	47	55	53	54
	Новосил	54	46	50	49	46	46	58	52	53
Самурай КЛ	Без обработки	38	41	41	36	39	39	48	41	46
	ВЛ-77	42	44	43	40	42	41	45	52	48
	Биодукс	46	45	47	44	46	42	51	50	52
	Агат-25 Супер	48	45	48	48	46	44	52	48	54
	Новосил	48	48	45	43	48	44	50	53	53

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	554,80	44,0	–	–	–	532,00	44,0	–	–	–	608,98	44,0	–	–	–
Dповт	2,13	2,0	–	–	–	0,93	2,0	–	–	–	3,38	2,0	–	–	–
A	109,20	2,0	54,60	14,72*	3,34	108,40	2,0	54,20	21,35*	3,34	116,58	2,0	58,29	11,03*	3,34
B	334,80	4,0	83,70	22,56*	2,71	350,00	4,0	87,50	34,47*	2,71	336,76	4,0	84,19	15,93*	2,71
AxB	4,80	8,0	0,60	0,16	2,29	1,60	8,0	0,20	0,08	2,29	4,31	8,0	0,54	0,10	2,29
Dост	103,87	28,00	3,71	–	–	71,07	28,00	2,54	–	–	147,96	28,00	5,28	–	–
Sx	1,11	Sd_A	0,70	Sd_B	0,91	0,92	Sd_A	0,58	Sd_B	0,75	1,33	Sd_A	0,84	Sd_B	1,08
sd	1,57	$НСР_{05}$_A	1,44	$НСР_{05}$_B	1,86	1,30	$НСР_{05}$_A	1,19	$НСР_{05}$_B	1,54	1,88	$НСР_{05}$_A	1,72	$НСР_{05}$_B	2,22
$НСР_{05}$	3,22			$НСР_{05}$_AxB	1,86	$НСР_{05}$ 2,66			$НСР_{05}$_AxB	1,54	$НСР_{05}$ 3,84			$НСР_{05}$_AxB	2,22

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Длина междоузлий 1 растения подсолнечника в фазу цветение, мм

Фактор А	Фактор В	2021			2022			2023		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Имми	Без обработки	55	50	57	50	55	51	56	62	59
	ВЛ-77	58	54	59	58	51	56	59	65	62
	Биодукс	65	60	64	58	66	59	71	64	69
	Агат-25 Супер	68	66	73	64	72	65	78	71	73
	Новосил	62	69	67	67	60	65	70	75	68
Тристан	Без обработки	52	55	49	53	46	51	54	60	57
	ВЛ-77	55	52	58	56	49	54	57	63	60
	Биодукс	62	58	63	56	64	57	69	62	67
	Агат-25 Супер	72	66	63	62	70	63	71	74	71
	Новосил	64	66	62	65	58	63	72	66	69
Самурай КЛ	Без обработки	50	53	47	51	44	49	52	58	55
	ВЛ-77	49	56	54	54	47	52	55	61	58
	Биодукс	60	56	61	54	60	57	66	61	65
	Агат-25 Супер	65	62	68	60	66	63	72	67	71
	Новосил	65	61	60	63	57	60	65	69	67

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	1809,20	44,0	–	–	–	1915,20	44,0	–	–	–	1785,20	44,0	–	–	–
Dповт	17,20	2,0	–	–	–	1,60	2,0	–	–	–	4,13	2,0	–	–	–
A	120,00	2,0	60,00	6,03*	3,34	120,00	2,0	60,00	4,20*	3,34	120,00	2,0	60,00	6,27*	3,34
B	1393,20	4,0	348,30	34,98*	2,71	1393,20	4,0	348,30	24,36*	2,71	1393,20	4,0	348,30	36,41*	2,71
AxB	0,0000	8,0	0,00	0,00	2,29	0,00	8,0	0,00	0,00	2,29	0,00	8,0	0,00	0,00	2,29
Dост	278,80	28,00	9,96	–	–	400,40	28,00	14,30	–	–	267,87	28,00	9,57	–	–
Sx	1,82	Sd_A	1,15	Sd_B	1,49	2,18	Sd_A	1,38	Sd_B	1,78	1,79	Sd_A	1,13	Sd_B	1,46
sd	2,58	$НСР_{05}$_A	2,36	$НСР_{05}$_B	3,05	3,09	$НСР_{05}$_A	2,83	$НСР_{05}$_B	3,65	2,53	$НСР_{05}$_A	2,31	$НСР_{05}$_B	2,99
$НСР_{05}$	5,28			$НСР_{05}$_AxB	3,05	$НСР_{05}$ 6,32			$НСР_{05}$_AxB	3,65	$НСР_{05}$ 5,17			$НСР_{05}$_AxB	2,99

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 14

Дисперсионный анализ данных таблицы 20

Высота 1 растения подсолнечника в фазу бутонизации, см

Фактор А	Фактор В	2021 1	2	3	2022 1	2	3	2023 1	2	3
Имми	Без обработки	114	113	109	103	108	107	108	114	111
	ВЛ-77	111	113	118	105	112	107	110	115	112
	Биодукс	123	116	121	117	110	115	123	116	121
	Агат-25 Супер	114	122	118	108	116	112	114	122	118
	Новосил	119	112	117	112	107	111	119	112	117
Тристан	Без обработки	115	109	112	111	106	113	115	113	108
	ВЛ-77	112	119	114	108	115	110	111	114	117
	Биодукс	122	115	120	121	114	119	124	117	122
	Агат-25 Супер	120	114	120	118	112	118	121	116	120
	Новосил	114	121	116	110	117	112	113	120	115
Самурай КЛ	Без обработки	107	113	110	104	110	107	107	113	110
	ВЛ-77	109	116	111	106	113	108	109	114	112
	Биодукс	119	114	117	118	111	116	121	114	119
	Агат-25 Супер	117	110	115	116	109	114	119	112	117
	Новосил	110	117	112	108	115	110	112	117	113

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	726,44	44,0	–	–	–	841,20	44,0	–	–	–	822,80	44,0	–	–	–
Dповт	1,24	2,0	–	–	–	6,93	2,0	–	–	–	1,20	2,0	–	–	–
A	88,31	2,0	44,16	3,52*	3,34	103,60	2,0	51,80	4,08*	3,34	46,53	2,0	23,27	2,03	3,34
B	276,22	4,0	69,06	5,5*	2,71	373,20	4,0	93,30	7,36*	2,71	450,80	4,0	112,70	9,86*	2,71
AxB	9,24	8,0	1,16	0,09	2,29	2,40	8,0	0,30	0,02	2,29	4,13	8,0	0,52	0,05	2,29
Dост	351,42	28,00	12,55	–	–	355,07	28,00	12,68	–	–	320,13	28,00	11,43	–	–
Sx	2,05	Sd_A	1,29	Sd_B	1,67	2,06	Sd_A	1,30	Sd_B	1,68	1,95	Sd_A	1,23	Sd_B	1,59
sd	2,89	$НСР_{05}$_A	2,65	$НСР_{05}$_B	3,42	2,91	$НСР_{05}$_A	2,66	$НСР_{05}$_B	3,44	2,76	$НСР_{05}$_A	2,53	$НСР_{05}$_B	3,27
$НСР_{05}$	5,93			$НСР_{05}$_AxB	3,42	$НСР_{05}$ 5,96			$НСР_{05}$_AxB	3,44	$НСР_{05}$ 5,66			$НСР_{05}$_AxB	3,27

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Высота 1 растения подсолнечника в фазу цветение, см

Фактор А	Фактор В	2021			2022			2023		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Имми	Без обработки	134	141	145	132	139	137	140	145	144
	ВЛ-77	142	152	153	141	152	148	148	159	154
	Биодукс	159	149	157	159	148	152	165	158	160
	Агат-25 Супер	165	156	153	163	154	151	160	162	170
	Новосил	153	162	153	146	154	147	155	160	154
Тристан	Без обработки	145	137	138	137	134	134	147	139	140
	ВЛ-77	145	153	155	141	150	150	148	155	157
	Биодукс	165	158	154	158	150	148	166	159	155
	Агат-25 Супер	157	168	158	151	162	152	159	170	160
	Новосил	157	149	156	151	143	150	156	154	158
Самурай КЛ	Без обработки	123	132	135	131	136	141	133	142	145
	ВЛ-77	152	142	144	155	145	147	157	152	154
	Биодукс	142	153	146	162	151	155	156	167	160
	Агат-25 Супер	152	141	151	161	149	158	164	158	162
	Новосил	146	153	145	146	153	145	151	158	150

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	3821,20	44,0	–	–	–	3005,20	44,0	–	–	–	3107,20	44,0	–	–	–
Dповт	2,80	2,0	–	–	–	12,93	2,0	–	–	–	36,40	2,0	–	–	–
A	737,20	2,0	368,60	11,5*	3,34	19,20	2,0	9,60	0,35	3,34	20,93	2,0	10,47	0,51	3,34
B	2077,20	4,0	519,30	16,21*	2,71	2187,20	4,0	546,80	20,01*	2,71	2445,20	4,0	611,30	29,67*	2,71
AxB	106,80	8,0	13,35	0,42	2,29	20,80	8,0	2,60	0,10	2,29	27,73	8,0	3,47	0,17	2,29
Dост	897,20	28,00	32,04	–	–	765,07	28,00	27,32	–	–	576,93	28,00	20,60	–	–
Sx	3,27	Sd_A	2,07	Sd_B	2,67	3,02	Sd_A	1,91	Sd_B	2,46	2,62	Sd_A	1,66	Sd_B	2,14
sd	4,62	$НСР_{05}$_A	4,23	$НСР_{05}$_B	5,47	4,27	$НСР_{05}$_A	3,91	$НСР_{05}$_B	5,05	3,71	$НСР_{05}$_A	3,40	$НСР_{05}$_B	4,38
$НСР_{05}$	9,47			$НСР_{05}$_AxB	5,47	$НСР_{05}$ 8,74			$НСР_{05}$_AxB	5,05	$НСР_{05}$			$НСР_{05}$_AxB	4,38

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 15

Дисперсионный анализ данных таблицы 21

Площадь листовой поверхности 1 растения подсолнечника в фазу бутонизации, м^2

Фактор А	Фактор В	2021 1	2021 2	2021 3	2022 1	2022 2	2022 3	2023 1	2023 2	2023 3
Имми	Без обработки	0,27	0,23	0,25	0,22	0,24	0,25	0,27	0,30	0,27
	ВЛ-77	0,25	0,27	0,26	0,28	0,23	0,26	0,28	0,26	0,28
	Биодукс	0,29	0,25	0,27	0,25	0,28	0,30	0,30	0,28	0,30
	Агат-25 Супер	0,28	0,30	0,29	0,26	0,29	0,29	0,29	0,31	0,31
	Новосил	0,27	0,24	0,27	0,26	0,27	0,28	0,29	0,27	0,29
Тристан	Без обработки	0,27	0,24	0,28	0,24	0,24	0,23	0,28	0,25	0,27
	ВЛ-77	0,29	0,26	0,29	0,27	0,27	0,26	0,30	0,30	0,29
	Биодукс	0,32	0,27	0,31	0,29	0,29	0,28	0,31	0,32	0,31
	Агат-25 Супер	0,29	0,31	0,3	0,26	0,29	0,28	0,34	0,32	0,33
	Новосил	0,31	0,27	0,29	0,29	0,28	0,27	0,31	0,29	0,30
Самурай КЛ	Без обработки	0,25	0,21	0,26	0,26	0,25	0,26	0,27	0,24	0,27
	ВЛ-77	0,27	0,24	0,27	0,28	0,25	0,28	0,29	0,27	0,29
	Биодукс	0,30	0,26	0,28	0,31	0,27	0,30	0,32	0,30	0,32
	Агат-25 Супер	0,30	0,28	0,29	0,30	0,28	0,30	0,31	0,29	0,31
	Новосил	0,29	0,26	0,29	0,26	0,29	0,29	0,30	0,28	0,30

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	0,0241	44,0	–	–	–	0,02008	44,0	–	–	–	0,01932	44,0	–	–	–
Dповт	0,0051	2,0	–	–	–	0,00049	2,0	–	–	–	0,00130	2,0	–	–	–
A	0,0036	2,0	0,0018	10,1*	3,34	0,00165	2,0	0,0008	3,52*	3,34	0,00172	2,0	0,0009	7,95*	3,34
B	0,0094	4,0	0,0024	13,18*	2,71	0,01084	4,0	0,0027	11,54*	2,71	0,01090	4,0	0,0027	25,14*	2,71
AxB	0,0010	8,0	0,0001	0,71	2,29	0,00052	8,0	0,0001	0,28	2,29	0,00236	8,0	0,0003	2,73*	2,29
Dост	0,0050	28,00	0,0002	–	–	0,00657	28,00	0,0002	–	–	0,00304	28,00	0,0001	–	–
Sx	0,0077	Sd_A	0,0049	Sd_B	0,006	0,0088	Sd_A	0,0056	Sd_B	0,007	0,0060	Sd_A	0,0038	Sd_B	0,005
sd	0,0109	$НСР_{05}$_A	0,0100	$НСР_{05}$_B	0,013	0,0125	$НСР_{05}$_A	0,011	$НСР_{05}$_B	0,015	0,0085	$НСР_{05}$_A	0,008	$НСР_{05}$_B	0,010
$НСР_{05}$	0,0223			$НСР_{05}$_AxB	0,013	$НСР_{05}$ 0,0256			$НСР_{05}$_AxB	0,015	$НСР_{05}$ 0,0174			$НСР_{05}$_AxB	0,010

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Площадь листовой поверхности 1 растения подсолнечника в фазу цветение, м^2

Фактор А	Фактор В	2021			2022			2023		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Имми	Без обработки	1,00	0,95	0,99	0,98	0,97	0,93	1,00	1,02	1,00
	ВЛ-77	0,60	1,02	0,99	0,95	0,99	0,97	1,00	1,01	1,03
	Биодукс	1,08	1,02	1,05	1,05	1,00	1,04	1,06	1,09	1,09
	Агат-25 Супер	0,99	1,06	1,04	1,01	1,05	1,03	1,08	1,06	1,10
	Новосил	1,03	1,08	1,05	1,04	0,99	1,03	1,07	1,02	1,09
Тристан	Без обработки	0,83	0,86	0,83	0,82	0,78	0,80	0,88	0,85	0,89
	ВЛ-77	0,87	0,82	0,86	0,84	0,79	0,83	0,88	0,84	0,89
	Биодукс	0,92	0,88	0,9	0,89	0,84	0,88	0,93	0,94	0,92
	Агат-25 Супер	0,89	0,91	0,9	0,85	0,89	0,87	0,91	0,95	0,93
	Новосил	0,86	0,89	0,89	0,87	0,82	0,86	0,89	0,93	0,92
Самурай КЛ	Без обработки	0,89	0,84	0,88	0,93	0,88	0,92	0,92	0,94	0,96
	ВЛ-77	0,94	0,89	0,93	0,96	0,91	0,95	0,96	0,96	0,99
	Биодукс	0,93	0,97	0,95	1,00	0,95	0,99	1,03	0,98	1,04
	Агат-25 Супер	0,90	0,93	0,93	0,98	0,93	0,96	0,98	0,97	1,03
	Новосил	0,91	0,87	0,89	0,94	0,93	0,99	1,02	0,98	1,01

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	0,33596	44,0	–	–	–	0,25148	44,0	–	–	–	0,20992	44,0	–	–	–
Dповт	0,00720	2,0	–	–	–	0,00588	2,0	–	–	–	0,00457	2,0	–	–	–
A	0,11927	2,0	0,0596	14,12*	3,34	0,19876	2,0	0,0994	209,96*	3,34	0,15777	2,0	0,0789	206,56*	3,34
B	0,04888	4,0	0,0122	2,89*	2,71	0,03164	4,0	0,0079	16,71*	2,71	0,03470	4,0	0,0087	22,71*	2,71
AxB	0,04235	8,0	0,0053	1,25	2,29	0,00195	8,0	0,0002	0,52	2,29	0,00218	8,0	0,0003	0,71	2,29
Dост	0,11826	28,00	0,0042	–	–	0,01325	28,00	0,0005	–	–	0,01069	28,00	0,0004	–	–
Sx	0,038	Sd_A	0,0237	Sd_B	0,031	0,013	Sd_A	0,0079	Sd_B	0,010	0,011	Sd_A	0,0071	Sd_B	0,009
sd	0,053	HCP_{05}_A	0,0486	HCP_{05}_B	0,063	0,018	HCP_{05}_A	0,0163	HCP_{05}_B	0,021	0,016	HCP_{05}_A	0,0146	HCP_{05}_B	0,019
HCP_{05}	0,109			HCP_{05}_AxB	0,063	HCP_{05} 0,036			HCP_{05}_AxB	0,021	HCP_{05} 0,033			HCP_{05}_AxB	0,019

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 16

Дисперсионный анализ данных таблицы 23

Выполненность корзинки, %

Фактор А	Фактор В	2021 1	2	3	2022 1	2	3	2023 1	2	3
Имми	Без обработки	77,1	78,0	78,3	74,9	75,8	76,1	83,7	84,5	85,0
	ВЛ-77	79,6	80,5	80,8	77,4	77,9	78,4	86,2	87,0	87,5
	Биодукс	79,8	80,4	81,0	77,1	78,3	78,3	86,4	87,1	87,8
	Агат-25 Супер	80,2	81,0	81,5	78,0	78,7	79,1	87,4	87,4	87,4
	Новосил	80,6	80,6	80,6	78,3	78,3	78,3	86,5	87,2	87,6
Тристан	Без обработки	74,8	75,6	76,1	72,0	72,9	73,2	81,9	82,7	83,2
	ВЛ-77	74,5	75,2	75,6	72,2	72,7	73,2	81,7	82,3	82,9
	Биодукс	75,7	76,4	76,8	73,6	74,3	74,4	83,0	83,7	84,1
	Агат-25 Супер	76,5	77,1	77,7	74,9	74,9	74,9	83,7	84,5	85,0
	Новосил	76,3	77,0	77,4	74,0	75,0	75,1	83,6	83,6	83,6
Самурай КЛ	Без обработки	79,3	80,0	80,4	76,8	77,4	77,7	86,0	86,8	87,3
	ВЛ-77	81,9	82,6	83,3	79,7	80,3	80,9	89,3	90,1	90,6
	Биодукс	83,2	84,0	84,5	81,2	81,6	82,0	90,6	91,4	91,9
	Агат-25 Супер	84,5	84,5	84,5	81,5	82,3	82,8	91,5	92,3	92,8
	Новосил	83,2	83,9	84,3	80,9	81,6	82,0	91,5	91,5	91,5

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	422,488	44,0	–	–	–	429,632	44,0	–	–	–	466,228	44,0	–	–	–
Dповт	8,256	2,0	–	–	–	6,729	2,0	–	–	–	7,801	2,0	–	–	–
A	344,668	2,0	172,334	3436,86*	3,34	344,848	2,0	172,424	3282,78*	3,34	372,288	2,0	186,144	2581,92*	3,34
B	54,668	4,0	13,667	272,56*	2,71	64,652	4,0	16,163	307,73*	2,71	64,928	4,0	16,232	225,15*	2,71
AxB	13,492	8,0	1,686	33,63*	2,29	11,932	8,0	1,492	28,4*	2,29	19,192	8,0	2,399	33,28*	2,29
Dост	1,404	28,00	0,050	–	–	1,471	28,00	0,053	–	–	2,019	28,00	0,072	–	–
Sx	0,129	Sd_A	0,082	Sd_B	0,106	0,132	Sd_A	0,084	Sd_B	0,108	0,155	Sd_A	0,098	Sd_B	0,127
sd	0,183	HCP_{05}_A	0,167	HCP_{05}_B	0,216	0,187	HCP_{05}_A	0,171	HCP_{05}_B	0,221	0,219	HCP_{05}_A	0,201	HCP_{05}_B	0,259
HCP_{05}	0,375			HCP_{05}_AxB	0,216	HCP_{05} 0,383			HCP_{05}_AxB	0,221	HCP_{05} 0,449			HCP_{05}_AxB	0,259

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 17

Дисперсионный анализ данных таблицы 24

Диаметр корзинки, см

Фактор А	Фактор В	2021 1	2	3	2022 1	2	3	2023 1	2	3
Имми	Без обработки	19,1	18,5	18,8	16,7	16,2	16,6	19,8	20,4	20,1
	ВЛ-77	18,8	19,3	18,9	16,8	17,3	16,9	20,3	20,3	20,3
	Биодукс	21,3	21,9	21,6	18,4	17,6	18,0	23,5	22,8	23,0
	Агат-25 Супер	22,5	21,9	22,2	17,8	18,2	18,0	23,5	24,1	23,8
	Новосил	21,2	20,6	20,9	18,5	18,5	18,5	22,7	22,1	22,4
Тристан	Без обработки	18,3	18,9	18,6	18,5	17,9	18,2	20,1	19,4	19,6
	ВЛ-77	19,3	19,8	19,2	18,7	19,4	18,9	20,3	21,0	20,5
	Биодукс	22,4	21,7	21,9	21,9	21,3	21,6	23,0	23,6	23,3
	Агат-25 Супер	22,3	22,9	22,6	22,2	22,2	22,2	24,4	23,7	23,9
	Новосил	21,6	21,0	21,3	20,6	21,3	20,8	22,2	23,0	22,6
Самурай КЛ	Без обработки	18,1	18,7	18,4	15,4	15,9	15,5	19,4	20,0	19,7
	ВЛ-77	19,5	18,9	19,2	17,5	17,0	17,1	20,5	19,9	20,2
	Биодукс	21,4	22,1	21,9	18,0	18,5	18,4	22,5	23,2	23,0
	Агат-25 Супер	22,7	22,1	22,4	19,1	18,6	18,7	23,8	23,2	23,5
	Новосил	20,8	21,5	21,0	18,0	18,0	18,0	22,1	23,4	21,2

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	101,88	44,0	–	–	–	141,99	44,0	–	–	–	113,00	44,0	–	–	–
Dповт	0,03	2,0	–	–	–	0,02	2,0	–	–	–	0,31	2,0	–	–	–
A	0,66	2,0	0,33	3,17	3,34	77,84	2,0	38,92	518,3*	3,34	0,88	2,0	0,44	2,45	3,34
B	97,71	4,0	24,43	235,89*	2,71	53,93	4,0	13,48	179,55*	2,71	106,27	4,0	26,57	148,32*	2,71
AxB	0,59	8,0	0,07	0,71	2,29	8,10	8,0	1,01	13,48*	2,29	0,52	8,0	0,07	0,37	2,29
Dост	2,90	28,00	0,10	–	–	2,10	28,00	0,08	–	–	5,02	28,00	0,18	–	–
Sx	0,19	Sd_A	0,12	Sd_B	0,15	0,16	Sd_A	0,10	Sd_B	0,13	0,24	Sd_A	0,15	Sd_B	0,20
sd	0,26	$НСР_{05}$_A	0,24	$НСР_{05}$_B	0,31	0,22	$НСР_{05}$_A	0,20	$НСР_{05}$_B	0,26	0,35	$НСР_{05}$_A	0,32	$НСР_{05}$_B	0,41
$НСР_{05}$	0,54			$НСР_{05}$_AxB	0,31	$НСР_{05}$ 0,46			$НСР_{05}$_AxB	0,26	$НСР_{05}$ 0,71			$НСР_{05}$_AxB	0,41

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости ($Fф > F_{05}$)

Количество семянок в корзинке, шт.

Фактор А	Фактор В	2021 1	2	3	2022 1	2	3	2023 1	2	3
Имми	Без обработки	776,0	781,0	773,0	787,0	790,0	778,0	790,0	801,0	794,0
	ВЛ-77	797,0	805,0	800,0	804,0	811,0	809,0	822,0	817,0	818,0
	Биодукс	819,0	828,0	817,0	834,0	826,0	824,0	834,0	845,0	835,0
	Агат-25 Супер	839,0	832,0	842,0	843,0	841,0	854,0	862,0	849,0	860,0
	Новосил	834,0	815,0	820,0	822,0	811,0	818,0	821,0	831,0	829,0
Тристан	Без обработки	747,0	743,0	745,0	723,0	728,0	721,0	767,0	758,0	764,0
	ВЛ-77	769,0	781,0	762,0	750,0	739,0	744,0	781,0	792,0	779,0
	Биодукс	795,0	789,0	781,0	767,0	783,0	780,0	811,0	801,0	803,0
	Агат-25 Супер	806,0	796,0	803,0	794,0	782,0	787,0	823,0	814,0	824,0
	Новосил	781,0	794,0	792,0	753,0	750,0	762,0	796,0	793,0	793,0
Самурай КЛ	Без обработки	772,0	756,0	767,0	775,0	768,0	764,0	795,0	803,0	796,0
	ВЛ-77	794,0	802,0	794,0	788,0	799,0	789,0	826,0	816,0	824,0
	Биодукс	802,0	810,0	811,0	816,0	803,0	812,0	837,0	845,0	844,0
	Агат-25 Супер	845,0	839,0	851,0	829,0	831,0	834,0	868,0	857,0	858,0
	Новосил	825,0	811,0	815,0	802,0	798,0	803,0	829,0	837,0	827,0

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	33286,98	44,0	–	–	–	49411,64	44,0	–	–	–	32211,64	44,0	–	–	–
Dповт	27,24	2,0	–	–	–	25,64	2,0	–	–	–	7,24	2,0	–	–	–
A	9315,38	2,0	4657,69	108,97*	3,34	28184,58	2,0	14092,29	425,34*	3,34	12865,91	2,0	6432,96	219,28*	3,34
B	22078,98	4,0	5519,74	129,14*	2,71	20053,42	4,0	5013,36	151,32*	2,71	18484,76	4,0	4621,19	157,52*	2,71
AxB	668,62	8,0	83,58	1,96	2,29	220,31	8,0	27,54	0,83	2,29	32,31	8,0	4,04	0,14	2,29
Dост	1196,76	28,00	42,74	–	–	927,69	28,00	33,13	–	–	821,42	28,00	29,34	–	–
Sx	3,77	Sd_A	2,39	Sd_B	3,08	3,32	Sd_A	2,10	Sd_B	2,71	3,13	Sd_A	1,98	Sd_B	2,55
sd	5,34	HCP_{05}_A	4,89	HCP_{05}_B	6,31	4,70	HCP_{05}_A	4,31	HCP_{05}_B	5,56	4,42	HCP_{05}_A	4,05	HCP_{05}_B	5,23
HCP_{05}	10,93			HCP_{05}_AxB	6,31	HCP_{05} 9,63			HCP_{05}_AxB	5,56	HCP_{05} 9,06			HCP_{05}_AxB	5,23

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Масса семянок с корзинки, г

Фактор А	Фактор В	2021 1	2021 2	2021 3	2022 1	2022 2	2022 3	2023 1	2023 2	2023 3
Имми	Без обработки	41,5	42,2	42,3	45,0	45,6	45,3	46,3	46,6	46,9
	ВЛ-77	45,1	44,3	45,0	49,2	48,4	48,8	49,7	50,4	50,5
	Биодукс	45,7	45,0	46,1	50,7	50,5	50,0	52,2	51,9	51,6
	Агат-25 Супер	51,2	50,2	50,7	53,3	52,5	52,9	54,4	54,1	54,7
	Новосил	48,8	49,5	49,3	50,3	50,7	51,1	52,5	51,9	52,2
Тристан	Без обработки	36,0	36,1	36,5	33,1	33,4	33,7	40,6	40,9	41,2
	ВЛ-77	40,6	41,2	40,9	35,5	36,3	35,9	45,2	45,8	45,5
	Биодукс	41,8	40,9	41,2	36,6	37,4	37,0	46,3	45,7	46,0
	Агат-25 Супер	42,8	42,2	43,1	38,7	38,3	39,1	47,1	47,7	47,4
	Новосил	42,0	41,6	41,2	36,2	36,6	35,8	46,0	46,6	46,0
Самурай КЛ	Без обработки	39,1	38,6	39,3	37,8	38,0	37,6	49,4	49,7	50,0
	ВЛ-77	43,4	42,5	43,1	39,3	38,5	38,9	53,5	53,2	53,8
	Биодукс	44,8	44,7	44,9	40,2	39,8	40,6	55,6	55,0	55,9
	Агат-25 Супер	47,5	47,2	47,8	42,9	42,5	43,3	57,8	58,1	58,4
	Новосил	45,0	44,1	44,7	40,0	39,5	39,6	55,7	55,4	56,0

Результаты дисперсионного анализа

D	2021 SS	2021 Df	2021 MS	2021 $F_ф$	2021 F_{05}	2022 SS	2022 Df	2022 MS	2022 $F_ф$	2022 F_{05}	2023 SS	2023 Df	2023 MS	2023 $F_ф$	2023 F_{05}
Dобщ	608,188	44,0	–	–	–	1622,192	44,0	–	–	–	961,392	44,0	–	–	–
Dповт	1,317	2,0	–	–	–	0,085	2,0	–	–	–	0,545	2,0	–	–	–
A	263,632	2,0	131,816	1024,48*	3,340	1434,492	2,0	717,246	5078,28*	3,340	663,316	2,0	331,658	3498,15*	3,340
B	313,348	4,0	78,337	608,84*	2,714	170,892	4,0	42,723	302,49*	2,714	287,972	4,0	71,993	759,34*	2,714
AxB	26,288	8,0	3,286	25,54*	2,291	12,768	8,0	1,596	11,3*	2,291	6,904	8,0	0,863	9,1*	2,291
Dост	3,603	28,00	0,129	–	–	3,955	28,00	0,141	–	–	2,655	28,00	0,095	–	–
Sx	0,207	Sd_A	0,131	Sd_B	0,169	0,217	Sd_A	0,137	Sd_B	0,177	0,178	Sd_A	0,112	Sd_B	0,145
sd	0,293	$НСР_{05}$_A	0,268	$НСР_{05}$_B	0,346	0,307	$НСР_{05}$_A	0,281	$НСР_{05}$_B	0,363	0,251	$НСР_{05}$_A	0,230	$НСР_{05}$_B	0,297
$НСР_{05}$	0,600			$НСР_{05}$_AxB	0,346	$НСР_{05}$ 0,629			$НСР_{05}$_AxB	0,363	$НСР_{05}$ 0,515			$НСР_{05}$_AxB	0,297

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 18

Дисперсионный анализ данных таблицы 25

Масса 1000 семянок, г

Фактор А	Фактор В	2021 1	2	3	2022 1	2	3	2023 1	2	3
Имми	Без обработки	58,5	58,0	57,8	57,2	58,3	56,9	59,1	59,0	58,6
	ВЛ-77	60,6	61,1	60,7	60,1	60,8	60,2	61,5	62,0	61,3
	Биодукс	61,4	61,0	60,9	61,4	60,4	60,8	62,4	61,9	62,0
	Агат-25 Супер	63,9	63,8	63,4	62,3	63,0	62,5	64,0	63,6	64,1
	Новосил	62,3	62,8	62,1	61,2	61,9	61,4	63,6	63,1	62,9
Тристан	Без обработки	51,8	51,3	51,4	48,2	49,1	48,2	51,8	52,3	51,9
	ВЛ-77	53,2	52,8	53,3	51,4	51,9	52,6	55,3	54,9	54,8
	Биодукс	53,9	53,4	53,2	52,1	53,0	52,1	54,7	54,6	54,2
	Агат-25 Супер	55,2	55,7	55,3	53,7	53,9	54,1	56,0	56,5	55,8
	Новосил	54,7	54,3	54,2	52,8	53,7	52,8	55,3	54,8	54,9
Самурай КЛ	Без обработки	62,6	62,5	62,1	60,8	61,7	60,9	62,9	62,5	63,0
	ВЛ-77	64,3	64,8	64,1	63,6	64,4	63,7	66,1	65,6	65,4
	Биодукс	65,0	64,5	64,6	64,0	65,0	64,2	66,0	66,5	66,1
	Агат-25 Супер	66,9	66,5	67,0	66,1	66,8	66,0	68,5	68,1	68,0
	Новосил	66,3	65,8	65,6	65,3	66,2	65,4	67,6	67,5	67,1

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	1105,45	44,0	–	–	–	1345,00	44,0	–	–	–	1152,41	44,0	–	–	–
Dповт	0,80	2,0	–	–	–	3,77	2,0	–	–	–	0,75	2,0	–	–	–
A	991,31	2,0	495,65	7309,5*	3,34	1194,05	2,0	597,02	4983,77*	3,34	1026,01	2,0	513,01	7829,31*	3,34
B	108,83	4,0	27,21	401,24*	2,71	142,95	4,0	35,74	298,33*	2,71	119,67	4,0	29,92	456,58*	2,71
AxB	2,61	8,0	0,33	4,81*	2,29	0,88	8,0	0,11	0,92	2,29	4,15	8,0	0,52	7,91*	2,29
Dост	1,90	28,00	0,07	–	–	3,35	28,00	0,12	–	–	1,83	28,00	0,07	–	–
Sx	0,15	Sd_A	0,10	Sd_B	0,12	0,20	Sd_A	0,13	Sd_B	0,16	0,15	Sd_A	0,09	Sd_B	0,12
sd	0,21	HCP_{05}_A	0,19	HCP_{05}_B	0,25	0,28	HCP_{05}_A	0,26	HCP_{05}_B	0,33	0,21	HCP_{05}_A	0,19	HCP_{05}_B	0,25
HCP_{05}	0,44			HCP_{05}_AxB	0,25	HCP_{05} 0,58			HCP_{05}_AxB	0,33	HCP_{05} 0,43			HCP_{05}_AxB	0,25

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости ($Fф > F_{05}$)

Лузжистость, %

Фактор А	Фактор В	2021 1	2	3	2022 1	2	3	2023 1	2	3
Имми	Без обработки	21,5	21,2	21,5	22,6	23,0	22,8	21,6	21,4	22,4
	ВЛ-77	22,6	22,8	22,1	23,1	22,7	22,9	19,8	20,2	20,0
	Биодукс	22,0	22,5	22,4	21,8	22,2	22,0	20,4	20,0	20,2
	Агат-25 Супер	22,3	22,1	21,9	21,6	22,1	21,7	19,5	19,7	19,9
	Новосил	22,0	21,9	22,2	21,8	22,2	22,0	19,6	19,8	20,0
Тристан	Без обработки	23,8	23,4	23,6	24,2	24,6	24,4	22,2	22,6	22,4
	ВЛ-77	23,4	23,6	23,2	23,6	24,0	23,8	20,4	20,8	20,6
	Биодукс	23,2	23,6	23,4	22,5	22,7	22,9	20,6	21,0	20,8
	Агат-25 Супер	23,3	23,1	22,9	22,6	23,0	22,8	20,5	20,9	20,7
	Новосил	22,7	23,1	22,9	22,3	22,7	22,5	20,7	21,1	20,9
Самурай КЛ	Без обработки	23,9	23,5	23,7	23,7	24,1	23,9	21,2	21,6	21,4
	ВЛ-77	23,7	23,9	23,5	22,9	23,3	23,1	20,5	20,9	20,7
	Биодукс	24,0	23,6	23,8	22,6	23,0	22,8	20,7	21,1	20,9
	Агат-25 Супер	23,0	22,8	22,6	22,7	23,3	23,0	20,0	20,4	20,2
	Новосил	23,6	23,2	23,4	22,6	23,0	22,8	20,5	20,9	20,7

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	23,93	44,0	–	–	–	22,89	44,0	–	–	–	24,13	44,0	–	–	–
Dповт	0,12	2,0	–	–	–	0,94	2,0	–	–	–	0,69	2,0	–	–	–
A	17,55	2,0	8,77	194,43*	3,34	7,85	2,0	3,93	260,08*	3,34	4,64	2,0	2,32	65,54*	3,34
B	1,99	4,0	0,50	11,05*	2,71	11,57	4,0	2,89	191,65*	2,71	15,65	4,0	3,91	110,45*	2,71
AxB	3,00	8,0	0,38	8,31*	2,29	2,11	8,0	0,26	17,46*	2,29	2,16	8,0	0,27	7,61*	2,29
Dост	1,26	28,00	0,05	–	–	0,42	28,00	0,02	–	–	0,99	28,00	0,04	–	–
Sx	0,12	Sd_A	0,08	Sd_B	0,10	0,07	Sd_A	0,04	Sd_B	0,06	0,11	Sd_A	0,07	Sd_B	0,09
sd	0,17	$НСР_{05}$_A	0,16	$НСР_{05}$_B	0,21	0,10	$НСР_{05}$_A	0,09	$НСР_{05}$_B	0,12	0,15	$НСР_{05}$_A	0,14	$НСР_{05}$_B	0,18
$НСР_{05}$	0,36			$НСР_{05}$_AxB	0,21	$НСР_{05}$ 0,21			$НСР_{05}$_AxB	0,12	$НСР_{05}$ 0,31			$НСР_{05}$_AxB	0,18

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Масличность, %

Фактор А	Фактор В	2021			2022			2023		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Имми	Без обработки	49,1	49,5	49,6	46,8	46,3	46,7	50,8	50,5	50,8
	ВЛ-77	50,0	49,6	49,8	47,2	46,8	47,0	51,3	50,9	51,1
	Биодукс	50,1	50,4	50,7	47,4	47,8	47,6	51,5	51,9	51,7
	Агат-25 Супер	50,8	50,3	50,5	47,9	47,6	47,9	52,4	51,7	51,9
	Новосил	50,3	50,1	49,9	47,4	47,1	47,3	51,6	51,2	51,4
Тристан	Без обработки	49,9	49,5	49,8	46,7	46,2	46,6	50,6	50,3	50,5
	ВЛ-77	50,6	50,1	50,4	47,1	46,7	46,9	51,1	50,7	50,9
	Биодукс	50,8	50,9	50,4	47,2	47,7	47,5	51,7	51,3	51,5
	Агат-25 Супер	50,9	51,1	50,6	47,8	47,5	47,8	51,9	51,5	51,7
	Новосил	50,5	50,2	50,4	47,3	47,0	47,3	51,4	51,0	51,2
Самурай КЛ	Без обработки	49,7	49,2	49,5	46,6	46,2	46,5	50,9	50,6	50,8
	ВЛ-77	49,9	50,1	49,7	47,0	46,6	46,8	51,4	51,0	51,2
	Биодукс	50,6	50,3	50,6	47,6	47,2	47,4	52,0	51,6	51,8
	Агат-25 Супер	50,7	50,9	50,4	47,7	47,4	47,7	52,2	51,8	52,0
	Новосил	50,3	50,0	50,3	47,2	46,9	47,2	51,7	51,3	51,5

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	10,18	44,0	–	–	–	9,51	44,0	–	–	–	10,85	44,0	–	–	–
Dповт	0,15	2,0	–	–	–	0,58	2,0	–	–	–	0,90	2,0	–	–	–
A	1,04	2,0	0,52	10,09*	3,34	0,26	2,0	0,13	5,52*	3,34	0,73	2,0	0,37	26,24*	3,34
B	7,44	4,0	1,86	36,23*	2,71	8,00	4,0	2,00	84,43*	2,71	8,81	4,0	2,20	157,5*	2,71
AxB	0,12	8,0	0,01	0,29	2,29	0,00	8,0	0,00	0,03	2,29	0,02	8,0	0,00	0,14	2,29
Dост	1,44	28,00	0,05	–	–	0,66	28,00	0,02	–	–	0,39	28,00	0,01	–	–
Sx	0,13	Sd_A	0,08	Sd_B	0,11	0,09	Sd_A	0,06	Sd_B	0,07	0,07	Sd_A	0,04	Sd_B	0,06
sd	0,18	$НСР_{05}$_A	0,17	$НСР_{05}$_B	0,22	0,13	$НСР_{05}$_A	0,12	$НСР_{05}$_B	0,15	0,10	$НСР_{05}$_A	0,09	$НСР_{05}$_B	0,11
$НСР_{05}$	0,38			$НСР_{05}$_AxB	0,22	$НСР_{05}$ 0,26			$НСР_{05}$_AxB	0,15	$НСР_{05}$ 0,20			$НСР_{05}$_AxB	0,11

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости (Fф > F_{05})

Приложение 19

Дисперсионный анализ данных таблицы 26

Урожайность, т/га

Фактор А	Фактор В	2021			2022			2023		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Имми	Без обработки	2,31	2,25	2,28	2,29	2,22	2,26	2,40	2,33	2,37
	ВЛ-77	2,42	2,50	2,49	2,40	2,48	2,44	2,52	2,60	2,56
	Биодукс	2,51	2,59	2,52	2,48	2,56	2,51	2,61	2,69	2,65
	Агат-25 Супер	2,70	2,63	2,65	2,62	2,69	2,64	2,84	2,71	2,79
	Новосил	2,53	2,58	2,54	2,58	2,50	2,51	2,70	2,62	2,66
Тристан	Без обработки	2,18	2,28	2,23	2,17	2,26	2,21	2,32	2,21	2,31
	ВЛ-77	2,44	2,35	2,39	2,42	2,33	2,38	2,41	2,51	2,43
	Биодукс	2,46	2,52	2,45	2,44	2,51	2,43	2,49	2,57	2,50
	Агат-25 Супер	2,59	2,52	2,56	2,63	2,54	2,57	2,70	2,62	2,66
	Новосил	2,40	2,49	2,43	2,46	2,52	2,43	2,58	2,50	2,54
Самурай КЛ	Без обработки	2,36	2,42	2,36	2,33	2,40	2,32	2,48	2,38	2,46
	ВЛ-77	2,60	2,50	2,54	2,58	2,48	2,52	2,67	2,57	2,63
	Биодукс	2,64	2,57	2,56	2,67	2,59	2,58	2,76	2,67	2,71
	Агат-25 Супер	2,74	2,81	2,77	2,72	2,79	2,75	2,91	2,79	2,88
	Новосил	2,63	2,68	2,67	2,66	2,61	2,63	2,79	2,69	2,74

Результаты дисперсионного анализа

D	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}	SS	Df	MS	$F_ф$	F_{05}
Dобщ	0,934	44,0	–	–	–	0,982	44,0	–	–	–	1,144	44,0	–	–	–
Dповт	0,002	2,0	–	–	–	0,004	2,0	–	–	–	0,017	2,0	–	–	–
A	0,219	2,0	0,109	68,16*	3,34	0,185	2,0	0,092	52,21*	3,34	0,262	2,0	0,131	68,02*	3,34
B	0,654	4,0	0,163	101,88*	2,71	0,743	4,0	0,186	105,09*	2,71	0,808	4,0	0,202	104,96*	2,71
AxB	0,014	8,0	0,002	1,09	2,29	0,001	8,0	0,000	0,10	2,29	0,003	8,0	0,000	0,17	2,29
Dост	0,045	28,00	0,002	–	–	0,049	28,00	0,002	–	–	0,054	28,00	0,002	–	–
Sx	0,023	Sd_A	0,015	Sd_B	0,019	0,024	Sd_A	0,015	Sd_B	0,020	0,025	Sd_A	0,016	Sd_B	0,021
sd	0,033	HCP_{05}_A	0,030	HCP_{05}_B	0,039	0,034	HCP_{05}_A	0,031	HCP_{05}_B	0,041	0,036	HCP_{05}_A	0,033	HCP_{05}_B	0,042
HCP_{05}	0,067			HCP_{05}_AxB	0,039	HCP05 0,070			HCP_{05}_AxB	0,041	HCP05 0,073			HCP_{05}_AxB	0,042

* – различия существенны на 5%-ном уровне значимости ($Fф > F_{05}$)

Приложение 20

Экономическая эффективность выращивания подсолнечника

(среднее 2021-2023 гг.)

Фактор		Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, тыс. руб/га	Затраты, тыс. руб/га	Себестоимость, тыс. руб/т	Условно чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
Опыт 1							
Минимальная обработка	Тристан	2,33	60,58	23,52	10,09	37,06	157,6
	Имми	2,37	61,62	23,42	9,88	38,20	163,1
	Самурай КЛ	2,42	62,92	23,75	9,81	39,17	164,9
	Среднее	2,38	61,71	23,56	9,93	38,14	161,9
Отвальная обработка	Тристан	2,44	63,44	25,08	10,28	38,36	153,0
	Имми	2,67	69,42	25,26	9,46	44,16	174,8
	Самурай КЛ	2,58	67,08	25,53	9,90	41,55	162,7
	Среднее	2,56	66,65	25,29	9,88	41,36	163,5
Среднее по гибриду	Тристан	2,39	62,01	24,30	10,19	37,71	155,3
	Имми	2,52	65,52	24,34	9,67	41,18	169,0
	Самурай КЛ	2,50	65,00	24,64	9,86	40,36	163,8
Опыт 2							
Без междурядной обработки (контроль)		2,53	65,78	24,98	9,87	40,80	163,3
Одна междурядная обработка		2,64	68,64	25,80	9,77	42,84	166,0
Две междурядных обработок		2,69	69,94	26,23	9,75	43,71	166,6
Опыт 3							
Имми	Без обработки (контроль)	2,30	59,80	23,17	10,07	36,63	158,1
	ВЛ-77	2,49	64,74	26,51	10,65	38,23	144,2
	Биодукс	2,57	66,82	26,29	10,23	40,53	154,2
	Агат-25 Супер	2,70	70,20	25,82	9,56	44,38	171,9
	Новосил	2,58	67,08	25,64	9,94	41,44	161,6
Тристан	Без обработки (контроль)	2,24	58,24	23,52	10,50	34,72	147,6
	ВЛ-77	2,41	62,66	26,61	11,04	36,05	135,5
	Биодукс	2,49	64,74	26,36	10,59	38,38	145,6
	Агат-25 Супер	2,60	67,60	25,89	9,96	41,71	161,1
	Новосил	2,48	64,48	25,77	10,39	38,71	150,2
Самурай КЛ	Без обработки (контроль)	2,39	62,14	23,75	9,94	38,39	161,6
	ВЛ-77	2,57	66,82	26,86	10,45	39,96	148,8
	Биодукс	2,64	68,64	26,61	10,08	42,03	157,9
	Агат-25 Супер	2,79	72,54	26,13	9,37	46,41	177,6
	Новосил	2,68	69,68	26,04	9,72	43,64	167,6
Среднее по регулятору роста	Без обработки (контроль)	2,31	60,06	23,48	10,17	36,58	155,8
	ВЛ-77	2,49	64,74	26,66	10,71	38,08	142,8
	Биодукс	2,57	66,73	26,42	10,30	40,31	152,6
	Агат-25 Супер	2,70	70,11	25,95	9,63	44,17	170,2
	Новосил	2,58	67,08	25,82	10,02	41,26	159,8
Среднее по гибриду	Имми	2,53	65,73	25,49	10,09	40,24	158,0
	Тристан	2,44	63,54	25,63	10,50	37,91	148,0
	Самурай КЛ	2,61	67,96	25,88	9,91	42,09	162,7
Среднее по гибридам между тремя опытами							
Имми		2,58	67,12	25,37	9,83	41,75	164,6
Тристан		2,42	62,78	24,97	10,35	37,81	151,7
Самурай КЛ		2,56	66,48	25,26	9,89	41,23	163,3

Приложение 21

Энергетическая эффективность выращивания подсолнечника

(среднее 2021-2023 гг.)

Фактор		Урожайность, т/га	Выход энергии с урожаем сухого вещества, ГДж/га	Затраты энергии, ГДж/га	Приращение энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности	Энергетическая себестоимость, ГДж/т
Опыт 1							
Минимальная обработка	Тристан	2,33	49,96	6,11	43,85	8,18	2,62
	Имми	2,37	50,81	6,13	44,68	8,29	2,59
	Самурай КЛ	2,42	51,87	6,22	45,65	8,34	2,57
	Среднее	2,38	50,88	6,15	44,73	8,27	2,6
Отвальная обработка	Тристан	2,44	52,30	6,51	45,79	8,03	2,67
	Имми	2,67	57,18	6,68	50,50	8,56	2,50
	Самурай КЛ	2,58	55,27	6,59	48,68	8,39	2,55
	Среднее	2,56	54,92	6,59	48,32	8,33	2,57
Среднее по гибриду	Тристан	2,39	51,13	6,31	44,82	8,11	2,65
	Имми	2,52	54,00	6,41	47,59	8,43	2,55
	Самурай КЛ	2,50	53,57	6,41	47,17	8,37	2,56
Опыт 2							
Без междурядной обработки (контроль)		2,53	54,21	6,54	47,67	8,29	2,58
Одна междурядная обработка		2,64	56,55	6,71	49,84	8,43	2,54
Две междурядных обработок		2,69	57,61	6,74	50,87	8,55	2,51
Опыт 3							
Имми	Без обработки (контроль)	2,30	49,32	6,10	43,22	8,09	2,65
	ВЛ-77	2,49	53,36	6,23	47,13	8,57	2,50
	Биодукс	2,57	55,06	6,25	48,81	8,81	2,43
	Агат-25 Супер	2,70	57,82	6,30	51,52	9,18	2,33
	Новосил	2,58	55,27	6,26	49,01	8,83	2,43
Тристан	Без обработки (контроль)	2,24	48,05	6,14	41,91	7,83	2,74
	ВЛ-77	2,41	51,66	6,21	45,45	8,32	2,58
	Биодукс	2,49	53,36	6,22	47,14	8,58	2,50
	Агат-25 Супер	2,60	55,70	6,26	49,44	8,90	2,41
	Новосил	2,48	53,15	6,22	46,93	8,55	2,51
Самурай КЛ	Без обработки (контроль)	2,39	51,23	6,17	45,06	8,30	2,58
	ВЛ-77	2,57	55,06	6,25	48,81	8,81	2,43
	Биодукс	2,64	56,55	6,27	50,28	9,02	2,38
	Агат-25 Супер	2,79	59,73	6,32	53,41	9,45	2,27
	Новосил	2,68	57,40	6,29	51,11	9,13	2,35
Среднее по регулятору роста	Без обработки (контроль)	2,31	49,53	6,11	43,40	8,07	2,66
	ВЛ-77	2,49	53,36	6,23	47,13	8,57	2,50
	Биодукс	2,57	54,99	6,25	48,74	8,80	2,44
	Агат-25 Супер	2,70	57,75	6,29	51,46	9,18	2,34
	Новосил	2,58	55,27	6,26	49,02	8,84	2,43
Среднее по гибриду	Имми	2,53	54,17	6,23	47,94	8,70	2,47
	Тристан	2,44	52,38	6,21	46,17	8,44	2,55
	Самурай КЛ	2,61	55,99	6,26	49,73	8,94	2,40
Среднее по гибридам между тремя опытами							
Имми		2,58	55,31	6,53	48,78	8,48	2,53
Тристан		2,42	51,76	6,26	45,50	8,28	2,60
Самурай КЛ		2,56	54,78	6,34	48,45	8,66	2,48

Приложение 22

Акт внедрения результатов исследований в УНПК «Учхоз «Донское»

«Утверждаю»
Врио ректора
ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
доктор биологических наук, профессор
_____Ермаков А.М.
18 сентября 2026 г.

АКТ
внедрения в производство научно-технических разработок

Наименование внедрённого мероприятия: «Совершенствование элементов агротехнологии выращивания гибридов подсолнечника в условиях неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном Нижнего Дона».

Каким учреждением мероприятие предложено к внедрению: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный агарный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

Наименование хозяйства: Учебно-научно-производственный комплекс «Учхоз «Донское» ФГБОУ ВО Донского ГАУ, п. Персиановский, Октябрьского района Ростовской области.

Календарные сроки внедрения: август 2024 – сентябрь 2025 гг.

Объёмы внедрения: 123 га - возделывание подсолнечника на маслосемена.

Результаты внедрения: выращивание подсолнечника по отвальной обработке почвы повышает продуктивность на 18 % по сравнению с минимальной, применение регуляторов роста Агат-25 Супер, Новосил и Биодукс способствует получению урожайности подсолнечника до 1,65-1,89 т/га. Проведение междурядных обработок снижает засоренность посевов на 25-32%.

Фактический экономический эффект: применение отвальной обработки почвы, двойная обработка посевов по вегетации регулятором роста Агат-25 Супер и проведение двух междурядных обработок до применения гербицида технологии Clearfield позволило снизить себестоимость маслосемян подсолнечника на 12-19%, при индексе доходности вложенных в производство затрат 2,35-2,48.

Ф.И.О., должность работников, участвующих во внедрении:

Авдеенко И.А. – аспирант кафедры земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции ФГБОУ ВО Донской ГАУ;

Каменев Р.А. – доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Исполнители работ: _____/Авдеенко И.А./
_____/Каменев Р.А./

Приложение 23

Акт № 1 внедрения результатов исследований в ИП глава КФХ Козлов Валерий Владимирович

«Утверждаю»
Врио ректора
ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
доктор биологических наук,
профессор
_____Ермаков А.М.
18 сентября 2026 г.

«Утверждаю»
ИП глава КФХ Козлов Валерий Владимирович
Тацинского района Ростовской области
_____ Козлов В.В.
18 сентября 2026 г.

АКТ № 1
внедрения в производство научно-технических разработок

Наименование внедрённого мероприятия: «Совершенствование элементов агротехнологии выращивания гибридов подсолнечника в условиях неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном Нижнего Дона».

Каким учреждением мероприятие предложено к внедрению: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный агарный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

Наименование хозяйства: ИП глава КФХ Козлов Валерий Владимирович Тацинского района Ростовской области.

Календарные сроки внедрения: август 2025 - сентябрь 2026 гг.

Объёмы внедрения: 107 га - возделывание подсолнечника на маслосемена.

Результаты внедрения: усовершенствованная технология возделывания подсолнечника, обеспечивающая на основе подбора количества междурядных обработок подсолнечника и регулятора роста получение до 2,13-2,56 т/га урожайности маслосемян подсолнечника.

Фактический экономический эффект: изменение количества междурядных обработок до двух с использованием по вегетации Агат-25 Супер позволило получить урожайность подсолнечника на уровне 2,13-2,56 т/га при индексе доходности вложенных в производство затрат 2,06-2,24. Среднегодовой экономический эффект при выращивании подсолнечника с применением рекомендаций составляет 15,8-17,3 тыс.руб/га.

Ф.И.О., должность работников, участвующих во внедрении:

Авдеенко И.А. – аспирант кафедры земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции ФГБОУ ВО Донской ГАУ;

Каменев Р.А. – доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Исполнители работ: _____/Авдеенко И.А./
_____/Каменев Р.А./

Приложение 24

Акт № 2 внедрения результатов исследований в ИП глава КФХ Козлов Валерий Владимирович

«Утверждаю»
Врио ректора
ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
доктор биологических наук,
профессор
_____Ермаков А.М.
18 сентября 2026 г.

«Утверждаю»
ИП глава КФХ Козлов Валерий
Владимирович
Тацинского района Ростовской области
_____Козлов В.В.
18 сентября 2026 г.

АКТ № 2
внедрения в производство научно-технических разработок

Наименование внедрённого мероприятия: «Совершенствование элементов агротехнологии выращивания гибридов подсолнечника в условиях неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном Нижнего Дона».

Каким учреждением мероприятие предложено к внедрению: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

Наименование хозяйства: ИП глава КФХ Козлов Валерий Владимирович Тацинского района Ростовской области.

Календарные сроки внедрения: август 2025 - сентябрь 2026 гг.

Объёмы внедрения: 56 га - возделывание подсолнечника на маслосемена.

Результаты внедрения: усовершенствованная технология возделывания подсолнечника, обеспечивающая на основе выбора способа обработки почвы получение до 2,56-2,87 т/га урожайности маслосемян подсолнечника.

Фактический экономический эффект: практическое использование результатов исследований позволило получить урожайность подсолнечника по отвальной обработке почвы на уровне 2,56-2,87 т/га. Рентабельность производства маслосемян увеличилась с 107 до 126 %. Среднегодовой экономический эффект при выращивании подсолнечника с применением рекомендаций по обработке почвы составляет 18,2-19,7 тыс.руб/га.

Ф.И.О., должность работников, участвующих во внедрении:

Авдеенко И.А. – аспирант кафедры земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции ФГБОУ ВО Донской ГАУ;

Каменев Р.А. – доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Исполнители работ: _____/Авдеенко И.А./
_____/Каменев Р.А./

Приложение 25

Акт внедрения результатов исследований в АО «Степной»

«Утверждаю»
Врио ректора
ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
доктор биологических наук,
профессор
_____Ермаков А.М.
15 сентября 2026 г.

«Утверждаю»
Генеральный директор АО
«Степной» Цимлянского района
Ростовской области
_____Иванов В.А..
15 сентября 2026 г.

АКТ

внедрения в производство научно-технических разработок

Наименование внедрённого мероприятия: «Совершенствование элементов агротехнологии выращивания гибридов подсолнечника в условиях неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном Нижнего Дона».

Каким учреждением мероприятие предложено к внедрению: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный агарный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

Наименование хозяйства: АО «Степной», Цимлянского района Ростовской области.

Календарные сроки внедрения: апрель 2026 - сентябрь 2026 гг.

Объёмы внедрения: 18 га – возделывание подсолнечника на маслосемена.

Результаты внедрения: в ходе производственного испытания регуляторов роста на посевах подсолнечника, возделываемого по технологии Clearfield отмечено максимальное повышение урожайности до 2,84 т/га и 2,98 т/га при использовании Новосил и Агат-25 Супер соответственно, дополнение междурядной обработки обеспечивает дополнительную прибавку 0,17 т/га.

Фактический экономический эффект: производству удалось снизить себестоимость производства на 0,94-1,24 тыс. руб/т, а уровень рентабельности возрос на 16,7-22,4%, что является экономически целесообразным.

Ф.И.О., должность работников, участвующих во внедрении:

Авдеенко И.А. – аспирант кафедры земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции ФГБОУ ВО Донской ГАУ;

Каменев Р.А. – доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Исполнители работ: _____/Авдеенко И.А./

_____/Каменев Р.А./

Приложение 26

Акт внедрения результатов исследований в филиале «Кадамовский» АО «Ленинградское»

«Утверждаю»
Врио ректора
ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
доктор биологических наук,
профессор
_____Ермаков А.М.
18 сентября 2026 г.

«Утверждаю»
Директор филиала «Кадамовский»
АО «Ленинградское»
Октябрьского района Ростовской области
_____Думанский Д.М.
18 сентября 2026 г.

АКТ

внедрения в производство научно-технических разработок

Наименование внедрённого мероприятия: «Совершенствование элементов агротехнологии выращивания гибридов подсолнечника в условиях неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном Нижнего Дона».

Каким учреждением мероприятие предложено к внедрению: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

Наименование хозяйства: филиал «Кадамовский» АО «Ленинградское», Октябрьского района Ростовской области.

Календарные сроки внедрения: октябрь 2025 – сентябрь 2026 гг.

Объёмы внедрения: 118 га – возделывание подсолнечника на маслосемена.

Результаты внедрения: производственный опыт позволил увеличить урожайность маслосемян подсолнечника до 2,81-3,15 т/га при возделывании по технологии Clearfield с максимальной урожайностью при использовании Агат-25 Супер. Дополнение междурядными обработками посевов подсолнечника позволило дополнительно получить 0,17-0,24 т/га урожая.

Фактический экономический эффект: экономический эффект опыта составил: снижение себестоимости производства на 924-1129 руб/т, с увеличением уровня рентабельности на 27,9-42,7%.

Ф.И.О., должность работников, участвующих во внедрении:

Авдеенко И.А. – аспирант кафедры земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции ФГБОУ ВО Донской ГАУ;

Каменев Р.А. – доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Исполнители работ: _____/Авдеенко И.А./
_____/Каменев Р.А./

Приложение 27

Акт внедрения в учебный процесс ФГБОУ ВО Донской ГАУ

УТВЕРЖДАЮ
Врио проректора по учебной работе
и цифровой трансформации
ФГБОУ ВО Донской ГАУ
_____ Ширяев С.Г.
«_24_» августа 2026 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертации Авдеенко Ирины Алексеевны в учебный процесс агрономического и биотехнологического факультетов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

Мы, нижеподписавшиеся, подтверждаем, что основные научные положения, выводы и рекомендации кандидатской диссертации Авдеенко Ирины Алексеевны на тему «Совершенствование элементов агротехнологии выращивания гибридов подсолнечника в условиях неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном Нижнего Дона» внедрены в учебный процесс по направлениям подготовки агрономического и биотехнологического факультетов:

- 35.03.04 Агрономия: дисциплины «Земледелие», «Растениеводство» «Системы земледелия»;
- 35.04.04 Агрономия: дисциплины «Системы земледелия», «Технология производства технических культур», «Научное сопровождение технологий выращивания и программирование урожаев»;
- 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции: дисциплины «Земледелие с основами почвоведения», «Земледелие», «Растениеводство».

Декан агрономического факультета,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Габибова Е.Н.

Декан биотехнологического факультета,
кандидат технических наук, доцент Скрипин П.В.