

На правах рукописи



Мухортов Сергей Яковлевич

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ОВОЩНЫХ АГ-
РОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ЦЧР**

Специальность 03.02.14 - биологические ресурсы

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени док-
тора сельскохозяйственных наук

Воронеж-2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Научный консультант: Ноздрачева Раиса Григорьевна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», кафедра плодоводства и овощеводства

Официальные оппоненты: Коцарева Надежда Викторовна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», кафедра растениеводства, селекции и овощеводства

Резвякова Светлана Викторовна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», кафедра защиты растений и экотоксикологии

Сычев Сергей Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», институт экономики и агробизнеса

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства»

Защита диссертации состоится 28 июня 2022 г. в 10 часов ауд. 138 на заседании диссертационного совета Д 220.010.07 на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1; тел./факс: 8 (473) 253-86-51, e-mail: stekolnikova-nv@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» и на сайте www.ds.vsau.ru, с авторефератом на сайте ВАК Министерства образования и науки РФ www.minobrnauki.gov.ru и ВГАУ www.ds.vsau.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные и скрепленные гербовой печатью организации, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Стекольников Н.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью научного обоснования слагаемых продукционного процесса на основе активизации биологических ресурсов овощных агроценозов и определения путей оптимизации их потенциальных возможностей в экологических параметрах функционирования агроэкосистем. Особое значение это приобретает в условиях ограниченных возможностей технологического воздействия на продуктивность растений, растущую потребность получения экологически безопасной и качественной продукции овощных культур.

Интенсификация производства растениеводческой продукции в последние десятилетия привела к повсеместному использованию генетически близких высокопродуктивных сортов и гибридов, что заметно снизило количественное и видовое разнообразие биологических ресурсов агроэкосистем, состав флоры и фауны в них, способствовало нарастанию фитопатогенного потенциала, а использование высоких доз минеральных удобрений и химических средств защиты растений привело к снижению их биологической устойчивости и росту экологической напряжённости окружающей среды.

Направленность научных экспериментов в растениеводстве нацелена на получение высокого и устойчивого урожая возделываемых культур. Для этого разрабатывались научные основы и ключевые направления теории адаптивного растениеводства (Жученко, 1990, 2011), которая призвана использовать в агроэкосистемах закономерности и механизмы, действующие в естественных экосистемах.

Овощные культуры в составе биологических ресурсов не являются исключением из общего процесса формирования растениеводства будущего – как адаптивной формы функционирования процесса производства продуктов питания. Биологические особенности возделываемых растений требуют большего вложения дополнительной энергии для оптимизации процессов формирования урожая.

В этой связи раскрытие механизмов воздействия овощных агроценозов на базовые свойства агроэкосистем – стабильность, устойчивость и экологическую безопасность, является основным направлением развития и совершенствования растениеводства будущего. Если стабильность экосистемы складывается из стабильности ее элементов (Зубков, 1995), то устойчивость – свойство, присущее системе в целом (Розенберг, 1988), и относится к эмерджентным качествам последней. Проблема оптимизации процессов функционирования овощных агроценозов носит важный теоретический характер в аспекте изучения характеристик устойчивости агроэкосистем, связанных с экологией овощных растений и практический интерес раскрытия механизмов реализации стабильности овощных агроценозов в составе биологических ресурсов агроэкосистем.

Степень разработанности темы исследований. Создание конвейера поступления овощной продукции является одной из главных задач в производстве овощей, особенно по культурам, у которых формирование урожайности растянуто во времени, а применение одноразовой уборки затруднительно.

В современных условиях логистика поступления продукции овощных культур открытого грунта обеспечивается различными приемами. Ускоритель созревания плодов гидрел (этефон) применяется на овощных культурах с разными це-

лями, но для сортов, предназначенных для механизированной уборки (Баранов, 1982, Анишко, 2019; Ващенко, 2013; Высочин В.Г., 2011; Кузьмин и др., 2017, 2018; Чайкин, 2015, 2016; Bingxian et.al., 2016). По результатам наших исследований для сортов томата, не предназначенных для механизированной уборки, предложено использование ускорителя созревания – гидрела (этефона), позволяющего проводить одноразовую ручную уборку в конвейерном варианте (Мухортов, 1986; 1987; 1990, 2017).

Современные подходы к биологическим экспериментам в биологической системе предполагают использование системного подхода, основанного на сочетании минимального количества исследуемых факторов для равномерного распределения и охвата всех вариантов возможных сочетаний. Такой подход при планировании экспериментов по защите растений описал доктор с.-х. наук А.В. Бешанов (1971). В дальнейшем этот подход в овощеводстве не применялся. В наших исследованиях эта методика использована при проведении четырехфакторных экспериментов с томатом и показала свою эффективность (Мухортов, 1994, 2001, 2005).

От размещения растений на площади зависит архитектура растений и реализация в конкретных почвенно-климатических условиях биологических ресурсов овощной культуры в её урожайности. С изменением технологического комплекса выращивания овощных культур должна корректироваться и этот элемент технологии, таких работ в нашем регионе недостаточно.

Стабильность и устойчивость агроценозов возможно оценивать по составу и активности микробного сообщества почвы, активность и видовое разнообразие которого определяется биологическими и агротехническими особенностями возделываемых культур (Дажо, 1975; Рябчикова, 1989), набором трофических ресурсов (Свирижев, Логофет, 1978), пространственной неоднородностью (Геллер, 1952).

Внесение в почву азотобактерина под полевые культуры способствует увеличению общего количества микроорганизмов и активизации процессов нитрификации, аммонификации, разложения целлюлозы, обуславливающих формирование подвижных форм элементов питания растений (Зиновьева, 1952; Куликовская, 1955; Мишустин, 1955; Теппер, 1979; Евдокимов и др., 2001; Арифова, 2019; Соколова и др., 2009, 2011, 2014, 2016; Сьюбаева, 2015). Воздействие азотобактерина улучшает азотное питание полевых культур за счет увеличения запасов азота в почве и активизирует физиологически активные вещества, стимулирующие действие *Azotobacter agile* Vinog., *Azotobacter vinelandii* Lirm. (Миненков, 1939; Демченко, 2005; Соколова и др., 2007, 2008, 2008a; Седляр и др., 2007).

К тому же нередко наблюдается отрицательное действие на полевые культуры *Azotobacter chroococcum* Beij. и положительное *Azotobacter vinelandii*, что связано с неодинаковой способностью этих видов к образованию ростовых веществ (Красильников, 1958; Jamwal, 1989; Gill et al., 1993; Плетнева, 1998;). На овощных культурах применяли только *Az. chroococcum* и не применяли *Az. Vinelandii*, хотя действие последнего на овощные агроценозы оказалось весьма эффективным (Мухортов, Рябчикова, 1994, 1995, 1996; Мухортов, 1996; Мухортов, Рябчикова, 2006, 2007; Мухортов, 2017).

В результате обработки семян регуляторами роста и витаминами образуются более мощные проростки, а появившиеся всходы раньше включаются в процесс фотосинтеза (Воронина, 2019; Дерябин и др., 2021; Зеленков и др., 2018; Казахмедов, 2020; Калмыкова и др., 2019; Кириллова и др., 2020). Это влияет на рост и развитие овощных культур, накопление сырой массы, увеличивает количество листьев и индекс листовой поверхности и повышает урожайность (Жукова, 1976, 1986, 1986, 1987, 1988; Блинов, 2019; Бондаренко и др., 2020; Борисов и др., 2019; Босак, 2018; Викторова и др., 2018; Гурова и др., 2019, 2020; Демьянова-Рой, 2019; Калмыкова и др., 2019, 2020; Мажуга и др., 2019; Мусаев и др., 2019; Сулиман и др., 2020;). Работы в этом направлении проводились во многих регионах страны, но в ЦЧР исследования проводились с небольшим набором культур (причем с ограниченным количеством сортов и регуляторов роста) (Деревщюков, 2006,2007,2010,2012).

Биологизация овощных агробиоценозов является одним из факторов регулирования биологических ресурсов агроэкосистем. Поэтому приемы её изучались в разных регионах и, в частности, применение сидератов (Литвинов, 1998, 2008), но в условиях Центрально-Черноземного региона такие работы не проводились.

В современных условиях оценка адаптивных потенциалов овощных культур важна для создания новых сортов или гибридов, выращивания их в конкретных почвенно-климатических условиях. Подобные работы отсутствуют в нашем регионе.

Цель исследований – оценка разнообразия биологических ресурсов агроценозов с овощными культурами и выявление механизмов их регулирования для оптимизации экологической стабильности, устойчивости и продуктивности агроэкосистем.

Задачи исследований:

1. Установить возможности возделывания многосборной овощной культуры для создания конвейера продукции салатного назначения при совмещении одноразовой уборки и стимулятора созревания.

2. Выявить и оптимизировать влияние густоты размещения овощных растений на функционирование и урожайность овощных агроценозов.

3. Оптимизировать возможности планирования эксперимента с овощными культурами при сохранении адекватности эксперимента и снижении затрат на его проведение.

4. Оценить роль промежуточной сидеральной культуры в формировании биологических ресурсов, урожайности и экологической устойчивости овощных агроценозов.

5. Выявить роль *Azotobacter vinelandii* в функционировании комплекса почвенных микроорганизмов овощных агроценозов, урожайности возделываемых культур и качества получаемой продукции.

6. Определить роль, условия использования и эффективность регуляторов роста в формировании биологических ресурсов, динамике развития овощных культур, получении экологически безопасной продукции и повышении устойчивости агроэкосистем.

7. Дать агроэкономическую оценку приёмов оптимизации биологических ресурсов в динамике функционирования овощных агроценозов, формиро-

вании их продуктивности и роли в устойчивости агроэкосистем.

Научная новизна:

Впервые в условиях ЦЧР:

- предложена система возделывания томата для создания конвейера продукции салатного назначения при совмещении одноразовой уборки и стимулятора созревания;
- установлена зависимость биологических ресурсов и урожайности овощного агроценоза от густоты размещения растений;
- обоснована возможность проведения многофакторных полевых экспериментов с овощными агроценозами при существенном снижении количества опытных вариантов;
- определена положительная агроэкологическая роль промежуточной сидеральной культуры в развитии биологических ресурсов, динамике формирования овощных агроценозов и их роли в функционировании агроэкосистем;
- доказана возможность использования препарата на основе *Azotobacter vine-landii* в регулировании биологических ресурсов, состава комплекса почвенных микроорганизмов, ингибировании нитрифицирующих бактерий, снижении накопления нитратов в продукции и увеличении урожайности овощных культур;
- выявлен механизм достижения максимального эффекта от применения регуляторов роста растений в овощных агроценозах;
- обоснованы параметры адаптивного потенциала овощных агроценозов при использовании различных регуляторов роста и их роль в обеспечении экологической устойчивости агроэкосистем.

Теоретическое значение и практическая ценность результатов исследований.

Рассматривая проблему оптимизации биологических ресурсов в функционировании агроценозов с овощными культурами в агроэкосистемах Центрального Черноземья России, правомерно использовать следующую иерархическую структуру агроэкосистем: отдельное поле представляет собой агроценоз, где доминантой является овощная культура, а тот или иной севооборот представляет собой агробиоценоз в пространственном и временном отношении в агроэкосистемах.

Активизация биогенности почвы при использовании промежуточной сидеральной культуры в овощном агробиоценозе обуславливает рост численности аммонификаторов и азотобактера, что усиливает ростовые процессы овощных культур в агроценозах. Положительное воздействие сидерата приводит к росту урожайности культур, улучшению качества и экологической безопасности получаемой продукции.

Размещение овощных растений на занимаемой площади является одним из существенных факторов, создающих оптимальные взаимоотношения биологических ресурсов агроценозов между собой. У сортов томата разной скороспелости и архитектоники растения загущение посадок до 80 тысяч растений на I га сопровождается максимальной урожайностью, но некоторым снижением массы стандартного плода.

Разработка технологии конвейерного поступления продукции томата для сортов салатного назначения обусловила формирование трехкомпонентной сорто-

вой структуры с применением стимулятора созревания плодов и проведением одноразовой ручной уборки в конвейерном режиме.

Применение азотобактерина (на основе культуры *Azotobacter vinelandii*) в агроценозах овощных растений сопровождается ингибированием нитрификационной способности почвы под капустой белокочанной и томатом, приводит к снижению накопления нитратов в продукции. При этом уменьшалось количество аммонификаторов, микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, нитрифицирующих бактерий и олиготрофных микроорганизмов.

Совмещение в единой системе воздействия азотобактерина и сидератов приводит к увеличению положительных эффектов в функционировании овощных агроценозов, при чем наблюдается синергетический эффект при росте урожайности.

Определен положительный эффект слабых воздействий при использовании в овощных агроценозах регуляторов роста. Определены реакции основных овощных культур на применение регуляторов роста: в агроценозах капусты белокочанной обработка семян позволила получить наиболее существенную прибавку урожайности поздних сортов, максимальный эффект получен у сорта Касатка при использовании циркона и крезацина, у сорта Горлица – при использовании циркона и перекиси водорода. Наибольшая урожайность отмечена на гибридах цветной капусты (Винсон, Тетрис, Кортес) при использовании циркона, эпина экстра, гумата 7+, в агроценозах брокколи у гибрида Фиеста – при использовании циркона и эпина экстра, у гибрида Монтоп – иммуноцитифита и бутона.

Повышение продуктивности наблюдалось при использовании различных регуляторов роста у корнеплодных культур: у столовой свеклы (Хавская) – от применения (в комплексе «семена+растения») альбита, циркона, агата 25К; у моркови – от использования циркона (Рогнеда, Кантербюри, Карлена, Канада), перекиси водорода (Рогнеда, Нарбоннэ, Канада), эпина экстра (Рогнеда, Кантербюри, Карлена, Канада), альбита (Кантербюри, Карлена, Канада), агата 25К (Нантская 4, Кантербюри, Карлена), крезацина (Рогнеда, Нантская 4, Карлена). У пастернака (Круглый) отмечена положительная реакция на применение циркона, альбита и эпина экстра.

Повышение продуктивности отмечено у томата при использовании агата 25К (Краса Воронежца, Яхонт), крезацина (Краса Воронежца, Кулон), циркона (Лунный, Кулон), альбита (Лунный), эпина экстра (Яхонт). У овощного гороха максимальный эффект проявлялся при использовании циркона и альбита, а у фасоли овощной – циркона и эпина экстра. У овощных бобов (Русские черные, Белорусские) максимальный эффект в повышении урожайности отмечен при применении гумата 7+, но у сорта Белорусские такая же эффективность отмечена и при использовании бутона и иммуноцитифита.

Применение регуляторов роста на зеленных культурах показало, что у кориандра максимальный эффект отмечался при применении агата 25К (Шико, Бородинский, Янтарь), альбита (Бородинский, Янтарь), эпина экстра (Бородинский, Янтарь). У кресс-салата максимальный доказанный эффект проявлялся при применении циркона, у змееголовника – перекиси водорода.

Определение адаптивной способности биологических ресурсов овощных агроценозов позволило дать оценку их возможностям оптимизации функционирования агробиоценозов при использовании различных регулирующих факторов.

Методология и методы исследования.

Методология наших исследований биологических ресурсов основана на системном подходе к изучаемой проблеме и детальном анализе результатов научных исследований отечественных и зарубежных ученых. В работе применялись экспериментальные, аналитические, статистические методы исследований. Полевые и лабораторные опыты проводили по общепринятым методикам при работе с овощными культурами.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Конвейерное возделывание овощных культур с использованием стимулятора созревания – способ оптимизации логистики выращивания овощных агроценозов с растянутым периодом формирования урожайности.
2. Оптимизация густоты размещения растений овощных культур – фактор увеличения биологических ресурсов их урожайности.
3. Многофакторные эксперименты с овощными агроценозами – основа выявления закономерностей формирования их продуктивности.
4. Использование факторов биологизации – основа роста биологических ресурсов, урожайности, адаптивных возможностей овощных агроценозов.
5. Применение регуляторов роста – фактор регулирования функционирования биологических ресурсов в овощных агроценозах.

Степень достоверности полученных результатов подтверждена научно обоснованной организацией и проведением полевых, лабораторных и производственных опытов с использованием современных методов анализа, а также статистической обработкой экспериментальных данных.

Личное участие соискателя в получении результатов исследований, изложенных в диссертации.

Автор диссертации принимал непосредственное участие на этапах проведенной научно-исследовательской работы: разработка программы и схем исследований, выбор методик планирования и проведения экспериментальных исследований, закладка полевых и вегетационно-полевых опытов, анализ и обобщение полученных результатов, проведение математической обработки, формулирование выводов, подготовка публикаций, написание и оформление диссертационной работы и автореферата. Доля участия автора в диссертационных исследованиях – более 95%.

Апробация результатов исследований.

Основные материалы исследований доложены и представлены:

- на *научно-практических региональных конференциях*: Проблемы интеграции экологической и хозяйственной политики в Черноземном центре России (Мичуринск, 1995); Резервы стабилизации аграрного производства (Воронеж, 1996); Проблемы воспроизводства плодородия почв и повышение продуктивности агроэкосистем (Мичуринск, 2004); Научное обеспечение инновационного развития плодоовощной отрасли в Центральном Черноземье России (Воронеж, 2012);
- *республиканских конференциях*: Интенсификация и рациональное использование земель (Волгоград, 1990); Почвы Среднего Поволжья и Урала, теория и практика их использования и охраны (Казань, 1991); Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям (Москва, 2002); Селекция и семеноводство корнеплодных овощных культур (Москва, 2005); Всероссийская

(национальная) научно-практическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения С.И. Леонтьева (Омск, 2019); Келлеровские чтения (Воронеж, 2020),

- *международных конференциях*: Компьютеризация учебного процесса и научно-исследовательской работы в сельскохозяйственных вузах (Кострома, 1992); Методика исследований и вариационная статистика в научном плодоводстве (Мичуринск, 1998); Проблемы сельскохозяйственного производства в изменяющихся экономических и экологических условиях (Смоленск, 1999); Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы (Мичуринск, 2001); Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства (Пенза, 2002); И.В. Мичурин и агротехнические аспекты производства плодов и овощей на современном этапе (Воронеж, 2005); Современное состояние и перспективы развития овощеводства и картофелеводства (Барнаул, 2007); Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции (Мичуринск, 2007); Агротехнологии XXI века: концепции устойчивого развития (Воронеж, 2014); Инновационные аспекты агроэкологии в повышении продуктивности растений и качества продукции (Москва, 2014); European Conference in Innovations in Technical and Natural Sciences (North Charleston, USA, 2014); European Conference in Innovations in Technical and Natural Sciences (Vienna, Austria, 2014); Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки (North Charleston, USA, 2015); Основы повышения продуктивности агроценозов (Мичуринск, 2015); V Юбилейная международная научно-практическая конференция «Коняевские чтения» (Екатеринбург, 2016); Актуальные вопросы садоводства ЦЧР в современных условиях (Воронеж, 2017); Актуальные проблемы современной России и пути их решения (Воронеж, 2018); Актуальные проблемы и современные тенденции развития садоводства России (Воронеж, 2019).

Публикации. Результаты исследований опубликованы в 138 научных статьях, из них 16 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2-х монографиях.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 8 глав, выводов, предложений производству, списка литературы, приложения. Диссертация изложена на 393 страницах компьютерного текста, содержит 182 таблицы, 42 рисунка, приложение (36 рисунков, 16 таблиц). Список использованной литературы включает 630 наименований, в том числе 111 иностранных авторов.

Автор выражает искреннюю благодарность кандидату с.-х. наук

Рябчиковой В.В.,

которая во многом определила экологическую направленность научных исследований, доктору с.-х. наук

Верзилину В.В. за дружескую помощь в разных аспектах научной деятельности, доктору с.-х. наук Ноздрачевой Р.Г. за поддержку и доброе отношение, всем сотрудникам кафедры плодоводства и овощеводства Воронежского ГАУ за помощь и понимание.

1 ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И АКТИВИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

Отечественные ученые главным отличительным свойством агроэкосистем считают степень саморегуляции биологических ресурсов в агробиоценозах, активность биоценологических процессов, включая биогеохимический круговорот веществ, характеризующийся пониженной способностью саморегуляции (Гиляров, 1968, 1980, Тишлер, 1971, Сытник и др., 1987, Захаренко и др., 1993, Соколов и др., 1994; Захаренко, 2000).

Биотические комплексы организмов, создающиеся в агробиоценозах под воздействием культурных растений, как и природные ценозы, подчиняются общим закономерностям развития (Гиляров, 1977, 1980; Жученко, 1991, 2008, 2009).

Особенность агроэкосистем в том, что они имеют упрощенную структуру и незамкнутые циклы круговорота вещества и энергии в большей степени связанные с биологическими особенностями возделываемых культур.

В то же время элементы саморегуляции в агробиоценозе отчетливо проявляются, если рассматривать агроценоз не отдельного поля с возделываемой культурой, а биоценоз всего комплекса чередующихся растений с пограничными и внутренними участками естественной растительности. В таком агробиоценозе наряду с биохимическим «вертикальным круговоротом веществ», регулируемым в значительной степени человеком, присутствует круговорот «горизонтальный» – перемещение межпопуляционных комплексов вслед за движением по территории соответствующего агроценоза (Зубков, 1995, 2005, 2015).

По мнению М.В. Маркова (1978), «...все агрофитоценозы, входящие в состав одного севооборота, связаны друг с другом в единой полевой агросистеме». В настоящее время возникло понимание сложности системной организации агроландшафтов, где человек существенно влияет на отдельные звенья, а вся система продолжает развиваться по естественным природным законам (Чернова, 1986).

Основным интегративным свойством агроэкосистем является саморегуляция идущих в нем биогеохимических процессов. Прямых параметров, характеризующих явление саморегуляции, нет: в настоящее время предпочитают оценивать характеристики соподчиненных свойств, одним из которых является стабильность.

В научной литературе используется термин «устойчивость», но понятия «устойчивость» и «стабильность» имеют разное толкование: первое свойство относится к интегративным качествам биогеоценозов и агробиоценозов, а второе – к свойствам системы, которые слагаются из свойств отдельных её элементов. Таким образом, термин «устойчивость» в большей мере можно использовать в отношении агробиоценоза и характеризовать его только качественными оценками, а при определении «стабильности» агробиоценоза следует опираться на количественные показатели его отдельных элементов, совокупность которых характеризует стабильность агроэкосистемы в целом. При этом стабильность агроэкосистемы можно характеризовать степенью колебания относительно

нормы отдельных характеристик экосистемы: биологического разнообразия, потоков вещества и энергии, полноты круговорота вещества и энергии.

В исследованиях Ю. Одум (1986) различает «резистентную» устойчивость – «...способность экосистемы противостоять нарушениям, поддерживая неизменной свою структуру и функцию», и «упругую» устойчивость – «...способность системы восстанавливаться после того, как структура и функция системы нарушены».

Агробиоценоз, по мнению А.Ф. Зубкова (1995, 2015), можно отнести к экосистемам, в которых проявляются оба типа стабильности: первый тип – на уровне отдельного агроценоза, второй тип – на уровне агробиоценозов, составляющих агроэкосистему, перманентно связанную и определяющую экологическую устойчивость окружающей среды. Подобная система устойчивости хорошо вписывается в концепцию иерархической устойчивости биологических сообществ – неустойчивость отдельного блока стабилизируется блоком, расположенным иерархически выше, который определяет общее состояние низших компонентов системы.

Можно констатировать, что целостный агробиоценоз в составе агроэкосистемы не менее стабилен, устойчив и саморегулируем, чем первичные биогеоценозы, если не принимать за таковой агроценоз отдельного поля. Такая агроэкосистема может функционировать бесконечно долго в условиях модифицирующих агротехнологий благодаря агробиологическому круговороту биотических и абиотических элементов, ротации культур, внесению удобрений и др. (Зубков, 1995, 2005, 2015; Лобков, 2010, 2011, 2017; Лобков и др., 2018; Мухортов, 2017).

В экологической перспективе агроэкосистемы будут гармонично связаны с природными экосистемами (Одум, 1987; Жученко, 2008). Это обеспечит увеличение численного разнообразия культур в севооборотах, снижение объема обработок пестицидами с широким спектром действия при широком использовании биологических средств защиты растений, приемов минимальной обработки почвы, выращивании смешанных посевов, распространении приёмов и систем органического земледелия.

Современные агроэкосистемы, не менее организованы, чем их первично-природные аналоги по стабильности и эмерджентным свойствам целостности. Если принять во внимание, что организованность возрастает с ограничением и упорядоченностью систем (Хайлов, 1966; Василевич, 1983; Жученко, 2008, 2009), то агроэкосистемы выглядят более организованными.

2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые эксперименты проводились в Воронежской области в 1982-2018 годах: на опытной станции Воронежского госагроуниверситета (1982-1990 гг.), в совхозе имени 60-летия СССР Воронежской области (1988-1993 гг.), на поле-вом участке кафедры плодоводства и овощеводства Воронежского госагроуниверситета (1991-2018 гг.). Все перечисленные места проведения экспериментов находятся в лесостепной природной зоне, то есть в южной части Окско-

Донской низменности. Эта часть представляет собой плоскую равнину, расположенную в среднем на высоте 150 м над уровнем моря.

Почвенный покров мест проведения экспериментов представлен следующими видами: на опытной станции Воронежского госагроуниверситета – серая лесная почва, которая характеризуется следующими показателями (для слоя почвы 0-30 см): содержание гумуса – 2,65-3,50%, азота – 0,40-0,43%, фосфора – 46,2-75,6 мг/кг, калия – 34,0-41,4 мг/кг, сумма поглощенных оснований – 13,4-15,6 мг-экв. на 100 г почвы, гидролизуемого азота – 5,6-6,7 мг на 100 г почвы, гидролитическая кислотность – 1,98-2,21 мг-экв. на 100 г почвы, реакция почвенного раствора – 6,22-6,51; на полевом участке кафедры плодоводства и овощеводства Воронежского госагроуниверситета – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый, который характеризуется следующими показателями (для слоя почвы 0-30 см): содержание гумуса – 4,07-4,42%, азота – 0,23-0,24%, фосфора – 70-78 мг/кг, калия – 102-120 мг/кг, сумма поглощенных оснований – 27,2-28,2 мг-экв. на 100 г почвы, гидролизуемого азота – 5,46-7,93 мг на 100 г почвы, гидролитическая кислотность – 4,0-4,1 мг-экв. на 100 г почвы, реакция почвенного раствора нейтральная, объемная масса – 1,03-1,13 г/см³, скважность почвы – 55-60%, влажность устойчивого завядания – 10,3-11,8%, наименьшая влагоемкость – 25,9-29,3%; на опытном участке в совхозе имени 60-летия СССР – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, характеризуемый следующими показателями: содержание гумуса – 5,0-5,2%, азота – 0,25-0,27%, фосфора – 95-100 мг/кг, калия – 142-160 мг/кг, сумма поглощенных оснований – 34,2-36,2 мг-экв. на 100 г почвы, гидролизуемого азота – 7,23-8,63 мг на 100 г почвы, гидролитическая кислотность – 4,0-4,2 мг-экв. на 100 г почвы, реакция почвенного раствора нейтральная, объемная масса – 1,10-1,15 г/см³, скважность почвы – 58-62%, влажность устойчивого завядания – 11,1-12,3%, наименьшая влагоемкость – 28,4-30,2%.

Агроклиматическая характеристика места проведения исследований, то есть первого агроклиматического района области, имела следующие параметры за годы исследований: суммы средних суточных температур за период активной вегетации растений колебались в пределах 2400-2700°С, суммы осадков за этот же период изменялись в пределах 235-310 мм, а гидротермический коэффициент изменялся в пределах 0,93-1,40 (Рисунок 1).

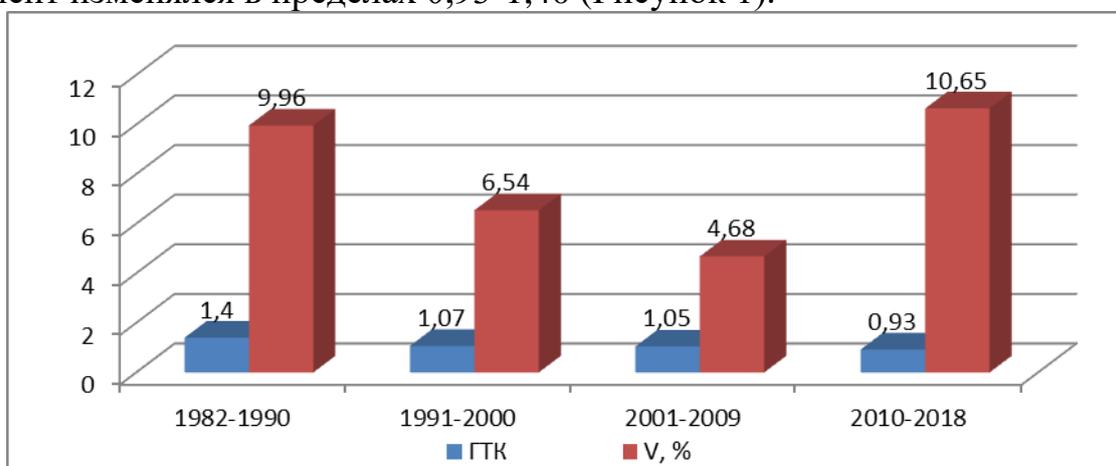


Рисунок 1 – Динамика среднего значения ГТК и его вариабельность за период вегетации по годам исследований

Методики, использованные при проведении исследований

Фенологические наблюдения, биометрические измерения и морфологическое описание растений проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания овощных культур (1975), методикой полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве (1979, 1992).

Учеты физиологических показателей роста и развития овощных растений проводили в соответствии с методикой физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве (1970).

Биохимические анализы выполнялись в биологической лаборатории ВГАУ в соответствии с общепринятыми методами химических анализов (1976).

Планирование, закладку, проведение и статистическую обработку результатов осуществляли на основе общепринятых методик (Белик, Бондаренко, 1979, Белик, 1992), а также используя пакеты программ «Statistika».

Изучение коллекции сортов томата (1982-1986 гг.) проводилось в соответствии с методикой ВИРа (1975): схема размещения растений – 70x35 см в четыре ряда по 12 растений в ряду; количество учетных растений – 40 шт.

Агротехнические опыты: площадь учетной делянки – 20 м² (капуста, томат, перец), 10 м² (огурец), повторность – 4-кратная, размещение вариантов – рендомизированное, площадь листьев определяли методом высечек, выделение СО₂ почвой – по Оганову, нитрификационную способность почвы – по Кравкову, содержание: сухого вещества – методом высушивания, витамина С – по Мурри, сахара – по Бертрану, кислотность – титрованием, нитраты – ионометрически, посевные качества семян определяли по методике ГОСТ 12038-84, обработку гидрелом (этефоном) проводили в фазы 10%, 20%, 30% зрелых плодов на делянке, включая плоды в бурой зрелости и перед началом побурения (0% зрелых); определение групп микроорганизмов – по общепринятым методикам; сроки отбора образцов и определения показателей: первый – первая декада июня, второй – первая декада июля, третий – первая декада августа, срок посева сидерата – 2-я декада апреля, срок заделки сидерата – через 30-35 дней после всходов.

Схемы чередования овощных культур по годам исследований:

1) 1982-1986 гг.: однолетние травы (яровая вика+овес) на сено – капуста белокочанная – томат – огурец – морковь и столовая свекла.

2) 1987-1989 гг.: однолетние травы (яровая вика+овес) на сено – капуста белокочанная – томат и перец – огурец.

3) 1991-1998 гг.: однолетние травы (яровая вика+овес) на сено – капуста белокочанная – томат – морковь и столовая свекла – однолетние травы (яровая вика+овес) на сидерат – капуста белокочанная – томат – огурец.

4) 1999-2002 гг.: однолетние травы (яровая вика+овес) на сено – томат – кабачки и огурцы – пастернак – однолетние травы (яровая вика+овес) на сидерат – капуста белокочанная – томат – семенники корнеплодов.

5) 2003-2018 гг.: однолетние травы (яровая вика+овес) на сено – капустные культуры (капуста белокочанная, капуста цветная, брокколи) – томат – тыквенные культуры (огурец, кабачок, патиссон) – зеленные культуры (горчица листо-

вая, кориандр посевной, змееголовник, кресс-салат, бораго, дайкон) – корнеплодные культуры (морковь, столовая свекла, пастернак).

Изучавшиеся приемы и факторы:

- 1) дозы гидрела: 0; 1,0; 1,3; 1,6; 2,0 кг/га действующего вещества;
- 2) фазы применения гидрела: 10, 20, 30% зрелых плодов томата на делянке, включая плоды в бурой зрелости и 0% зрелых плодов на делянке (обработка перед побурением плодов);
- 3) схемы посадки: междурядья – (90+50)/2 см, 140см, (120+60)/2 см, 90 см;
- 4) густота посадки: 22,5 тысячи шт./га; 40 тысяч шт./га; 60 тысяч шт./га; 80 тысяч шт./га;
- 5) дозы и сроки применения азотобактерина (на основе культуры *Azotobacter vinelandii*): 150 л/га в фазы 5-7 настоящих листьев у капусты белокочанной, 3-4 настоящих листа у огурца, 5-7 настоящих листьев у томата.
- б) вид сидерата, норма высева культур и срок заделки сидерата: яровая вика+овес при норме высева 2 млн/га всхожих семян вики (110 кг/га) + 1,5 млн/га всхожих семян овса (50 кг/га), заделка сидерата через 30-35 дней после всходов;
- 7) регуляторы роста применяли для обработки семян (перед посевом) и в первой-второй декаде июня, расход регуляторов роста следующий: агат-25К (в 0,1%-ном растворе замачивали семена на 3 часа); альбит (в 0,4%-ном растворе замачивали семена на 1 час); крезацин (в 0,2%-ном растворе замачивали семена на 0,5 часа); перекись водорода (в 0,3%-ном растворе замачивали семена на 6 часов); циркон (в 0,5%-ном растворе замачивали семена на 1 час); эпин экстра (в 0,08%-ном растворе замачивали семена на 2 часа); новосил (в 0,1%-ном растворе замачивали семена на 0,5 часа); гумат 7+ (в 0,05%-ном растворе замачивали семена на 6 часов); нарцисс (в 0,25%-ном растворе замачивали семена на 6 часов); иммуноцитифит (в 10^{-6} растворе замачивали семена на 12 часов). Растения обрабатывали теми же растворами регуляторов роста в дозе 1 л/м².

3 ОПТИМИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

При выращивании многосборовых овощных культур одной из задач является сокращение затрат на уборку при сохранении длительности поступления продукции из открытого грунта.

По результатам наших исследований предложено для сортов томата, не предназначенных к механизированной уборке, использование ускорителя созревания – гидрела (этефона) (1,0-2,0 кг д.в./га) и на этой основе проведение одноразовой ручной уборки в конвейерном варианте (пятиступенчатая уборка).

Установлена достоверная прибавка урожая томата при применении гидрела по сортам разной скороспелости как в фазе 10-15% зрелых плодов на участке (Рисунки 2, 3, 4), так и при применении гидрела (этефона) в фазе 20-25% зрелых плодов на участке.

Максимальный эффект при использовании гидрела в фазу 10-15% зрелых плодов на участке получен от дозы гидрела (этефона) 1,3 кг/га на раннеспелом сорте и 2,0 кг/га на среднеспелом. В сравнении с контрольным вариантом масса зеленых плодов уменьшилась почти в два раза.

Применение гидрела в фазе 20-25% зрелых плодов на участке было оправдано только для сортов раннеспелых и среднеспелых. При этом максимальный эффект был получен при применении гидрела в дозе 2,0 кг/га д.в.

Для позднеспелых сортов лучшим был вариант с применением гидрела (этефона) в фазе 10-15 % зрелых плодов в дозе 1,3 кг/га, это позволило при сохранении урожайности получить существенное увеличение массы зрелых плодов.

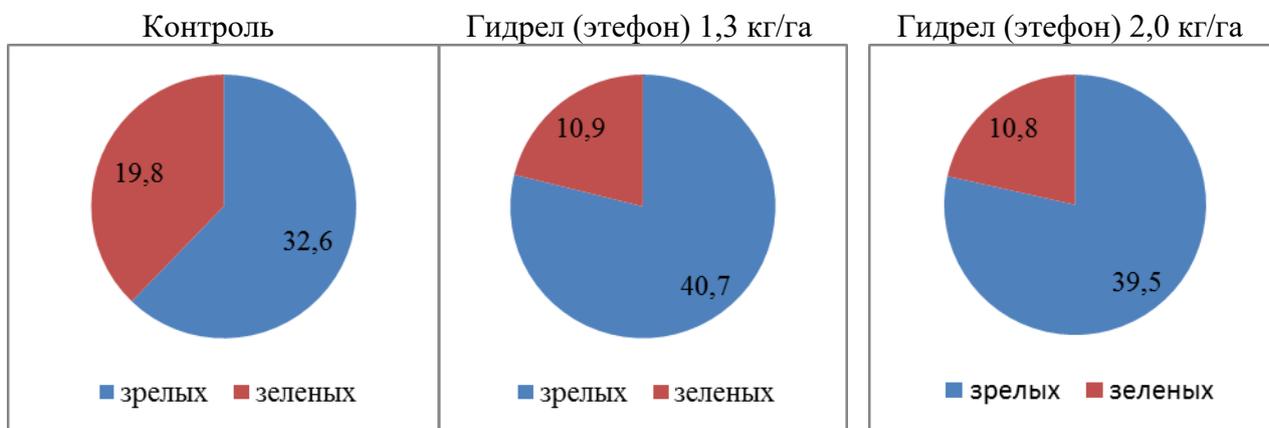


Рисунок 2 – Влияние обработки гидрелом (этефоном) в фазу 10-15% зрелых плодов на участке на структуру урожая плодов томата раннеспелого сорта, т/га (среднее за 1994-1998, 2010-2017 гг.)



Рисунок 3 – Влияние обработки гидрелом (этефоном) в фазу 10-15% зрелых плодов на участке на структуру урожая плодов томата среднеспелого сорта, т/га (среднее за 1994-1998, 2010-2017 гг.)

Определение показателей качества зрелых плодов томата раннеспелых и среднеспелых сортов показало, что при использовании гидрела (этефона) в дозах 1,6 и 2,0 кг/га наблюдалась тенденция к снижению содержания сухого вещества на 0,15-0,17%, общих сахаров – на 0,19-0,51%, витамина С – на 2,29-2,42 мг%.

Применение гидрела (этефона) на позднеспелых сортах томата увеличило содержание сухого вещества на 0,09-0,41%. Отмечена тенденция к снижению

накопления витамина С в плодах томата у этих сортов при применении гидрела (этефона).



Рисунок 4 – Влияние обработки гидрелом (этефоном) в фазу 10-15% зрелых плодов на участке на структуру урожая плодов томата позднеспелого сорта, т/га (среднее за 1994-1998, 2010-2017 гг.).

Таким образом, используя сорта разной скороспелости у томата и пяти-ступенчатую систему одноразовой уборки при применении стимулятора созревания плодов (гидрел (этефон)) можно улучшить логистику поступления урожая плодов и сократить затраты на уборку.

4 ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ РАЗМЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ АГРОЦЕНОЗОВ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Проведение двухфакторного эксперимента по выявлению влияния схем посадки и густоты стояния растений томата различных сортов на рост, развитие и их продуктивность позволило выявить некоторые особенности этого воздействия.

Определение площади листьев нештамбового сорта томата показало, что загущение посадок при всех изучаемых схемах размещения растений сопровождается увеличением площади листьев, это наблюдается во все сроки определения. Следует отметить, что максимальная площадь листьев в опыте отмечалась в вариантах с междурядьями (120+60) см (Таблица 1).

Биологическая активность почвы под томатом в опыте была наибольшей в вариантах с загущенным стоянием растений при всех схемах размещения растений. При этом необходимо отметить, что при междурядьях в 140 см на всех вариантах биологическая активность почвы приблизительно одинакова.

Определение площади листьев растений штамбового сорта томата показало, что загущение посевов при любых схемах размещения растений привело к увеличению площади листьев на единице площади посадки. Лучшей схемой размещения растений в опыте является схема (120+60) см при густоте стояния растений томата этого сорта 80 тысяч штук на 1 га. При применении других схем размещения, а именно: (90+50) см и 140 см большая площадь листьев отмечалась при густоте 60 тысяч штук на 1 га (Таблица 2).

Таблица 1 – Динамика площади (S) листьев (м²/га) и биологической активности почвы (СО₂, мг/кг×час) под томатом скороспелого сорта (Волгоградский скороспелый 323) (среднее за 1985-1990, 2009-2017 гг.)

Варианты		Сроки определения					
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./га	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
		S	СО ₂	S	СО ₂	S	СО ₂
(90+50)х36	40	9325	8,1	25530	12,9	21800	13,5
(90+50)х24	60	8135	7,8	24270	12,5	21475	13,3
(90+50)х18	80	11745	7,8	26645	12,4	21765	13,0
(120+60)х28	40	9640	7,5	25655	12,0	21435	13,0
(120+60)х19	60	11515	7,6	27110	12,2	22110	13,1
(120+60)х14	80	11910	7,9	27985	12,8	22920	13,5
140х18	40	11265	6,4	26630	11,0	21450	12,0
140х12	60	9300	5,3	25625	10,9	21200	12,1
140х9	80	11130	6,5	26880	11,1	22265	11,9
НСР ₀₅		85,9	1,01	7935	1,1	120,2	0,86

Таблица 2 – Динамика площади (S) листьев (м²/га) и биологической активности почвы (СО₂, мг/кг час) под томатом позднеспелого сорта (Волгоградский 5/95) (среднее за 1985-1990, 2009-2017 гг.)

Варианты		Сроки определения					
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./га	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
		S	СО ₂	S	СО ₂	S	СО ₂
(90+50)х36	40	9580	7,0	24390	11,5	22930	12,5
(90+50)х24	60	11090	7,9	25920	12,3	23880	13,6
(90+50)х18	80	9925	8,0	25065	12,6	23890	13,7
(120+60)х28	40	10555	6,7	25305	11,2	23670	12,3
(120+60)х19	60	11085	7,7	26345	12,3	24460	13,2
(120+60)х14	80	14005	8,1	27450	12,5	25505	13,7
140х18	40	12545	6,0	25875	10,5	25905	11,8
140х12	60	13095	6,8	26775	11,2	24775	12,5
140х9	80	12565	6,9	26775	11,2	24660	12,7
НСР ₀₅		347,2	0,89	757,4	0,75	585,1	0,82

Биологическая активность почвы по выделению СО₂ возрастала при увеличении густоты стояния растений на единице площади: при густоте стояния растений 80 тысяч штук на 1 га отмечалось максимальное выделение СО₂ из почвы. По нашему мнению, это связано не только с увеличением массы корневой системы томата, но и усилением интенсивности микробиологических процессов в почве.

Оценивая продуктивность растений томата скороспелого сорта (Волгоградский скороспелый 323) в опыте, установлено, что по разным схемам размещения максимальная урожайность отмечалась при густоте стояния растений 80 тысяч штук на 1 га (Рисунок 5).

Оценивая варианты по максимальной урожайности, выявлено, что лучший вариант размещения растений с междурядьями (90+50) см и расстоянием

между растениями в строчке 18 см (57,3 т/га), где загущение растений сопровождается снижением массы плода.

Максимальная масса плодов томата отмечалась при густоте 60 тысяч штук на 1 га при всех схемах посадки (93,5-103,0 г).

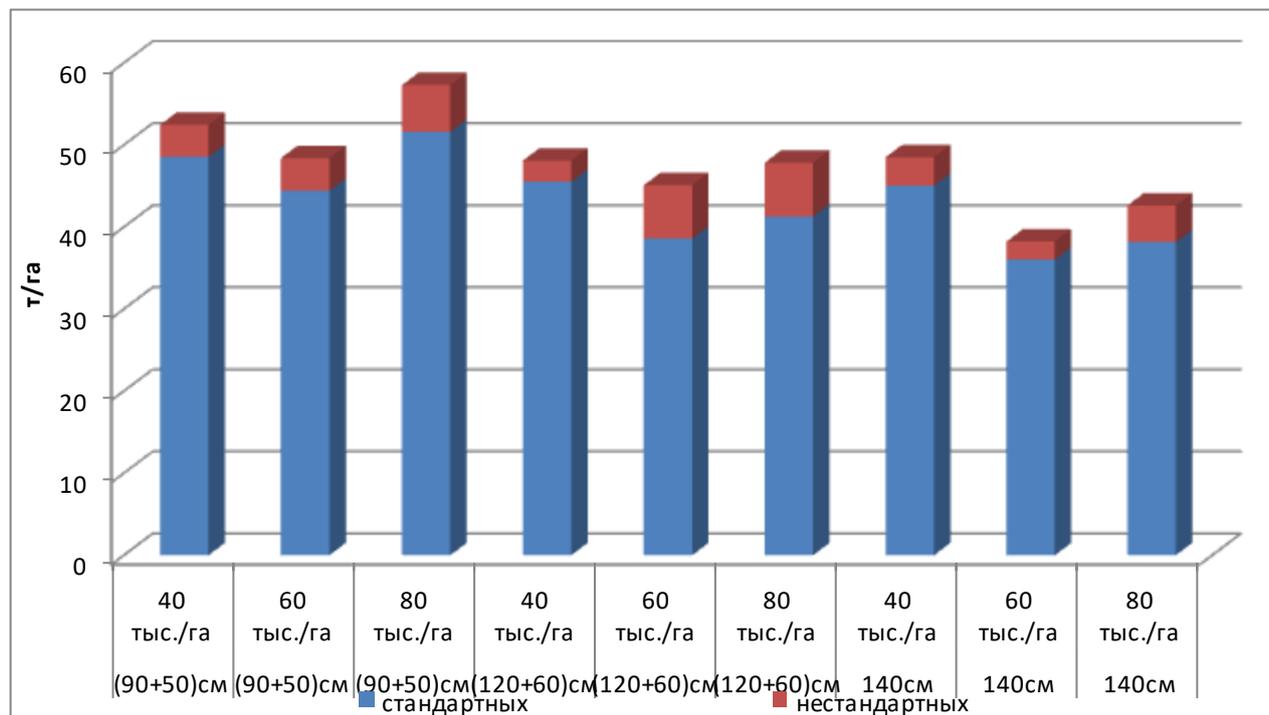


Рисунок 5 – Урожайность скороспелого сорта томата при разных схемах размещения и густоте стояния растений (среднее за 1985-1990, 2009-2017 гг.)

Изучая штамбовый позднеспелый сорт (Волгоградский 5/95) по рассмотренным выше показателям (рисунок 6) установлена та же закономерность в динамике массы плода в зависимости от густоты стояния растений на единице площади, максимальная масса плода отмечалась при густоте 60 тысяч штук на 1 га (113,0-122,0 г).

Наибольшая урожайность томата отмечена при густоте стояния растений 80 тысяч штук на 1 га. Причем эта закономерность проявлялась при всех схемах посадки растений данного сорта.

Установлено, что по мере увеличения среднего междурядья урожайность томата этого сорта падает (от 50,91 т/га при среднем междурядье 70 см до 49,11 т/га при среднем междурядье 140 см). В то же время внутри группы вариантов с одинаковым средним междурядьем отмечался рост урожайности по мере увеличения густоты стояния растений томата. Результаты определения качества плодов штамбового сорта томата показывают, что при увеличении среднего междурядья от 70 до 140 см возрастало накопление сухого вещества в плодах от 6,15 до 6,77%. Такая же закономерность отмечена по накоплению сахаров и витамина С в плодах, при этом возрастал сахаро-кислотный индекс плодов.

Проведение четырехфакторного эксперимента позволило определить лучшие параметры факторов для сорта Волгоградский скороспелый 323 (скороспелый сорт): широкорядная схема с междурядьями 90 см, 60 тысяч растений

на 1 га, применение гидрела (этефона) в дозе 1,0-1,3 кг/га д.в., фаза развития – 20-30% зрелых плодов на участке.

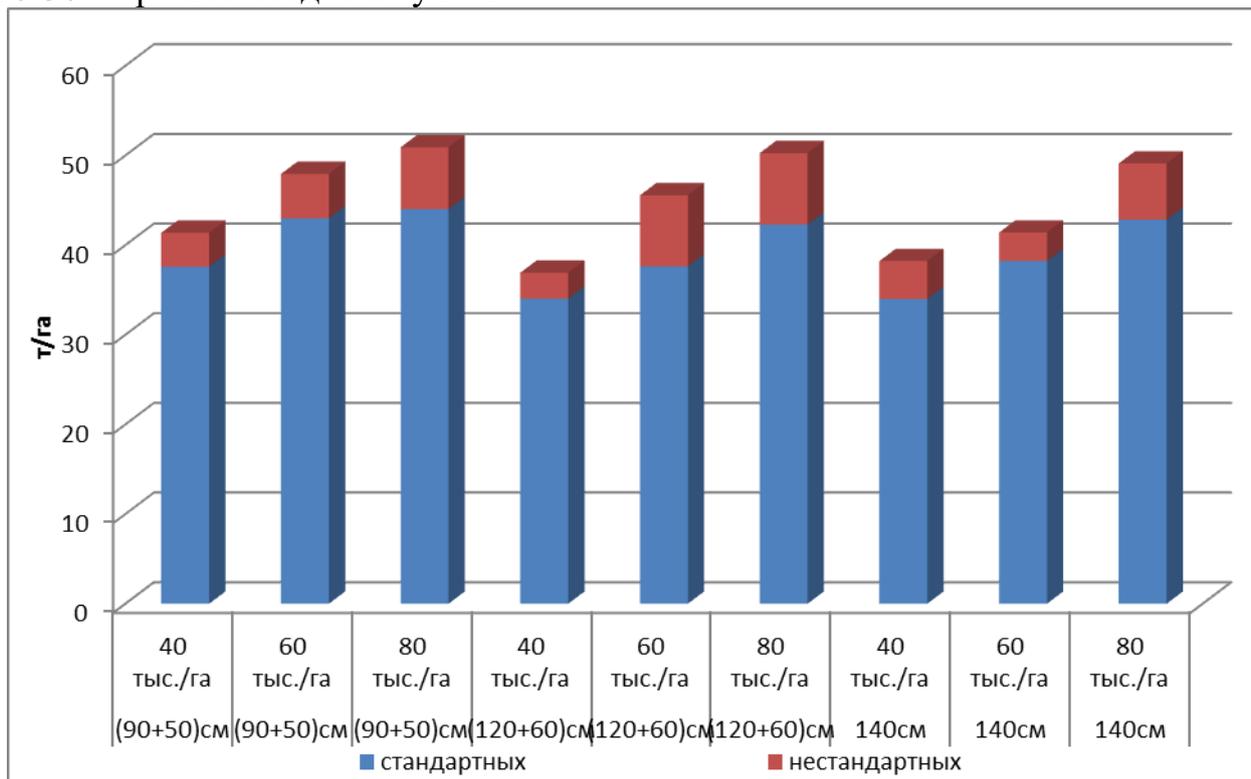


Рисунок 6 – Урожайность позднеспелого сорта томата при разных схемах размещения и густоте стояния растений (среднее за 1985-1990, 2009-2017 гг.)

Зависимость урожайности сорта от факторов выглядит следующим образом:

схема посадки – $y = -4,68 \exp x + 194,81/x + 141,75x - 60,85$;

количество растений на 1 га – $y = \sqrt{13691x^2 - 2495,5 \exp x + 73196/x}$;

доза гидрела – $y = -58,21x^2 + 12,3 \exp x + 162,1 \ln x + 342,76$;

фаза применения гидрела – $y = \sqrt{915,5 \exp x - 23080/x - 8354,9x + 101630}$.

Для сорта Волгоградский 5/95 (позднеспелый сорт): ленточная схема (120+60)/2 см, 60-80 тысяч растений на 1 га, применение гидрела (этефона) в дозе 1,0-1,3 кг/га д.в., фаза развития – 10% зрелых плодов на участке.

Зависимость урожайности сорта от факторов выглядит следующим образом:

схема посадки – $y = -4,68 \exp x + 194,81/x + 141,75x - 60,85$;

количество растений на 1 га – $y = \sqrt{13691x^2 - 2495,5 \exp x + 73196/x}$;

доза гидрела – $y = -58,21x^2 + 12,3 \exp x + 162,1 \ln x + 342,76$;

фаза применения гидрела – $y = \sqrt{915,5 \exp x - 23080/x - 8354,9x + 101630}$.

Для сорта Ракета (сорт для машинной уборки): широкорядная с междурядьями 90 см, 60 тысяч растений на 1 га, применение гидрела (этефона) в дозе 1,0 кг/га д.в., фаза развития – 30% зрелых плодов на участке.

Зависимость урожайности сорта от факторов выглядит следующим образом:

$$\text{схема посадки} - y = \sqrt{379900/\exp x + 117950 \ln x - 109600};$$

$$\text{количество растений на 1 га} - y = \sqrt{-284,84 \exp x + 33416 \ln x + 32140/x};$$

$$\text{доза гидрела} - y = -4,85x^2 + 1,20 \exp x + 3,46x + 195,13;$$

$$\text{фаза применения гидрела} - y = \sqrt{100850/\exp x + 1357 \exp x - 7041,6/x}.$$

5 РОЛЬ СИДЕРАЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ В ОПТИМИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

В проведенных экспериментах по влиянию промежуточной культуры в виде сидерата на рост, развитие и урожайность рассадных культур поздней белокочанной капусты и томата, а также посева огурца получено следующие результаты.

Определение биологической активности почвы (по Оганову) под капустой белокочанной показало, что внесение органического вещества сидеральной культуры в почву способствовало интенсификации биологических процессов между первым и вторым сроками определения и приводило к усилению процессов формирования органического вещества капустой белокочанной и увеличению урожайности культуры.

Определение биологической активности почвы под томатом показало, что внесение органики сидерата в почву способствовало интенсификации биологических процессов между первым и вторым сроками определения и приводило к усилению процессов формирования органического вещества томатами и увеличению урожайности культуры (Рисунок 7).

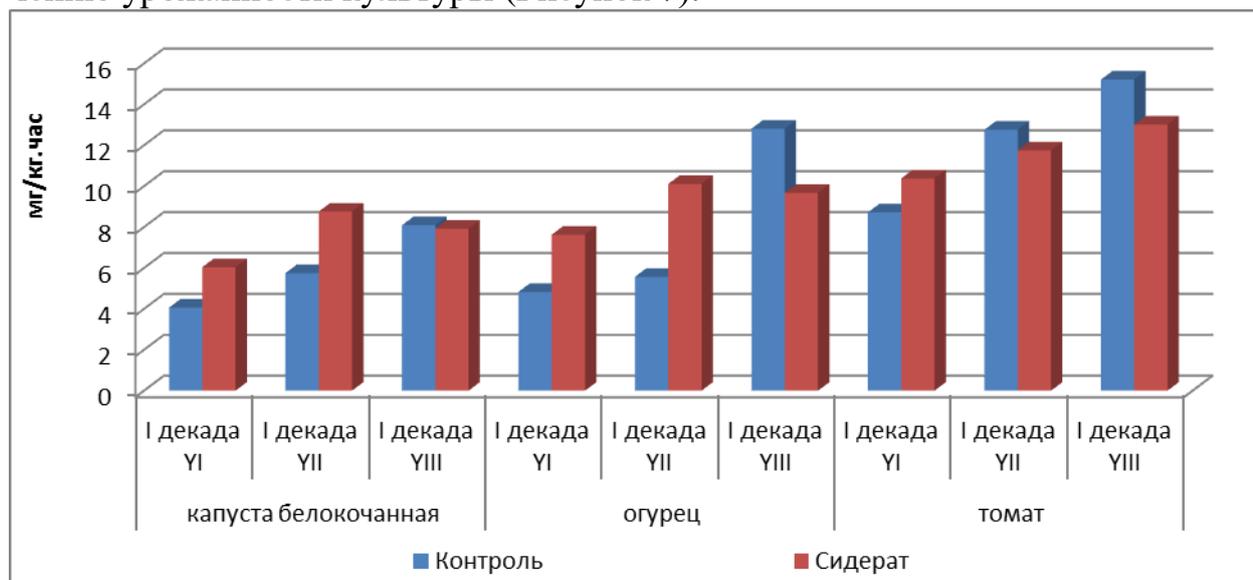


Рисунок 7 – Биологическая активность почвы (мг CO₂/кг×час) под Овощными культурами (в среднем за 1994-1998, 2005-2018 гг.)

Использование сидерата способствовало усилению ростовых процессов в агроценозе белокочанной капусты (таблица 3) и росту урожайности, увеличивало содержание сухого вещества (на 0,4-0,7%) и сахаров (на 2,33-3,24%).

Таблица 3 – Урожайность капусты белокочанной и качество продукции (в среднем за 1994-1998, 2005-2018 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Содержание сухих веществ, %	Содержание витамина С, мг%	Содержание сахаров, %	Содержание нитратов, мг/кг
Контроль	40,9	8,29	8,61	3,86	531
Сидерат	48,4	8,99	6,44	7,08	368
НСР ₀₅	1,24				

Применение сидератов существенно уменьшило накопление нитратов в кочанах капусты (до 368 мг/кг при содержании нитратов в контрольном варианте 531 мг/кг). В то же время в опытных вариантах отмечалось снижение содержания витамина С на 2,17 мг%.

В огуречном агроценозе применение сидерата способствовало усилению биологических процессов в почве и повышению урожайности, при этом увеличивалось содержание сухого вещества на 0,66% и витамина С на 2,43% в плодах огурца (Таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность огурцов и качество продукции (в среднем за 1994-1998, 2005-2017 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Содержание сухих веществ, %	Содержание витамина С, мг%	Содержание сахаров, %	Содержание нитратов, мг/кг
Контроль	15,5	3,51	8,19	2,17	73,9
Сидерат	16,9	4,17	10,62	1,78	58,9
НСР ₀₅	1,16				

При применении сидератов отмечено снижение накопления нитратов в плодах огурца до 58,3 мг/кг (в контрольном варианте 73,9 мг/кг) и сахаров на 0,39 мг%. Использование сидерата увеличивало образование репродуктивных органов в агроценозе томата, что приводило к существенному росту урожайности (Таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность томата и качество продукции (в среднем за 1994-1998, 2005-2018 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Содержание сухих веществ, %	Содержание витамина С, мг%	Содержание сахаров, %	Кислотность, %	Содержание нитратов, мг/кг
Контроль	30,6	5,95	13,26	2,25	0,57	43,2
Сидерат	34,7	6,11	12,71	2,48	0,52	40,5
НСР ₀₅	1,23					

В плодах томата увеличивалось содержание сухого вещества на 0,16%, сахаров – на 0,23%, снизилось накопление нитратов на 2,7 мг/кг и витамина С на 1,55 мг%.

6 БИОЛОГИЗАЦИЯ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ – ФАКТОР РЕГУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ

Биологизация агроэкосистем – максимально возможное для конкретных условий хозяйствования использование биологических факторов воспроизводства почвенного плодородия, оптимизация удовлетворения требований растений условиями жизни на основе использования биологических приёмов и физиологически активных веществ, обеспечивающих рост объема овощной продукции, повышение её качества и экологической безопасности.

Применение азотобактерина обуславливало ингибирование процессов нитрификации в почве. Воздействие азотобактерина на нитрификационную способность почвы проведено под разными культурами (Таблица 6).

Таблица 6 – Динамика нитрификационной способности почвы (НСП) при обработке азотобактерином (в среднем за 1991-1997, 2005-2018 гг.)

Фаза развития растений при отборе образцов почвы	Варианты опыта	НСП, мг/100 г
Огурцы		
До обработки (3-4 настоящих листа)	Контроль	26,0
	Опытный вариант	25,8
После обработки (6 настоящих листьев)	Контроль	25,0
	Опытный вариант	24,5
Капуста белокочанная		
До обработки (6-7 настоящих листьев)	Контроль	35,0
	Опытный вариант	34,3
После первой обработки (10 настоящих листьев)	Контроль	25,6
	Опытный вариант	11,8
После второй обработки (13-15 настоящих листьев)	Контроль	30,2
	Опытный вариант	15,3
Томат		
До обработки (6-7 настоящих листьев)	Контроль	32,4
	Опытный вариант	32,7
После обработки (10 настоящих листьев)	Контроль	27,5
	Опытный вариант	20,4

Под огурцами НСП после обработок азотобактерином осталась на уровне до применения азотобактерина. При этом в первый срок уровень нитрификационной способности обеспечивался в большей мере стимулирующим действием корневых выделений огурца, которые активизировали деятельность ризосферной микрофлоры. Во второй срок определения растения огурца вступали в стадию плодоношения, экссудатная активность растений сокращалась, а показатели НСП мало различались по сравнению с контролем.

Применение азотобактерина на капусте белокочанной снизило показатели НСП на опытных вариантах в сравнении с контролем и несмотря на высокую активность корневых экссудатов культуры не способствовало активизации ризосферной микрофлоры. Отмечено продление ингибирования НСП на опытных вариантах, так как увеличение этого показателя хотя и наблюдалось, но не до-

стигало величин, характерных для контрольной почвы. Повторная обработка азотобактерином задерживала восстановление НСП до исходных величин.

Томат в ряду рассматриваемых культур занимал промежуточное положение. Показатели НСП почвы контрольного варианта характеризовались похожей динамикой с вышеназванными культурами, но амплитуда колебаний показателя была меньше, что объясняется спецификой взаимодействия микрофлоры почвы и корневой системы растений томата. В опытном варианте обработка азотобактерином снижала НСП, но не столь значительно, как на капусте белокочанной.

Структура и динамика комплекса почвенных микроорганизмов как показателя состояния почвенной биоты являются весьма лабильными, поэтому, воздействуя на данный компонент агроэкосистемы, можно изменять структуру взаимосвязей внутри агроэкосистемы. Ограничивающим фактором становятся экологические последствия подобного воздействия. Одним из таких воздействий является применение биологических препаратов, созданных на основе какой-либо культуры почвенных микроорганизмов.

Растения огурца активизировали динамику всех групп зимогенной микрофлоры почвы, кроме микромицетов. Отмечено существенное увеличение количества бактерий, усваивающих минеральный азот, что указывает на увеличение экзометаболитов огурца в составе легкоразлагаемого органического вещества почвы (Таблица 7).

Увеличивалось общее количество азотфиксаторов, в том числе азотобактера, возросла численность нитрифицирующих бактерий, что подтверждает экссудатную активность корневой системы огурца.

Внесение азотобактерина влияло на состав комплекса почвенных микроорганизмов. Существенно возросла численность микромицетов и нитрификаторов, а численность микроорганизмов, разлагающих клетчатку, наоборот, снизилась и повлияло на общую биогенность почвы.

Динамика олиготрофных микроорганизмов в составе зимогенной микрофлоры характеризует завершающую стадию минерализации органических соединений. Из данных таблицы 7 видно, что по мере роста и развития огурца происходило существенное снижение количества бактериальной флоры в контрольном варианте, а в опытном – снижение численности бактерий было меньше, т. к. под влиянием азотобактерина происходит сокращение поступления в почву экссудатов огурца.

Численность актиномицетов и микромицетов возрастала, причем больше в контроле по сравнению с опытными вариантами, что также подтверждает высокую экссудативную активность корневой системы огурца.

Капуста белокочанная, как основной компонент другого фитоценоза, обусловила иную динамику микробиологических процессов в почве (Таблица 7).

Аммонификаторы в составе зимогенной микрофлоры, под воздействием выделяемых ими протеолитических ферментов, обеспечивают минерализацию азотсодержащих органических веществ растительного и животного мира. Благодаря аммонификации почва обогащается азотом и другими биологически активными соединениями.

В контрольном варианте отмечалось увеличение этой группы микроорганизмов, а в опытном – уменьшение на фоне двукратного применения азотобак-

терина. Такая же зависимость наблюдалась при рассмотрении динамики бактерий, усваивающих минеральные формы азота, общего количества азотфиксаторов и нитрифицирующих бактерий.

Таблица 7 – Характеристика группы зимогенной микрофлоры в почве (тыс./г абс. сухой почвы) (в среднем за 1991-1997, 2005-2018 гг.)

Группы микроорганизмов	Варианты опыта	Внесение азотобактерина					
		до обработки			после обработки		
		капуста белокочанная	огурец	томат	капуста белокочанная	огурец	томат
Аммонификаторы	Контроль	9145	11417	4304	10515	11508	7947
	Опыт	12736	12336	4413	11388	14421	12339
Бактерии, усваивающие минеральный азот	Контроль	27372	29124	20537	32256	33461	21847
	Опыт	35717	35502	20089	28557	40872	23226
Азотобактер	Контроль	2629	1752	2247	2641	3927	2155
	Опыт	3847	2557	2145	2750	4226	2947
Азотфиксаторы (все-го)	Контроль	20912	21258	14758	23502	31489	16481
	Опыт	30199	26241	15348	26464	35561	17129
Актиномицеты	Контроль	2355	2787	1197	2775	3947	983
	Опыт	2737	2777	1236	2727	4266	894
Микромицеты	Контроль	99	107	43	82	86	79
	Опыт	78	88	44	181	218	123
Нитрифицирующие бактерии	Контроль	16	18	15	23	26	24
	Опыт	27	25	21	18	19	14
Микромицеты, разлагающие клетчатку	Контроль	6,2	6	7,1	2,9	6,1	3,4
	Опыт	9,9	6,3	7,7	4,8	3,8	3,1
Общая сумма	Контроль	62534	66463	43108	71797	84450	49519
	Опыт	85347	79536	43304	72090	99587	56675

Следует отметить, что корневые выделения капусты белокочанной в большей степени, чем у огурца, активизируют бактерии, усваивающие органические формы азота, это подтверждается и снижением численности общего количества микромицетов и микромицетов, разлагающих клетчатку.

Общая сумма микроорганизмов почвы под капустой белокочанной возрастала в 1,3 раза по мере её роста и развития.

Применение азотобактерина снижало общую биогенность почвы на 16%, при ингибировании основных групп микроорганизмов; снижалось количество азотфиксаторов, азотобактера и нитрифицирующих бактерий.

Динамика численности группы олиготрофных микроорганизмов показывает, что под капустой контрольного и опытного вариантов идут однонаправленные процессы. По этой динамике составить мнение о влиянии азотобактерина на эту группу микроорганизмов не представляется возможным. Отмечалось снижение численности бактерий и увеличение численности актиномицетов и микромицетов.

Расчет относительных коэффициентов, характеризующих общую биогенность почвы, подтвердил различную динамику микробиологических процессов в почве под капустой белокочанной, томатом и огурцами (Рисунки 8, 9, 10).

Из рисунков видно, что коэффициент минерализации в контроле под капустой и огурцами увеличился, что указывает на рост легкоразлагаемого органического вещества в почве, а под томатом снизился.

Рост относительного показателя биогенности, обусловленный увеличением легкоразлагаемой органики в почве, отмечен под всеми культурами. Коэффициент олиготрофности в большей степени уменьшался под капустой белокочанной, что свидетельствует об увеличении содержания органического вещества в почве.

Применение азотобактерина изменило динамику биологических показателей почвы под овощными культурами. Так, в опытных вариантах коэффициент минерализации для капусты белокочанной увеличился в меньшей степени по сравнению с контрольным вариантом, а для огурца и томата снизился, что указывает на увеличение под культурами трудно разлагаемого органического вещества.

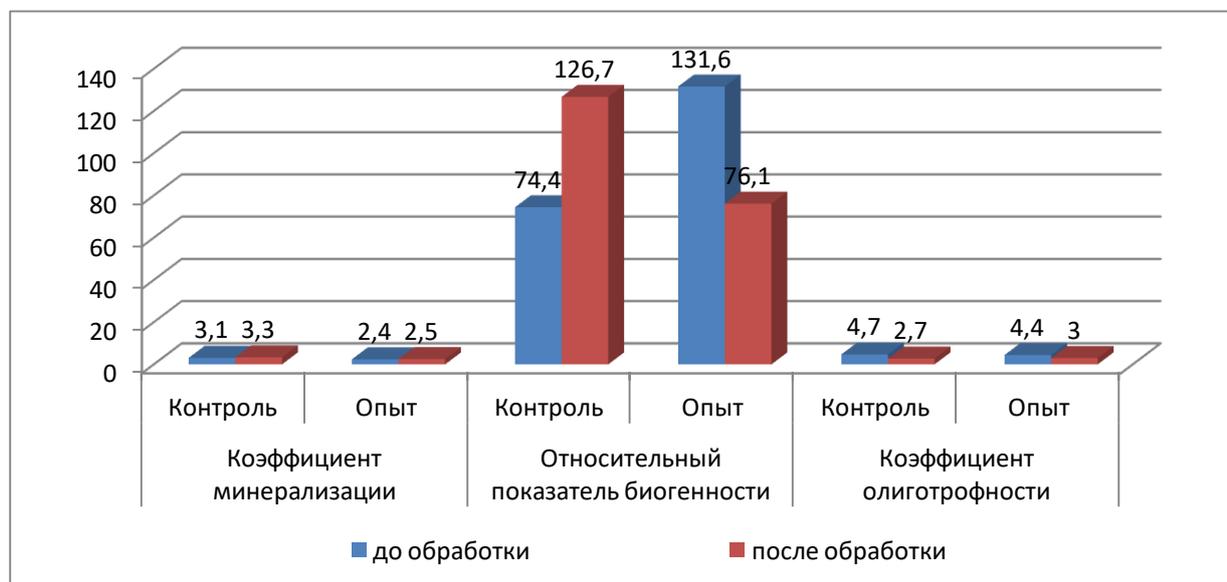


Рисунок 8 – Общая биогенность почвы под капустой белокочанной при применении азотобактерина (в среднем за 1991-1997, 2005-2018 гг.)

Динамика относительного показателя биогенности была близкой для капусты и огурцов и противоположной контрольным вариантам. В опытных вариантах происходило увеличение общего количества труднорастворимой органики, это подтверждается динамикой индекса олиготрофности. В почве под томатом происходил рост данного показателя, что указывает на уменьшение количества труднорастворимой органики.

Внесение азотобактерина вызывает ингибирование олиготрофных микроорганизмов, снижает скорость разложения корневых выделений культур, особенно капусты белокочанной. Влияние азотобактерина на процессы роста и развития овощных культур и биологические процессы в почве различно. Применение препарата снижало накопление нитратов в огурцах (сорт Надежный), кочанах капусты белокочанной (сорт Харьковская зимняя), плодах томата (сорт

Волгоградский 5/95), а двукратная обработка капусты белокочанной сопровождалась почти двукратным в сравнении с контролем снижением содержания нитратов в кочанах, а их содержание в плодах огурца снижалось от начала уборки к ее завершению.

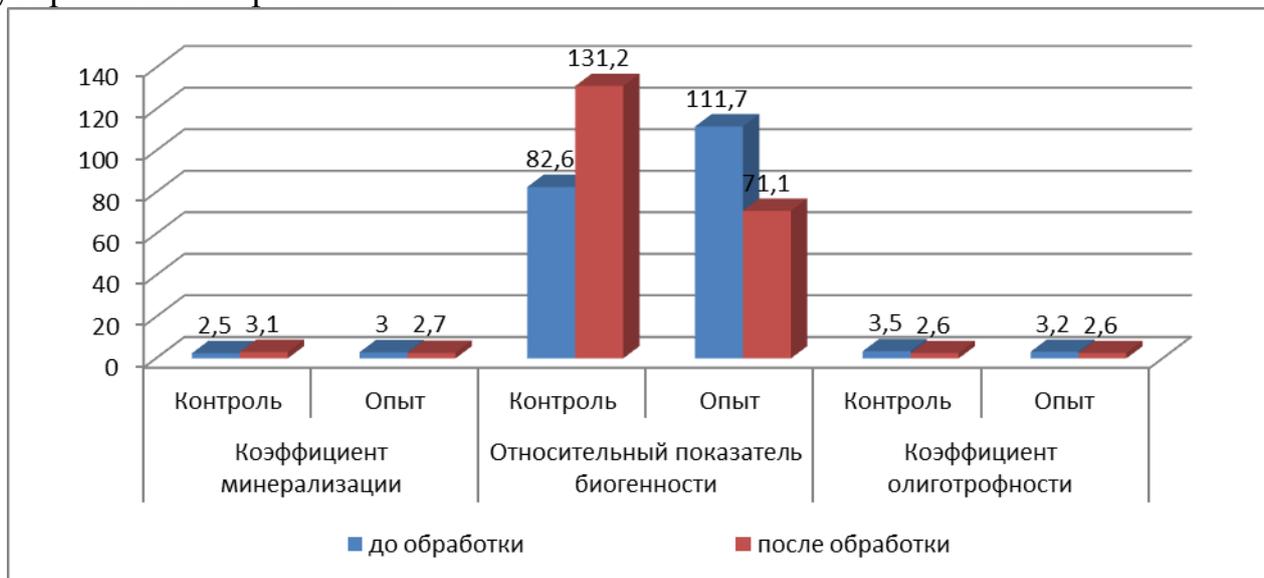


Рисунок 9 – Общая биогенность почвы под огурцами при применении азотобактерина (в среднем за 1991-1995, 2005-2017 гг.)

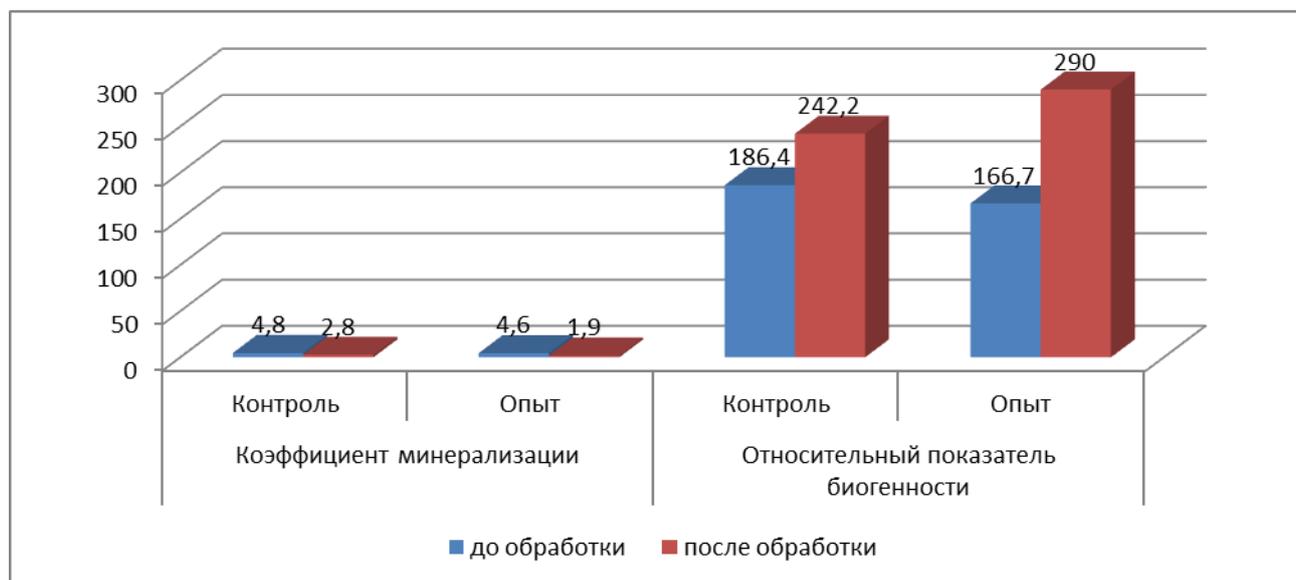


Рисунок 10 – Общая биогенность почвы под томатом при применении азотобактерина (в среднем за 1991-1997, 2005-2018 гг.)

Урожайность огурца при применении азотобактерина увеличивалась в пределах ошибки опыта, отмечено сокращение периода плодоотдачи, что важно для ступенчатых посевов культуры с целью рациональной организации уборки.

Урожайность томата и капусты белокочанной при применении азотобактерина существенно возрастала на 15,4 и 22,0%, соответственно, кратность об-

работки не влияла на урожайность, но снижала накопление нитратов в кочанах капусты.

Применение биологических приемов в агроценозах томата обуславливало увеличение урожайности культуры (Таблица 8).

Таблица 8 – Урожайность и качество продукции капусты белокочанной и томата (в среднем за 1991-1997, 2005-2018 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га		Содержание сухих веществ, %		Содержание сахаров, %		Содержание Нитратов, мг/кг	
	капуста белокочанная	томат	капуста белокочанная	томат	капуста белокочанная	томат	капуста белокочанная	томат
Контроль	40,9	30,6	8,29	5,95	3,86	2,25	1231	43,2
Азотобактерин (одна обработка)	50,1	35,2	8,20	5,97	4,79	2,35	932	34,8
Азотобактерин (две обработки)	49,9	35,3	8,32	5,76	5,04	2,77	720	40,9
Сидерат	48,4	34,7	8,99	6,11	7,08	2,48	668	40,5
Сидерат+ Азотобактерин (одна обработка)	52,2	40,6	8,69	6,14	6,19	2,73	592	37,5
НСР ₀₅	1,24	1,23						

Следует отметить, что одно- и двукратная обработка азотобактерином приводили практически к одинаковым результатам, но качество продукции изменялось по-разному: двукратная обработка обусловила некоторое уменьшение содержания сухих веществ в плодах томата при некотором увеличении содержания общих сахаров. При применении сидерата отдельно и в совокупности с азотобактерином получились разные результаты: совместное применение приемов обусловило максимальную урожайность томата в опыте, максимальное накопление сухих веществ и общих сахаров в плодах, но минимальное накопление нитратов в плодах томата.

Реакция капусты белокочанной на применение биологических приемов сходная с томатом (таблица 8). Применение азотобактерина и сидерата по отдельности сопровождалось повышением урожайности культуры, а совместное применение двух приемов проявляло синергетический эффект, это еще большее увеличивало урожайность капусты. Двукратная обработка азотобактерином не приводила к повышению урожайности в сравнении с однократным применением этого приема.

Качество продукции под действием применения вышеназванных биологических приемов улучшается: увеличивается содержание сухих веществ и сахаров, снижается содержание нитратов.

7 ПРОДУКТИВНОСТЬ И АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗАХ

Использование регуляторов роста, имеющих природную основу в агроценозах исследуемых овощных культур, позволяет существенно повлиять на биологические ресурсы, изменяя ход биохимических процессов в агроэкосистемах.

Регуляторы роста, имеющие природную основу, позволяют существенно изменить биохимические процессы в агроценозах, изменяя ход биологических процессов, формирующих урожайность и качество продукции.

Расчеты продуктивности фотосинтетического аппарата показали, что более интенсивное развитие листовой поверхности под действием регуляторов роста способствовало увеличению фотосинтетического потенциала по сорту Горлица от 464 до 680 тыс. м²×сут./га, а по сорту Касатка – от 536 до 800 тыс. м²×сут./га.

Для окончательной оценки влияния обработки семян регуляторами роста нами проведен учет урожайности белокочанной капусты (Таблица 9).

Результаты учета урожайности показывают, что применение агата-25К по сорту Горлица не приводило к достоверному повышению урожайности капусты, а все остальные препараты обуславливали достоверную разницу в урожае кочанов по сравнению с контролем. Максимальный эффект установлен при применении перекиси водорода и циркона с разницей 8,1-8,2 т/га к контролю, по остальным вариантам разница составляла от 1,6 до 3,9 т/га (при НСР₀₅ = 1,45 т/га).

Применение изучаемых фитогормонов на сорте Касатка обусловило достоверное повышение урожайности культуры с разницей по вариантам от 2,7 до 9,6 т/га (НСР₀₅=1,46 т/га). Максимальный эффект отмечен при использовании крезацина и циркона с разницей 8,1-9,6 т/га к контролю.

При этом качество продукции капусты в этом варианте несколько улучшилось: повысилось содержание витамина С, накопление сахаров, содержание сухого вещества.

Общая адаптивная способность сортов капусты белокочанной не различалась: у сорта Горлица показатель равен 2,81, у сорта Касатка – 2,82. Оба изучаемых агроценоза капусты белокочанной проявили дестабилизирующий эффект, вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (1,92).

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что он был выше у сорта Горлица – (30,26), а ниже – у сорта Касатка (24,05).

Обработка семян гибридов цветной капусты (Винсон, Кортес, Тетрис) регуляторами роста усилило развитие листовой поверхности растений, увеличение фотосинтетического потенциала на этих вариантах от 264 до 380 тыс. м²×сутки/га и повысило урожайность в отдельных вариантах.

Гибриды цветной капусты по-разному реагировали на обработку семян регуляторами роста. Так, применение гумата, циркона, эпина экстра и новосила по гибридам Винсон и Кортес обусловило достоверное превышение контроля, а по гибриду Тетрис помимо указанных регуляторов роста такое же действие обуславливало применение препарата Завязь (Таблица 9).

Качество продукции капусты в опыте по исследуемым показателям несколько улучшилось по содержанию витамина С, накоплению сахаров, содержанию сухих веществ.

Общая адаптивная способность разных гибридов капусты цветной различалась: максимальный эффект отмечен у гибрида Кортес (1,81), а минимальный – у гибрида Тетрис (1,32). Все изучаемые агроценозы капусты цветной характеризовались дестабилизирующим эффектом вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды – 1,42.

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что наибольшим он был у гибрида Кортес (24,26), а наименьшим – у гибрида Тетрис (20,05).

Гибриды брокколи показали разную реакцию на обработку семян регуляторами роста. Семена гибрида Фиеста на фоне гумата 7+, завязи, эпина экстра, иммуноцитифита и циркона обеспечили в опыте достоверное превышение контроля по урожайности. По гибриду Монтоп достоверное превышение контроля по урожайности, отмечено в вариантах с гуматом 7+ и иммуноцитифитом, что обусловлено особенностями генотипа, формирующегося при создании того или иного гибрида (Таблица 9).

Таблица 9 – Влияние предпосевной обработки семян капусты регуляторами роста на продуктивность капустных культур (т/га)

Сорта	Варианты опыта										
	Контроль	Агат-25К	Альбит	Гумат 7+	Завязь	Иммуноцитифит	Крезацин	Новосил	Перекись водорода	Циркон	Эпин экстра
Белокочанная капуста (2005-2018 гг.)											
Горлица	50,8	52,2	54,7	-	-	-	53,5	-	58,9	59,0	52,4
Касатка	44,4	47,1	48,5	-	-	-	52,5	-	48,1	54,0	47,4
НСР ₀₅ = 1,80 т/га; НСР ₀₅ (по сортам) = 0,70 т/га; НСР ₀₅ (по регуляторам) = 1,28 т/га											
Цветная капуста (2005-2017 гг.)											
Винсон	32,6	-	-	36,6	33,1	32,8	-	34,8	-	36,8	35,1
Тетрис	33,4	-	-	35,6	34,0	33,8	-	34,6	-	36,6	34,8
Кортес	35,2	-	-	38,3	35,3	35,8	-	37,3	-	38,5	37,8
НСР ₀₅ = 1,58 т/га; НСР ₀₅ (по сортам) = 0,91 т/га; НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,57 т/га											
Брокколи (2005-2016 гг.)											
Фиеста	22,9	-	-	25,4	23,7	26,4	-	23,5	-	25,7	23,8
Монтоп	28,6	-	-	30,6	29,0	30,6	-	28,7	-	28,8	28,9
НСР ₀₅ = 1,61 т/га; НСР ₀₅ (по сортам) = 1,14 т/га; НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,57 т/га											

Общая адаптивная способность брокколи различалась по гибридам: наибольший эффект отмечен у Монтоп, а наименьший – у Фиеста. Агроценозы гибридов нестабильны с проявлением дестабилизирующего эффекта вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (0,07-0,2).

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что значительно выше он был у гибрида Монтоп по сравнению с гибридом Фиеста – 23,4 против 4,91.

Культуры, входящие в группу корнеплодных растений, показали следующие результаты. Изменения биохимического комплекса растений столовой свёклы активизировали фотосинтетическую активность растений и обусловили повышение урожайности. Достоверная прибавка урожая отмечена в вариантах с использованием циркона, альбита и иммуноцитифита (Таблица 10).

Таблица 10 – Влияние предпосевной обработки регуляторами роста на урожайность растений корнеплодных культур (т/га)

Сорта	Варианты опыта											
	Контроль	Агат-25К	Альбит	Завязь	Иммуноцитифит	Крезацин	Нарцисс	Новосил	Перекись водорода	Циркон	Эпин экстра	НСР ₀₅
Столовая свёкла (2004-2018 гг.)												
Хавская (обработка семян)	33,4	34,8	37,4	36,7	37,8	33,3	28,9	32,2	35,7	39,3	34,0	3,5
Хавская (комплексная обработка)	33,3	42,7	42,2	31,1	43,8	34,9	35,4	35,6	41,9	38,8	37,0	3,3
НСР ₀₅ =1,14 т/га; НСР ₀₅ (по системам обработки)=0,80 т/га; НСР ₀₅ (по регуляторам)=0,32 т/га												
Морковь (2004-2018 гг.)												
Рогнеда	25,6	32,0	30,5	34,1	40,0	-	39,6	36,0	36,0	41,4	34,1	1,5
Нантская 4	37,5	45,5	39,0	33,7	50,8	-	35,8	48,0	31,7	35,7	33,7	3,2
Кантербюри	25,9	44,8	46,3	39,0	31,3	-	35,4	32,9	44,9	46,0	39,0	1,8
Карлена	35,4	51,2	45,2	40,1	48,3	-	35,7	37,8	50,1	45,4	40,1	1,4
Нарбоннэ	35,6	41,7	37,0	43,2	40,6	-	42,1	47,3	40,8	38,7	43,2	1,1
Канада	29,8	39,7	44,4	36,7	31,4	-	33,2	41,9	42,1	40,8	36,7	1,2
НСР ₀₅ (общее) = 1,24т/га; НСР ₀₅ (по сортам) = 0,42 т/га; НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,50 т/га												
Пастернак (2002-2018 гг.)												
Круглый	28,3	31,0	38,2	23,5	-	25,8	31,6	28,9	32,5	32,0	32,1	3,3
НСР ₀₅ = 3,32т/га												

Показатели качества продукции свёклы различались по вариантам опыта: превышение контроля по содержанию сухого вещества, сахаров и витамина С наблюдалось при обработке семян препаратами агат-25К, альбит, иммуноцитифит, крезацин, перекись водорода, новосил, циркон и эпин экстра.

Содержание нитратов в продукции снижалось при использовании агата-25К и крезацина, по остальным вариантам отмечалось превышение содержания нитратов в корнеплодах свеклы над контролем, но не превышало ПДК.

Комплексная обработка сорта Хавская (замачивание семян и опрыскивание растений в фазе 6-7 настоящих листьев регуляторами роста) увеличила площадь листьев при применении альбита, иммуноцитифита, новосила, циркона, крезацина и нарцисса. Эта обработка сорта Хавская регуляторами роста обусловила достоверную прибавку урожая корнеплодов при использовании агата-25К, альбита, иммуноцитифита, перекиси водорода, циркона и эпина экстра.

При оценке общей адаптивной способности разных систем обработки столовой свёклы регуляторами роста, отмечен лучший результат комплексной обработки по сравнению с обработкой семян. Агроенозы столовой свёклы при обеих системах обработки были относительно стабильны вследствие не очень большой вариации взаимодействия генотипа и среды – 5,62-5,72, при этом относительная стабильность генотипа выше при обработке семян столовой свёклы - 13,76%, а при комплексной обработке – ниже (10,91%).

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, свидетельствуют, что он был более высоким при комплексной обработке столовой свёклы регуляторами роста по сравнению с обработкой семян.

В опытах помимо учета площади листовой поверхности моркови проведены расчеты, позволяющие оценить «производительные свойства» листьев культуры. По сорту Рогнеда фотосинтетический потенциал посева (ФСП) повышается в соответствии с площадью листовой поверхности, но чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) по вариантам с применением агата-25К, альбита, иммуноцитифита и эпина экстра выше, чем в контроле. Это подтверждается расчетами продуктивности на основе площади листьев и накопления сухого вещества в товарной продукции. Показатель хозяйственной продуктивности также имел преимущество в последних указанных вариантах опыта.

Регуляторы роста при обработке ими семян овощных культур способствуют активизации биохимического комплекса растений и определяют рост урожайности. Максимальный эффект по сорту Рогнеда отмечен на вариантах с эпином экстра, цирконом, перекисью водорода, новосилом и крезацином; по сорту Нантская 4 – в вариантах с агатом-25К, крезацином и перекисью водорода; по гибриду Кантербюри – с агатом-25К, альбитом, цирконом и эпином экстра; по гибриду Карлена – с агатом-25К, альбитом, цирконом, крезацином и эпином экстра; по гибриду Нарбоннэ – с иммуноцитифитом и перекисью водорода; по гибриду Канада - с альбитом, перекисью водорода, цирконом и эпином экстра (Таблица 10).

Установлено увеличение содержания сухих веществ под действием регуляторов роста: агата-25К, альбита, крезацина, новосила (0,2-0,3%) – у сорта Рогнеда; крезацина, новосила, эпина экстра (0,3-0,7%) – у сорта Нантская 4; агата-25К, циркона (на 0,2-0,4%) – у гибрида Карлена. Более высокое содержание сахаров и витамина С установлено у сорта Рогнеда, а содержание каротина больше у сорта Нантская 4 (13,6-16,4 мг%). Содержание нитратов в продукции моркови не выходило за пределы ПДК ни по одному сорту или гибриду (40,5-60,5 мг/кг).

Общая адаптивная способность различалась по сортам и гибридам моркови: максимальный эффект получен у гибрида Карлена, а минимальный – у сорта Рогнеда. Дестабилизирующий эффект проявился у гибрида Канада вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (13,26). Агроеноз сорта Нантская 4 значительно стабильнее (41,97). Коэффициент нелинейности показал, что отклики всех агроэнозов моркови в опыте носят линейный характер.

Расчеты комплексного показателя общей адаптивной способности и стабильности генотипа свидетельствуют, что самым высоким он был у гибрида Нарбоннэ (28,9), а наименьшим – у гибрида Кантербюри (12,86).

В наших исследованиях впервые в регионе изучено действие регуляторов роста для обработки семян пастернака. Обработка семян пастернака регуляторами роста обусловила увеличение индекса листовой поверхности на вариантах с применением альбита на $0,54 \text{ м}^2/\text{м}^2$, нарцисса – на $0,24$, агата-25К и новосила – на $0,09 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Динамика фотосинтетического потенциала другая: максимум показателя отмечен при применении альбита и далее по нисходящей на вариантах с нарциссом, агатом-25К, новосилом. Чистая продуктивность фотосинтеза выше контрольного варианта при применении перекиси водорода, циркона, крезацина.

Действие регуляторов роста на пастернаке обеспечило разную урожайность культуры по вариантам. Достоверное превышение урожайности в опыте по сравнению с контролем отмечено при использовании альбита, нарцисса, перекиси водорода, циркона, эпина экстра (Таблица 10).

Регуляторы роста на пастернаке увеличили содержание сухого вещества, сахаров и витамина С по вариантам – агат-25К, гумат 7+, крезацин, нарцисс, перекись водорода, циркон. Незначительное увеличение содержания нитратов (на $2,4-14,0 \text{ мг/кг}$) не является существенным с учётом ПДК.

Применение регуляторов роста на растениях, входящих в группу плодовых овощных культур, дало следующие результаты. Применение изучаемых регуляторов роста для обработки семян способствовало достоверному увеличению урожайности томата по всем сортам, а межсортные различия обусловлены генетическими особенностями. Применение крезацина и циркона дало максимальный эффект по сортам Краса Воронежца и Кулон; альбита и циркона – по сорту Лунный; агата-25К и эпина экстра – по сорту Яхонт. Изучаемые препараты достоверно повышали урожайность томата (Таблица 11).

При оценке качества плодов томата сорта Краса Воронежца установлено, что динамика накопления сухих веществ под действием регуляторов роста изменялась незначительно, а содержание сахаров в плодах увеличилось на $0,5-0,9\%$, кислотность плодов незначительно снизилась, а содержание нитратов повысилось на $3,0-12,8 \text{ мг/кг}$, что не влияло на качество продукции. По сорту томата Кулон возросло содержание сухих веществ на $0,2-0,5\%$, сахаров – на $0,1-0,5\%$, витамина С – на $0,7-4,4 \text{ мг}\%$, но кислотность плодов снизилась на $0,03-0,09\%$. Обработка семян сортов Лунный и Яхонт регуляторами роста показала сходную с сортом Кулон динамику качества плодов.

Общая адаптивная способность разных сортов томата формировалась по-разному: максимальный эффект отмечен у сорта Лунный, а минимальный – у сорта Краса Воронежца, агроценоз которого был нестабилен вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды ($1,36$), у сорта Яхонт – стабильнее ($20,47$). Коэффициент нелинейности в опыте показал, что отклики всех агроценозов томата носят линейный характер.

Расчеты комплексного показателя, отражающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, свидетельствуют, что наибольшим он был у сорта Лунный ($8,77$), а наименьшим – у сорта Краса Воронежца ($8,11$).

Таблица 11 – Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста на продуктивность растений плодовых овощных культур (т/га)

Сорта	Варианты опыта - регуляторы роста										
	Регуляторы роста										
	Кон- троль	Агат- 25К	Аль- бит	Гумат 7+	За- вязь	Кре- зацин	Нарцисс	Ново- сил	Перекись водорода	Цир- кон	Эпин экстра
Томат (2005-2018 гг.)											
Краса Воро- нежа	18,0	24,1	24,3	-	-	24,9	-	-	18,9	24,4	23,3
Кулон	19,0	24,5	23,2	-	-	25,3	-	-	21,5	26,6	24,9
Лунный	25,6	29,3	30,3	-	-	27,4	-	-	28,6	31,1	28,1
Яхонт	22,4	28,3	25,5	-	-	24,2	-	-	27,6	26,8	28,9
НСР ₀₅ (общее) = 1,35 т/га; НСР ₀₅ (по сортам) = 0,13 т/га; НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,23 т/га											
Горох овощной (2005-2009, 2011-2017 гг.)											
Воронеж- ский зеленый	4,16	-	5,10	-	4,84	-	4,86	4,70	-	5,19	4,76
Хавский жемчуг	4,87	-	5,69	-	4,54	-	5,81	5,21	-	5,47	5,50
Юрга	4,57	-	5,36	-	4,89	-	5,10	5,14	-	5,38	5,10
НСР ₀₅ (общее) = 0,16 т/га; НСР ₀₅ (по сортам) = 0,06 т/га; НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,09 т/га											
Фасоль овощная (2005-2009, 2011-2017 гг.)											
Журавушка	3,71	-	4,04	-	3,90	-	4,10	4,63	-	4,47	4,67
Московская белая зеле- ностручная	3,10	-	4,16	-	3,56	-	4,13	4,11	-	4,12	4,04
Снежная ко- ролева	3,18	-	3,86	-	3,36	-	4,09	3,83	-	4,02	3,94
НСР ₀₅ (общее) = 0,17 т/га; НСР ₀₅ (по сортам) = 0,06 т/га; НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,10 т/га											
Бобы овощные (2005-2016 гг.)											
Русские чер- ные	2,73	-	-	3,25	2,85	-		2,94	-	3,19	2,89
Белорусские	2,45	-	-	2,94	2,63	-		2,62	-	3,02	2,61
НСР ₀₅ (общее) = 0,16 т/га; НСР ₀₅ (по сортам) = 0,06 т/га; НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,11 т/га											

Полевые эксперименты по влиянию обработки семян сортов овощного гороха регуляторами роста обусловили достоверную прибавку урожайности, максимальный эффект отмечен на вариантах с применением циркона и альбита; несколько меньший – при применении нарцисса и завязи и минимальный – на фоне обработки эпином экстра и новосилом (Таблица 11).

Содержание белка в зерне сорта Воронежский зеленый повышалось при применении новосила, эпина экстра, альбита и завязи; сахаров – в вариантах с использованием новосила, нарцисса, эпина экстра, циркона, альбита, завязи; витамина С – на всех вариантах, кроме циркона. Изучаемые нами регуляторы роста незначительно увеличивали накопление нитратов в продукции.

Показатели качества продукции у сорта Хавский жемчуг отличались большим варьированием, чем у сорта Воронежский зеленый: содержание белка больше в вариантах с применением новосила, эпина экстра и завязи; сахаров – при использовании новосила, нарцисса, эпина экстра и завязи; витамина С – в соответствии с динамикой содержания белка. Количество нитратов в зерне го-

роха увеличивалось незначительно, кроме варианта с использованием циркона. У сорта Юрга все препараты, за исключением нарцисса, способствовали увеличению содержания в зерне белка, сахаров и витамина С. Применение циркона, альбита, завязи приводило к снижению накопления нитратов в продукции.

Общая адаптивная способность максимальна у сорта Хавский жемчуг, а минимальная – у сорта Воронежский зеленый. Агроценоз сорта Юрга проявлял дестабилизирующий эффект, вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (0,78), а у сорта Хавский жемчуг был значительно стабильнее (5,80). Коэффициент нелинейности всех агроценозов гороха в опыте показал их линейный характер. Расчеты комплексного показателя общей адаптивной способности и стабильности генотипа свидетельствуют, что наивысшим он был у сорта Юрга – 36,67, а наименьшим – у сорта Хавский жемчуг – 12,05.

Полевые эксперименты с разными регуляторами роста и сортами фасоли овощной показали следующие результаты (Таблица 11).

Изучаемые регуляторы роста, кроме завязи, обеспечили достоверное повышение урожайности сорта Журавушка. Максимальный эффект получен при применении эпина экстра, циркона и новосила (урожайность по сравнению с контролем была выше на 0,76-0,96 т/га). Учет урожая сорта Московская белая зеленостручная показал аналогичные результаты, а по сорту Снежная королева максимальную прибавку обеспечило использование нарцисса, циркона и эпина экстра.

Показатели качества продукции фасоли различались по сортам: содержание белка по сорту Журавушка увеличивалось на всех вариантах, кроме нарцисса и альбита, а сахаров и витамина С на всех вариантах. Снижению накопления нитратов в зерне способствовало использование альбита, все остальные препараты обуславливали некоторое увеличение этого показателя, не выходящего за пределы ПДК.

Качество продукции на фоне регуляторов роста изменялось в зависимости от препарата. По сравнению с контролем содержание белка возросло по сорту Московская белая зеленостручная при использовании новосила, нарцисса и завязи, сахаров больше на всех вариантах, кроме альбита, а витамина С – на всех вариантах, кроме циркона и эпина экстра. Накопление нитратов в продукции увеличилось, но не превышало ПДК.

Анализ результатов качества продукции показывает некоторую консервативность генотипа по сорту Снежная королева. Содержание белка в зерне увеличилось от применения нарцисса (0,4%) и циркона (1,1%), в остальных вариантах наблюдалось снижение данного показателя. Содержание сахаров в зерне отмечалось выше, чем на контроле, на всех вариантах, кроме варианта с цирконом. Все препараты увеличили содержание витамина С в зерне. Накопление нитратов в зерне фасоли сорта подтверждает отмеченную выше закономерность.

Общая адаптивная способность сортов фасоли различалась по вариантам опыта: максимальный эффект отмечен у сорта Журавушка, а минимальный – у сорта Снежная королева. Агроценоз сорта Снежная королева проявлял дестабилизирующий эффект вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (0,98), а сорт Журавушка более стабилен (4,03). Коэффициент нелинейности показал, что отклики агроценозов Журавушка и Снежная королева

носят почти линейный характер, а у сорта Московская белая зеленостручная нелинейность возрастает под действием внешних факторов.

Расчеты комплексного показателя общей адаптивной способности и стабильности генотипа свидетельствуют о небольших различиях между сортами Журавушка и Снежная королева. Наименьший показатель отмечен у сорта Московская белая зеленостручная (11,49).

Результаты опытов по изучению влияния обработки семян овощных бобов различными препаратами различались по сортам. Динамика нарастания площади листовой поверхности у растений сорта Русские черные показала стимулирующее влияние препаратов на обменные процессы, привело к формированию большей, чем на контроле площади листьев с максимальной разницей от применения новосила и завязи (Таблица 11).

При этом использование завязи не привело к достоверному увеличению урожайности, а гумата 7+ обеспечило прибавку урожая 0,52 т/га, по площади листьев этот вариант не показал большого преимущества. На варианте с применением циркона отмечена меньшая разница с контролем по площади листьев, что указывает на сбалансированность процессов формирования органического вещества в целом и товарной продукции. На других вариантах получена достоверная прибавка урожайности бобов.

На сорте Белорусские все регуляторы роста способствовали получению достоверной прибавки урожайности, максимум получен с использованием циркона и гумата 7+, при применении завязи, новосила и эпина экстра прибавка урожайности была меньше.

Общая адаптивная способность сортов овощных бобов различалась по вариантам опыта: больший эффект отмечен у сорта Русские черные, а меньший – у сорта Белорусские. Агротенозы сортов проявляли дестабилизирующий эффект, вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (-0,04). Коэффициент нелинейности показал, что отклики агротенозов бобов в опыте носят линейный характер.

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что он был выше у сорта Русские черные по сравнению с сортом Белорусские – 15,27 против 13,48.

Нами были проведены эксперименты в открытом грунте по выяснению реакции различных зеленных культур на обработку семян регуляторами роста.

Из данных таблицы 12 видно, что все регуляторы роста на всех изучаемых сортах кориандра способствовали росту урожайности растений. Сорт Шико под влиянием циркона, перекиси водорода и агата-25К максимально повышал урожайность, а другие препараты проявили менее существенный эффект, хотя все препараты, использованные в опыте, обусловили доказанную разницу в приросте Урожайности к контролю. По сорту Бородинский альбит, агат-25К и эпин экстра существенно повысили урожайность растений; другие же препараты увеличивали урожайность в меньшей степени, но достоверно превысили контроль. По сорту Янтарь варианты с эпином экстра, альбитом и агатом-25К существенно повышали урожайность, а вариант с цирконом – не показал достоверной разницы с контролем.

Результаты эксперимента с горчицей салатной сорта Прима позволяют сформировать три группы вариантов по отклику на применение регуляторов

роста: максимальный эффект наблюдался при использовании циркона, средний – при использовании перекиси водорода и эпина экстра и минимальный, но с достоверной разницей с контролем – по препаратам альбит и агат-25 К. По сорту Волнушка, наоборот, максимальный эффект отмечался при использовании альбита и агата-25К, средний – на варианте с цирконом и минимальный, но с достоверным превышением контроля – по препаратам перекись водорода и эпин экстра (таблица 12).

Таблица 12 – Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста на продуктивность растений зеленных овощных культур, кг/м²

Сорта	Варианты опыта					
	Контроль	Агат-25К	Альбит	Перекись водорода	Циркон	Эпин экстра
Кориандр посевной (2006-2018 гг.)						
Шико	1,97	2,63	2,14	2,79	2,86	2,47
Бородинский	2,17	2,80	2,77	2,43	2,28	2,62
Янтарь	1,99	2,33	2,33	2,08	2,02	2,45
НСР ₀₅ (общее)=1,54 кг/м ² ; НСР ₀₅ (по сортам)=0,88 кг/м ² ; НСР ₀₅ (по регуляторам)=0,62 кг/м ²						
Горчица салатная (2006-2018 гг.)						
Прима	1,90	2,06	1,97	2,37	2,83	2,36
Волнушка	1,58	2,88	2,73	2,03	2,23	1,97
НСР ₀₅ (общее)= 0,86 кг/м ² ; НСР ₀₅ (по сортам)=0,22 т/га; НСР ₀₅ (по регуляторам)=0,42 кг/м ²						
Кресс-салат (2006-2017 гг.)						
Ажур	1,12	1,30	1,29	1,34	1,40	1,26
НСР ₀₅ = 0,05 кг/м ²						
Змееголовник молдавский (2006-2017 гг.)						
Архат	2,19	2,44	2,69	2,84	2,51	2,27
НСР ₀₅ = 0,04 кг/м ²						

По двум другим культурам (кресс-салат и змееголовник) применение регуляторов роста для обработки семян приводило к разным результатам в зависимости от генетических особенностей растений, состава и функций их биохимического комплекса. Максимальный эффект у кресс-салата получен при применении циркона, а у змееголовника – перекиси водорода. Кресс-салат показал меньший размах колебаний отклика культуры на использование различных регуляторов роста, чем змееголовник, а исследованные регуляторы роста обусловили достоверное превышение урожайности культур над контролем (Таблица 12).

В условиях открытого грунта максимальный эффект от обработки семян регуляторами роста отмечен при применении на горчице салатной по сорту Прима – циркона, по сорту Волнушка – альбита и агата-25К; на кориандре посевном по сорту Шико – циркона и перекиси водорода, по сорту Бородинский – альбита и агата-25К, по сорту Янтарь – эпина экстра; на кресс-салате – циркона; на змееголовнике – перекиси водорода.

При оценке общей адаптивной способности разных сортов горчицы отмечено практическое отсутствие эффекта. Агроценозы сортов горчицы сравнительно стабильны вследствие относительно высокой варiances взаимодействия генотипа и среды – 9,25-9,77. Коэффициент нелинейности показал, что отклики всех агроценозов горчицы в опыте носят линейный характер.

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, свидетельствуют, что высоким он был у сорта Прима (14,48), а меньшим у сорта Волнушка (7,94).

При оценке общей адаптивной способности сортов кориандра отмечен максимальный эффект у сорта Бородинский, а минимальный – у сорта Янтарь. Агроценоз сорта Янтарь был наименее стабилен вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (2,07), а агроценоз сорта Шико – более стабилен (7,67). Коэффициент нелинейности показал, что отклики всех агроценозов кориандра в опыте носят линейный характер.

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, свидетельствуют, что наибольшим он был у сорта Янтарь (15,44), а наименьшим у сорта Шико (5,11).

8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ОПТИМИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

Расчет экономической эффективности производился на основе составления технологических карт выращивания овощных культур при современных технологиях возделывания. Для оценки экономического эффекта приемов оптимизации функционирования агроценозов с овощными культурами взяты два варианта: контрольный и лучший из опытных. В качестве примера в таблицах 13-17 приведены расчеты по некоторым опытам.

Использование азотобактерина на скороспелом сорте томата (Волгоградский скороспелый 323) способствовало повышению урожайности томата, что при незначительном увеличении материально-денежных затрат приводило к увеличению чистого дохода с 1 га и росту рентабельности производства томата (Таблица 13).

Применение азотобактерина на капусте белокочанной обуславливало больший эффект, чем на других культурах, так как в качестве продуктивного органа используется кочан – вегетативное образование (Таблица 13). В соответствии с ростом урожайности повышаются и экономические показатели производства продукции: чистый доход с 1 га и уровень рентабельности производства капусты.

Применение сидерата способствовало повышению урожайности томата, что при увеличении суммы материально-денежных затрат приводило к улучшению экономических показателей выращивания продукции культуры. Использование сидерата способствовало увеличению суммы чистого дохода с 1 га и увеличению рентабельности производства продукции томата (Таблица 14).

При использовании сидерата на капусте белокочанной получен больший эффект по сравнению с другими культурами, по той же причине, что и в случае с применением азотобактерина, при этом сидерат выступает в качестве азотного удобрения после разложения заделанной в почву органической массы сидеральной культуры. При этом отмечен рост чистого дохода с 1 га и уровня рентабельности производства капусты белокочанной в опытном варианте (Таблица 14).

Таблица 13 – Экономическая эффективность производства томата сорта Волгоградский скороспелый 323 и капусты белокочанной сорта Харьковская зимняя при применении азотобактерина (в среднем за 1991-1997, 2005-2018 гг.)

Параметры	Томат		Капуста белокочанная	
	контроль	азотобактерин (одна обработка)	контроль	азотобактерин (одна обработка)
Площадь, га	10,0	10,0	10	10
Урожайность, т/га	30,6	35,2	40,9	50,1
Валовый сбор, т	306,0	352,0	409	501
Стоимость продукции с 1 га, руб.	91800	105600	143150	175350
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	56565,0	60440,4	115592,2	124430,1
Затраты труда на 1 га – всего, чел.-час.	242,9	278,2	159,3	174,8
Себестоимость 1 т., руб.	2977,1	1717,1	2826,2	2483,6
Чистый доход с 1га, руб.	35235,0	45160,0	27557,8	50919,9
Уровень рентабельности, %	62,3	74,7	23,8	40,9

Таблица 14 – Экономическая эффективность производства томата сорта Волгоградский скороспелый 323 и капусты белокочанной сорта Харьковская зимняя при применении сидерата (в среднем за 1994-1998, 2005-2018 гг.)

Параметры	Томат		Капуста белокочанная	
	контроль	сидерат	контроль	сидерат
Площадь, га	10,0	10,0	10	10
Урожайность, т/га	30,6	34,7	40,90	48,40
Валовый сбор, т	306,0	347,0	409	484
Стоимость продукции с 1 га, руб.	91800	104100	143150	169400
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	56565,0	60086,5	115592,2	124265,4
Затраты труда на 1 га – всего, чел.-час.	242,9	274,5	159,3	171,9
Себестоимость 1 т, руб.	2977,1	1731,6	2826,2	2567,5
Чистый доход с 1га, руб.	35235,0	44013,5	27557,8	45134,6
Уровень рентабельности, %	62,3	73,3	23,8	36,3

Применение регуляторов роста для обработки семян капусты белокочанной сорта Горлица способствовало повышению урожайности. Лучшим в этом случае был вариант с применением циркона, при этом увеличиваются материально-денежные затраты на производство продукции, но повышаются экономические показатели: растет чистый доход с 1 га и уровень рентабельности продукции (Таблица 15).

Экономическая эффективность применения регуляторов роста на моркови сорта Рогнеда увеличивалась. В качестве примера в расчетах принят регулятор роста – эпин экстра. Установлено, что при его использовании увеличивается урожайность, чистый доход с единицы площади и уровень рентабельности при одновременном снижении себестоимости продукции (Таблица 16).

Расчет экономической эффективности применения регуляторов роста для обработки семян томата сорта Кулон показал, что при этом улучшаются экономические показатели: увеличивается стоимость продукции, чистый доход и уровень рентабельности, при этом снижается себестоимость продукции (Таблица 17).

Таблица 15 – Экономическая эффективность производства белокочанной капусты сорта Горлица при предпосевной обработке семян регуляторами роста (в среднем за 2005-2017 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	контроль	циркон
Площадь, га	10	10
Урожайность, т/га	50,8	59,0
Валовый сбор, т	508	590
Стоимость продукции с 1 га, руб.	177800	206500
Материально денежные затраты на 1 га, руб.	116761,2	125479,3
Затраты труда на 1 га – всего, чел.-час.	175,9	189,7
Себестоимость 1 ц., руб.	2298,5	2126,8
Чистый доход с 1га, руб.	61038,8	81020,7
Уровень рентабельности, %	52,3	64,6

Таблица 16 – Экономическая эффективность производства моркови сорта Рогнеда при предпосевной обработке семян регуляторами роста (в среднем за 2004-2018 гг.)

Показатели	Варианты опыта	
	контроль	эпин экстра
Площадь, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	25,6	41,4
Валовый сбор, т/га	256,0	414,0
Материально-денежные затраты, руб.	2445227,2	2471094,3
Затраты труда на 1 га – всего, чел.-час	12,4	7,7
Себестоимость 1 т моркови, руб.	10638,1	6638,9
Стоимость продукции, руб.	3067200	4966800
Чистый доход с 1га, руб.	621972,8	2495705,7
Уровень рентабельности, %	25,4	101,0

Таблица 17 – Экономическая эффективность производства томата сорта Кулон при предпосевной обработке семян регуляторами роста (в среднем за 2005-2018 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	контроль	циркон
Площадь, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	19,0	26,6
Валовый сбор, т	190,0	266,0
Стоимость продукции с 1 га, руб.	66500	93100
Материально денежные затраты на 1 га, руб.	48288,7	54545,1
Затраты труда на 1 га – всего, чел.-час.	160,3	218,0
Себестоимость 1 т, руб.	2541,5	2050,6
Чистый доход с 1га, руб.	18211,3	38554,9
Уровень рентабельности, %	37,7	70,7

Таким образом, расчеты экономической эффективности различных приемов возделывания овощных культур подтверждают тот факт, что с ростом урожайности улучшаются экономические показатели возделывания овощных культур. Это наиболее выражено при использовании такого малозатратного приема, как применение регуляторов роста при предпосевной подготовке семян.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана технология конвейерного поступления продукции томата с применением стимулятора созревания – гидрела (этефона) с проведением однократной ручной уборки для сортов, не предназначенных для механизированной уборки, на основе формирования трехкомпонентной сортовой структуры. Для скороспелых сортов максимальный эффект получен при использовании дозы гидрела 1,3 кг/га д.в. в фазе 10-15 % зрелых плодов на участке и 2,0 кг/га д.в. в фазе 20-25% зрелых плодов на участке, для среднеспелых сортов – при использовании дозы гидрела 2,0 кг/га в фазе 10-15% и в фазе 20-25% зрелых плодов на участке, для позднеспелых сортов – 1,3 кг/га в фазе 10-15% зрелых плодов на участке с последующей сплошной уборкой урожая.

2. Установлено, что при размещении растений томата до 80 тысяч штук на 1 га обеспечило наибольшую урожайность при незначительном снижении массы стандартного плода. В большинстве случаев наибольшую продуктивность формировали агроценозы томата при схеме размещения (90+50) см.

Увеличение среднего междурядья с 70 до 90 см у нештамбовых сортов томата снижало в плодах содержание сухих веществ и сахаров, а у штамбовых сортов – увеличивало содержание сухого вещества, сахаров, витамина С и сахарокислотный индекс.

3. Четырехфакторный эксперимент, при существенном количестве вариантов, позволил получить достоверные данные на сортах томата разной спелости для определения системы формализованных уравнений по зависимости урожайности культуры от факторов, определяющих функционирование агроценоза для конвейерного поступления продукции томата на сортах, не предназначенных для однократной уборки с использованием стимуляторов созревания плодов.

4. Внесение промежуточной сидеральной культуры в почву способствовало интенсификации биологических процессов в почве, активизировало процессы формирования органического вещества, увеличило урожайность капусты белокочанной на 18,3%, а томатом на 12,5%. Применение сидерата сократило содержание нитратов в кочанах капусты до 368 мг/кг при содержании в контрольном варианте 531 мг/кг, повысило содержание сухих веществ на 0,70% у капусты и 0,66% у томата и сахаров – на 3,22% и 0,23% соответственно.

5. Применение азотобактерина снижало общую биогенность почвы на 16%, ингибировало активность основных групп микроорганизмов, снижая количество азотфиксаторов, азотобактера и нитрифицирующих бактерий. Коэффициент минерализации снижался под капустой белокочанной и огурцами, что указывает на увеличение трудно разлагаемого органического вещества под культурами. Относительный показатель биогенности снижался под капустой белокочанной и огурцами и увеличивался под томатом, что свидетельствует об увеличении общего количества трудно разлагаемой органики под первыми культурами и уменьшении под томатом.

Действие азотобактерина в овощных агроценозах динамично влияло на урожайность культур: сокращало период плодоотдачи огурца, что важно для рациональной организации производства при ступенчатых посевах последнего

и существенно повышало урожайность томата (на 15,4%) и капусты белокочанной (на 22,0%) по сравнению с контрольными вариантами.

Совместное применение сидератов и азотобактерина обеспечивало доказанный синергетический эффект: увеличение урожайности капусты белокочанной на 27,6, а томата – на 32,7%.

6. Для повышения урожайности овощных культур эффективна обработка биологически активными веществами: *цирконом* (0,5%) семян белокочанной капусты (Касатка, Горлица), цветной капусты (Винсон, Тетрис, Кортес), моркови (Рогнеда), томата (Лунный, Кулон), овощного гороха (Воронежский зеленый, Хавский жемчуг, Юрга), овощных бобов (Белорусские), кориандра (Шико), горчицы листовой (Прима), кресс-салата (Ажур); *перекисью водорода* (0,3%) – семян белокочанной капусты (Горлица) и змеголовника (Архат); *иммуноцитифитом* (10^{-6}) – семян брокколи (Фиеста, Монтоп), столовой свеклы (Хавская); *альбитом* (0,4%) – семян моркови (Кантербюри, Канада), пастернака (Круглый), овощного гороха (Воронежский зеленый, Хавский жемчуг, Юрга), овощной фасоли (Московская белая зеленостручная), кориандра (Янтарь); *агатом 25К*(0,1%) – семян моркови (Карлена), кориандра (Бородинский, Янтарь), горчицы листовой (Волнушка); *новосилом* (0,1%) – семян моркови (Нантская 4, Нарбоннэ), овощной фасоли (Журавушка); *гуматом 7+* (0,05%) – семян цветной капусты (Винсон, Тетрис, Кортес), овощных бобов (Русские черные); *эпином экстра* (0,08%) – семян томата (Яхонт); крезацином (0,2%) – семян томата (Краса Воронежца); нарциссом (0,25%) – семян овощной фасоли (Снежная королева).

7. При расчетах комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, установлено, что наибольший результат отмечен у белокочанной капусты сорта Горлица (30,26), у цветной капусты гибрида Кортес (24,26), у брокколи гибрида Монтоп (23,4), моркови гибрида Нарбоннэ (28,9), томата сорта Лунный (18,77), гороха овощного сорта Юрга (36,67), у овощной фасоли сорта Журавушка (25,19), у овощных бобов сорта Русские черные (15,27), у горчицы листовой сорта Прима (14,48), у кориандра посевного сорта Янтарь(15,44).

8. Расчеты экономической эффективности по выполненным экспериментам с овощными культурами показали, что в опытных вариантах увеличивался чистый доход по сравнению с контролем, отмечался рост уровня рентабельности на 12,0-74,5% в зависимости от культуры, сорта и изучаемого приема.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Промежуточную сидеральную культуру (*вико-овсяная смесь – 2 млн.+1,5 млн. семян на 1 га*) целесообразно применять весной (с заделкой массы в почву под посадку основной культуры) при выращивании рассадных культур томата и позднеспелой капусты, а также огурца для повышения общей биологической активности почвы, увеличения урожайности культур и улучшения качества получаемой продукции.

2. Азотобактерин (*Azotobacter vinelandii*) рекомендуется применять на посевах поздней белокочанной капусты и томата по 150 л/га в фазе развитой рас-

сады и спустя 30 дней для увеличения урожайности и снижения накопления нитратов в продукции.

3. Предлагается технология конвейерного поступления продукции томата салатных сортов на основе трехкомпонентной сортовой структуры диапазона урожайности с применением стимулятора созревания плодов гидрела (этефона) нормой до 1,0-1,3 л/га и одноразовой ручной уборки конвейерного типа.

4. Для повышения урожайности эффективна обработка **цирконом** (0,5%) семян белокочанной капусты сорта (Касатка, Горлица), цветной капусты (Винсон, Тетрис, Кортес), моркови (Рогнеда), томата (Лунный, Кулон), овощного гороха (Воронежский зеленый, Хавский жемчуг, Юрга), овощных бобов (Белорусские), кориандра (Шико), горчицы листовой (Прима), кресс-салата (Ажур); **перекисью водорода** (0,3%) – семян белокочанной капусты (Горлица) и змееголовника (Архат); **иммуноцитифитом** (10^{-6}) – семян брокколи (Фиеста, Монтон), столовой свеклы (Хавская); **альбитом** (0,4%) – семян моркови (Кантербюри, Канада), пастернака (Круглый), овощного гороха (Воронежский зеленый, Хавский жемчуг, Юрга), овощной фасоли (Московская белая зеленостручная), кориандра (Янтарь); **агатом 25К**(0,1%) – семян моркови (Карлена), кориандра (Бородинский, Янтарь), горчицы листовой (Волнушка); **новосилом** (0,1%) – семян моркови (Нантская 4, Нарбоннэ), овощной фасоли (Журавушка); **гуматом 7+** (0,05%) – семян цветной капусты (Винсон, Тетрис, Кортес), овощных бобов (Русские черные); **эпином экстра** (0,08%) – семян томата (Яхонт); **крезацином** (0,2%) – семян томата (Краса Воронежца); **нарциссом** (0,25%) – семян овощной фасоли (Снежная королева).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Дальнейшая разработка темы диссертации планируется по следующим направлениям:

1) Аллелопатическое и биохимическое взаимодействие между компонентами овощных агроценозов с сорным компонентом, начиная с прорастания семян и до начала уборки;

2) Динамика ризосферного комплекса микроорганизмов и выявление закономерностей изменения его структуры при взаимодействии с агроценозами овощных культур, приемами биологизации и биологически активными веществами, регулируемыми рост и развитие растений;

3) Действие современных регуляторов роста растений, имеющих сходство с природными фитогормонами, на процессы роста и развития новых сортов и гибридов овощных культур;

4) Дальнейшая разработка принципов использования новых сидеральных культур в овощных севооборотах для создания системы постоянного роста почвенного плодородия – базовой основы повышения продуктивности агроценозов, показателей качества и экологической безопасности получаемой продукции, увеличения разнообразия биологических ресурсов в агроландшафтах.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

СТАТЬИ В ИЗДАНИЯХ ВАК РФ

1. Мухортов С.Я. Реакция разных корнеплодных растений на применение регуляторов роста / С.Я. Мухортов, М.А. Салимов, А.В. Королев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – №3. – С. 12-14.
2. Мухортов С.Я. Состояние и продуктивность агроценоза пастернака при применении регуляторов роста / С.Я. Мухортов, М.А. Салимов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – №1-2. – С. 31-34.
3. Мухортов С.Я. Влияние фитогормонов на рост, развитие и продуктивность столовой моркови / С.Я. Мухортов, А.В. Королев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – №4. – С. 52-56.
4. Мухортов С.Я. Действие фитогормонов в посевах бобов овощных / С.Я. Мухортов, А.О. Кузнецов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1. – С.30-33.
5. Мухортов С.Я. Динамика адаптивной способности агроценозов томата при применении регуляторов роста / С.Я. Мухортов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. XXXX. – №1. – С. 217-220.
6. Мухортов С.Я. Динамика адаптивных свойств агроценозов капусты цветной при применении фитогормонов / С.Я. Мухортов, А.О. Кузнецов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1. – С. 21-24.
7. Мухортов С.Я. Оценка адаптивных возможностей агроценозов при использовании регуляторов роста / С.Я. Мухортов, Ю.С. Микулина, Н.В. Стазаева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. – №3. – С.47-55.
8. Адаптивные свойства агроценозов при применении фитогормонов / С.Я. Мухортов, Ю.С. Микулина, Н.В. Стазаева, П.Н. Воробьев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – №2. – С. 66-73.
9. Мухортов С.Я. Оценка генотипов горчицы салатной при применении регуляторов роста / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016. – Т. XXXXVIII. – С. 241-245.
10. Мухортов С.Я. Селекционная ценность генотипов кориандра посевного при изменении среды / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова, Ю.С. Микулина // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016. – Т. XXXXVIII. – С. 245-250.
11. Мухортов С.Я. Возможности применения этиленпродуцентов в агроценозах / С.Я. Мухортов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 50. – С. 214-218.
12. Урожайность томата при применении регулятора роста «Энергия-М» / Р.Г. Ноздрачева, Н.Ю. Петров, Е.В. Калмыкова, С.Я. Мухортов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – №3. – С. 43-49.

13. Мухортов С.Я. Перспективы использования биопрепаратов для увеличения продуктивности агроценозов / С.Я. Мухортов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 51. – С. 282-287.

14. Мухортов С.Я. Функционирование агроценоза кориандра посевного при изменении агротехнического комплекса / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3. – С. 32-37.

15. Мухортов С.Я. Динамика агроценозов горчицы салатной при направленном изменении технологии выращивания / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. – 2020. – №1 (58). – С. 26-32.

16. Мухортов С.Я. Оценка адаптивного потенциала томата Электрон. ресурс / С.Я. Мухортов // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: <http://agroecoinfo.ru/СТАТУИ/2021/6/st606.pdf>.

МОНОГРАФИИ

1. Мухортов С.Я. Регуляторы роста в овощеводстве Центрально-Черноземного региона России (теория и практика применения) / С.Я. Мухортов. – Воронеж: ВГАУ, 2013. – 159 с.

2. Мухортов С.Я. Научные основы оптимизации агроценозов с овощными культурами в ЦЧР России / С.Я. Мухортов. – Воронеж: ВГАУ, 2015. – 375 с.

СТАТЬИ, ИЗДАВАННЫЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ

1. Мухортов С.Я. О методике рационального планирования эксперимента / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Методика исследований и вариационная статистика в научном плодоводстве: сборник докладов междунауч.-метод. конф. / Мичуринский ГАУ. – Мичуринск, 1998. – Т.1. – С. 48-50.

2. Мухортов С.Я. Фитоценотическое взаимодействие овощных и сорных растений на начальных этапах формирования агроценозов / С.Я. Мухортов // Проблемы сельскохозяйственного производства в изменяющихся экономических и экологических условиях: мат-лы междунауч.-практ. конф., посвящ. 25-летию Смоленского с.-х. института / Смоленский СХИ. – Смоленск, 1999. – Ч. II. – Раздел 2. – С.272-274.

3. Мухортов С.Я. Управление продукционным процессом в овощных агроценозах / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Проблемы сельскохозяйственного производства в изменяющихся экономических и экологических условиях: мат-лы междунауч.-практ. конф., посвящ. 25-летию Смоленского с.-х. института / Смоленский СХИ. – Смоленск, 1999. – Ч. II. – Раздел 2. – С. 276-277.

4. Мухортов С.Я. Многофакторные эксперименты: постановка, интерпретация, анализ / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы: сб. науч. тр. междунауч. юбилейной науч.-практ.

конф., посвящ. 70-летию образования Мичуринского государственного аграрного университета / Мичуринский ГАУ. – Мичуринск, 2001. – Т. 3. – С. 51-56.

5. Мухортов С.Я. Агрометеорологические условия формирования продуктивности агрофитоценозов томата / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства: мат-лы межд. науч.-практ. конф. / Пензенская ГСХА. – Пенза, 2002. – Т.1. – С. 52-54.

6. Мухортов С.Я. Роль метеорологического блока агроэкосистемы в динамике воздействия биологически активных веществ на агроценоз капусты белокочанной / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства: мат-лы межд. науч.-практ. конф. / Пензенская ГСХА. – Пенза, 2002. – Т.1. – С. 230-232.

7. Мухортов С.Я. Метеорологические условия как определяющий фактор воздействия биологически активных веществ на агроценоз овощной культуры / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // И.В. Мичурин и агротехнические аспекты производства плодов и овощей на современном этапе: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию со дня рождения Великого преобразователя природы И.В. Мичурина / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2005. – С. 147-152.

8. Мухортов С.Я. Микробиологические процессы в почве под агроценозом огурца при использовании биологически активных веществ / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // И.В. Мичурин и агротехнические аспекты производства плодов и овощей на современном этапе: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию со дня рождения Великого преобразователя природы И.В. Мичурина / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2005. – С.165-170.

9. Мухортов С.Я. Проведение многофакторных экспериментов в овощеводстве / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // И.В. Мичурин и агротехнические аспекты производства плодов и овощей на современном этапе: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию со дня рождения Великого преобразователя природы И.В. Мичурина / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2005. – С. 181-186.

10. Мухортов С.Я. Влияние БАВ на конечный выход плодоносных семенников пастернака / С.Я. Мухортов, М.А. Салимов // И.В. Мичурин и агротехнические аспекты производства плодов и овощей на современном этапе: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию со дня рождения Великого преобразователя природы И.В. Мичурина / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2005. – С. 170-173.

11. Мухортов С.Я. Влияние современных БАВ на продуктивность пастернака / С.Я. Мухортов, М.А. Салимов // И.В. Мичурин и агротехнические аспекты производства плодов и овощей на современном этапе: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию со дня рождения Великого преобразователя природы И.В. Мичурина / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2005. – С. 173-178.

12. Мухортов С.Я. Влияние современных БАВ на урожайность цветной капусты и капусты брокколи / С.Я. Мухортов, А.О. Кузнецов // И.В. Мичурин и агротехнические аспекты производства плодов и овощей на современном этапе: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию со дня рождения Великого

преобразователя природы И.В. Мичурина / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2005. – С. 178-181.

13. Мухортов С.Я. Метеорологические условия и биологически активные вещества в агроценозе овощной культуры / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Современное состояние и перспективы развития овощеводства и картофелеводства: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию создания ГНУ Западно-Сибирская опытная станция ВНИИО / ЗСОС ВНИИО. – Барнаул, 2007. – С. 405-410.

14. Мухортов С.Я. Действие сидератов в агробиоценозах с овощными растениями / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции: мат-лы межд. науч.-практ. конф. / Мичуринский ГАУ. – Мичуринск-научоград РФ, 2007. – Т.1. – С. 180-185.

15. Мухортов С.Я. Метеорологические условия и биологически активные вещества в агроценозе овощной культуры / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции: мат-лы межд. науч.-практ. конф. / Мичуринский ГАУ. – Мичуринск-научоград РФ, 2007. –Т.1. – С. 185-189.

16. Мухортов С.Я. Регулирование функционирования овощных агроценозов при использовании БАВ / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции: мат-лы межд. научно-практической конф. / Мичуринский ГАУ. – Мичуринск-научоград РФ, 2007. – Т.1. – С. 189-195.

17. Мухортов С.Я. Применение регуляторов роста на разных сортах гороха овощного / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству к 80-летию основания ГНУ ВНИИО / ГНУ ВНИИО. – Москва, 2011. – С. 334-338.

18. Мухортов С.Я. Регуляторы роста на зеленных культурах в пленочной теплице / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова, И.Б. Тихомирова // Агротехнологии XXI века: концепции устойчивого развития: мат-лы межд. конф., посвящ. 100-летию кафедры ботаники, защиты растений, биохимии и микробиологии / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2014. – С. 117-120.

19. Мухортов С.Я. Регуляторы роста на столовой свекле / С.Я. Мухортов // Агротехнологии XXI века: концепции устойчивого развития: мат-лы межд. конф., посвящ. 100-летию кафедры ботаники, защиты растений, биохимии и микробиологии / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2014. – С. 121-126.

20. Mukhortov S.Ya. Dynamics of adaptive properties of the agrocenosis cabbage in the application of phytohormones (Динамика адаптивных свойств агроценозов капусты белокочанной при применении фитогормонов) / S.Ya. Mukhortov (С.Я. Мухортов) // European Conference in Innovations in Technical and Natural Sciences. Proceedings of the 4th International scientific conference (October 10, 2014). «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. - Vienna (Austria), 2014. – P. 150-155.

21. Мухортов С.Я. Динамика адаптивной способности агроценозов томата при применении регуляторов роста / С.Я. Мухортов // Инновационные аспекты агроэкологии в повышении продуктивности растений и качества продукции: мат-лы межд. науч.-практ. конф. – Москва, 2014. – С. 112-115.
22. Мухортов С.Я. Регуляторы роста растений на моркови в лесостепи ЦЧР / С.Я. Мухортов // Коняевские чтения: межд. науч.-практ. конф. / Уральский ГАУ. – Екатеринбург, 2013. – С. 313-316.
23. Мухортов С.Я. Эффективность применения фитогормонов на посевах столовой свеклы в ЦЧР / С.Я. Мухортов, Р.Г. Ноздрачева // Коняевские чтения: межд. науч.-практ. конф. / Уральский ГАУ. – Екатеринбург, 2013. – С. 317-320.
24. Мухортов С.Я. Действие фитогормонов на адаптивную способность агроценозов томата / С.Я. Мухортов // 21 век: фундаментальная наука и технологии: мат-лы V межд. науч.-практ. конф. – North Charleston, USA, 2014. – Т. 3. – С. 111-114.
25. Мухортов С.Я. Влияние фитогормонов на рост, развитие и продуктивность столовой моркови / С.Я. Мухортов, О.С. Пономарева // Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки: мат-лы V межд. науч.-практ. конф. – North Charleston, USA, 2015. – Т. 2. – С. 111-113.
26. Мухортов С.Я. Влияние регуляторов роста на агроценозы столовой свеклы / С.Я. Мухортов, О.С. Пономарева // Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки: мат-лы V межд. науч.-практ. конф. – North Charleston, USA, 2015. – Том 2. – С. 114-116.
27. Мухортов С.Я. Сортовая реакция кориандра посевного на применение регуляторов роста / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Основы повышения продуктивности агроценозов: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. памяти известных ученых И.А. Муромцева и А.С. Татаринцева / Мичуринский ГАУ. – Мичуринск-научоград РФ, 2015. – С. 129-132.
28. Мухортов С.Я. Эффективность применения регуляторов роста на горчице посевной / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Основы повышения продуктивности агроценозов: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. памяти известных ученых И.А. Муромцева и А.С. Татаринцева / Мичуринский ГАУ. – Мичуринск-научоград РФ, 2015. – С. 132-136.
29. Мухортов С.Я. Регуляторы роста на горчице листовой / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Коняевские чтения: мат-лы V Юбилейной межд. науч.-практ. конф. / Уральский ГАУ. – Екатеринбург, 2016. – С. 216-218.
30. Мухортов С.Я. Продуктивность горчицы листовой при изменении схем размещения растений / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Актуальные вопросы садоводства ЦЧР в современных условиях: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения Салманова А.С. / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2017. – С. 79-86.
31. Мухортов С.Я. Семенная и товарная продуктивность кориандра посевного при изменении площади питания / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Актуальные вопросы садоводства ЦЧР в современных условиях: мат-лы межд.

науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения Салманова А.С. / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2017. – С. 118-124.

32. Мухортов С.Я. Оптимизация овощных агробиоценозов в Центральном Черноземье России / С.Я. Мухортов // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 105-летию ВГАУ / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2017. – Ч. 2. – С.112-119.

33. Мухортов С.Я. Действие этиленпродуцентов на томате в лесостепи ЦЧР / С.Я. Мухортов // Актуальные проблемы современной России и пути их решения: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 105-летию факультета агрономии, агрохимии и экологии / Воронежский ГАУ. – Воронеж: ВГАУ, 2018. – Ч. 2. – С.110-113.

34. Мухортов С.Я. Биологическое разнообразие агробиоценоза как фактор повышения продуктивности томата / С.Я. Мухортов // Мат-лы Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения С.И. Леонтьева / Омский ГАУ. – Омск, 2019. – С. 377-381.

35. Мухортов С.Я. Использование сидератов как фактора увеличения продуктивности томата / С.Я. Мухортов // Актуальные проблемы и современные тенденции развития садоводства России: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 115-летию со дня рождения Венямина А.Н. / Воронежский ГАУ. – Воронеж: ВГАУ, 2019. – С.134-140.

36. Мухортов С.Я. Статистические зависимости урожая семян кориандра и технологических параметров возделывания / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Актуальные проблемы и современные тенденции развития садоводства России: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 115-летию со дня рождения Венямина А.Н. / Воронежский ГАУ. – Воронеж: ВГАУ, 2019. – С. 178-183.

37. Мухортов С.Я. Изменение гидротермических условий на территории Воронежского ГАУ в конце XX – начале XXI века / С.Я. Мухортов // Актуальные проблемы и современные тенденции развития садоводства России: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 115-летию со дня рождения Венямина А.Н. / Воронежский ГАУ. – Воронеж: ВГАУ, 2019. – С. 129-134.

38. Мухортов С.Я. Динамика адаптивной способности агроценозов горчицы салатной при применении регуляторов роста / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2019. – № 1. – С. 11-14.

39. Мухортов С.Я. Пути создания устойчивых ценозов с овощными культурами в ЦЧР / С.Я. Мухортов // Келлеровские чтения: мат-лы национальной (с международным участием) науч.-практ. конф., посвящ. 145-летию со дня рождения Б.А. Келлера и 130-летию со дня рождения Б.М. Козо-Полянского (Россия, Воронеж, 28-29 апреля 2020 года) / Воронежский ГАУ. – Воронеж: ВГАУ, 2020. – С.109-116.

**Кроме этого, статьи в сборниках трудов и других изданиях –
82 наименования.**