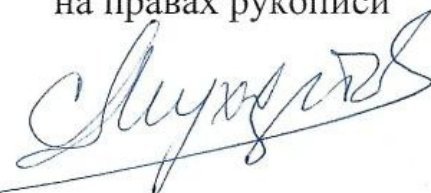


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

на правах рукописи



Мухортов Сергей Яковлевич

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ОВОЩНЫХ
АГРОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ЦЧР**

Специальность 03.02.14 – биологические ресурсы

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант доктор
сельскохозяйственных наук,
профессор Ноздрачева Р.Г.

ВОРОНЕЖ – 2022

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И АКТИВИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ	15
2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	60
2.1 Место проведения исследований	60
2.2 Характеристика почвенного покрова	60
2.3 Метеорологические условия в годы проведения исследований	61
2.4 Методики, использованные при проведении исследований	74
3 ОПТИМИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ	79
3.1 Динамика доступных форм элементов питания, биологической активности почвы и площади листьев при использовании гидрела (этефона) на овощных культурах	79
3.2 Применение гидрела на овощных культурах с целью увеличения товарной продуктивности овощных агроценозов	84
4 ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ РАЗМЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ АГРОЦЕНОЗОВ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР	93
4.1 Влияние схем размещения овощных культур на формирование доступных форм элементов минерального питания агроценозов	93
4.2 Динамика площади листовой поверхности овощных культур и биологической активности почвы агроценозов	96
4.3 Влияние схем размещения растений овощных культур на продуктивность агроценозов	100
4.4 Формирование показателей качества продукции овощных агроценозов при разных схемах посадки и густоте стояния растений ...	101
4.5 Современные возможности планирования эксперимента с овощными агроценозами	103

5 РОЛЬ СИДЕРАЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ В ОПТИМИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ	136
5.1 Роль сидеральных растений в формировании экологической устойчивости овощных агроценозов	136
5.2 Использование сидеральных удобрений в активизации почвенно-биологического фактора овощных агроценозов	138
5.3 Эффективность использования сидерации в формировании устойчивости и продуктивности агроценозов овощных культур	143
6 БИОЛОГИЗАЦИЯ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ КАК ФАКТОР РЕГУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В АГРОЛАНДШАФТАХ	155
6.1 Биологизация агроэкосистем – ведущий фактор биологической устойчивости и экологической безопасности агроценозов овощных культур	155
6.2 Использование факторов биологизации в обеспечении условий формирования овощных агроценозов	164
6.3 Применение приемов биологизации с целью увеличения продуктивности овощных агроценозов	184
7 ПРОДУКТИВНОСТЬ И АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗАХ	191
7.1 Возможности регулирования функционального состояния агроценозов	191
7.2 Применение регуляторов роста на капустных культурах	200
7.2.1 Динамика адаптивных свойств агроценозов капусты белокочанной	201
7.2.2 Динамика адаптивных свойств агроценозов капусты цветной	213
7.2.3 Динамика адаптивных свойств агроценозов брокколи	218
7.3 Применение регуляторов роста на корнеплодных культурах	223
7.3.1 Динамика адаптивных свойств агроценозов столовой свёклы	223
7.3.2 Динамика адаптивных свойств агроценозов моркови	234
7.3.3 Динамика адаптивных свойств агроценозов пастернака	245

7.4 Применение регуляторов роста на плодовых овощных культурах	247
7.4.1 Динамика адаптивных свойств агроценозов томата	247
7.4.2 Динамика адаптивных свойств агроценозов гороха овощного	252
7.4.3 Динамика адаптивных свойств агроценозов фасоли овощной	257
7.4.4 Динамика адаптивных свойств агроценозов бобов овощных	262
7.5 Динамика адаптивных свойств агроценозов зеленных культур	266
8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ОПТИМИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ	276
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	293
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	296
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ	298
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	299
ПРИЛОЖЕНИЯ	364

ВВЕДЕНИЕ

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 [156? 159], 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 [178], то устойчивость – свойство, присущее системе в целом [424], 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 целями, но для сортов, предназначенных для механизированной уборки [15, 21, 71, 93, 208, 209, 495, 496, 527]. 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 [295, 296, 297, 298, 362].

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 [299, 304].

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 [73, 122], набором трофических ресурсов [428], пространственной неоднородностью [427].

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 [16, 139, 170, 213, 282, 364, 456, 457, 458, 469, 477]. 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* Lipm. [125, 269, 325, 326, 429, 453, 454, 455].

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 [202, 364, 394]. На овощных культурах применяли только *Az. chroococcum* и не применяли *Az. Vinelandii*, хотя действие последнего на овощные агроценозы оказалось весьма эффективным [303, 305, 306, 307, 310, 311].

В результате обработки семян регуляторами роста и витаминами образуются более мощные проростки, а появившиеся всходы раньше включаются в процесс фотосинтеза [92, 132, 169, 185, 186, 187]. Это влияет на рост и развитие овощных культур, накопление сырой массы, увеличивает количество листьев и

индекс листовой поверхности и повышает урожайность [37, 38, 47, 54, 79, 121, 126, 145, 150, 151, 152, 153, 186, 187, 188, 251, 293, 468]. 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) [127, 128, 129, 130, 131].

Биологизация овощных агробиоценозов является одним из факторов регулирования биологических ресурсов агроэкосистем. Поэтому приемы её изучались в разных регионах и, в частности, применение сидератов [227, 228], 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 многосборовой 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, формировании 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 vinelandii* в регулировании биологических ресурсов, состава комплекса почвенных микроорганизмов, ингибирования 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 архитектуры 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 сортовой 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 агроце-

нозов, 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 Воронежа, Яхонт), крезацина (Краса Воронежа, 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 363 страницах компьютерного текста, содержит 182 таблицы, 42 рисунка, приложений 19. 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 его 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

Понятие «агробиоценоз» у нас в стране оформилось к концу первой трети 20-го столетия в связи с задачей разработки показателей при районировании территории страны в отношении сельскохозяйственных вредителей и болезней. Тогда были проведены комплексные исследования пшеничных полей и рядом расположенных целинных и залежных участков. Полученные данные дали возможность оценить пшеничные посевы как сообщества со своеобразной и устойчивой фауной беспозвоночных при выраженном доминировании нескольких видов [27]. А отсюда Бей-Биенко [28] сделал вывод, что «посевы каждой сельскохозяйственной культуры представляют собой своеобразные искусственные биоценозы, характеризующиеся строго выраженным комплексом обитателей из числа представителей животного царства». В последующем он же определял полевые сообщества как «вторичные или культурные биоценозы», или «агробиоценозы», причем подразумевая под этим каждое поле, посев, огород [29, 30, 351, 382]. В дальнейшем уже использовался и сокращенный вариант – «агроценоз» [31, 32, 33, 103, 114]. Гродзинский [105] же предложил рассматривать агробиоценоз как систему взаимодействия компонентов единой системы: фитоценоза, зооценоза, микроценоза, экотопа, что в общем не противоречит приведенным выше определениям.

В дальнейшем биоценологические исследования были продолжены в условиях освоения целины в Казахстане в середине 20-го века. И там было отмечено, что формирование агроценозов происходило за счет выживших местных видов фауны при значительном сокращении видового разнообразия, но при значительном возрастании их численности, особенно фитофагов [30, 111]. В дальнейшем происходило обогащение видового состава агроценозов как за счет видов сорных растений, так и беспозвоночных [110]. При этом агробиоценоз можно характеризовать как осколок первичных биоценозов [29], в котором, в частности, сорная

растительность формируется за счет местной флоры, включая запасы сеgetальной растительности на целине [110].

Дальнейшие исследования, и не только на освоенных целинных землях, но и на европейской территории страны, подтвердили то мнение, что агроценозы нельзя рассматривать изолированно от естественных биоценозов. И отсюда следует логический вывод, что у агробиоценозов не выявлено принципиальных различий в структуре по сравнению с природными биоценозами [112]. Но следует отметить, что сукцессионные процессы в биоценозах на распаханых землях протекают значительно быстрее.

Результаты изучения динамики агроценозов на старопахотных землях не менее интересны. Правда, имеет смысл разделить, по мнению Григорьевой Т.Г. [113, 114], агроценозы монокультуры и агроценозы, формирующиеся на полях севооборота. В первом случае естественная сукцессия протекает не прерываясь, и соответственно этому формируются механизмы регуляции процессов, что выражается в увеличении видового разнообразия, снижении общей численности видов. Во втором же случае естественная сукцессия ежегодно прерывается, формирование механизмов регуляции замедлено, и агробиоценоз носит черты посева на новых землях, но при определенном влиянии оседлого комплекса микроорганизмов, флоры и фауны старопахотных земель [114].

Следует отметить, что среди агробиоценозов второго типа можно выделить группы: слабoreгулирующиеся сообщества (поля с пропашными культурами, в том числе и овощные) и почти самoreгулирующиеся (поля с многолетними травами, особенно при использовании многокомпонентных смесей).

Термин «агрофитоценоз» появился у геоботаников, когда при изучении сорно-полевой растительности ее стали воспринимать вместе с культурными растениями как растительные сообщества [190, 464]. Но изучение сорно-полевой растительности носило характер описания видового состава сорной растительности [87, 254, 256, 498].

Человек создает благоприятные условия для выращивания культурных растений, но одновременно на пахотных землях создаются и благоприятные условия

для многих видов сегетальной растительности. При этом человек постоянно борется с последней, пытаясь, если не уничтожить совсем, то уменьшить до минимума ее видовой и количественный состав. По итогу этого сделать никак не удастся: как только ослабляется «антропогенный пресс», происходит своеобразная «качественная и количественная вспышка» этой растительности. Это связано с тем, что развитие сорно-полевой растительности происходит по своим законам и влияние человека почти не оказывает какого-либо действия на это. Например, определено, что динамика сегетальной растительности связана с ритмикой погодных явлений [82]. Кстати и культурные растения, являясь живыми организмами, растут и развиваются по законам живой природы, а не благодаря человеку [156, 177].

Существуют два термина – «экосистема» и «биогеоценоз», сущность которых выражается одной формулой: «биоценоз + биотоп». Но, тем не менее, это понятия различные: «экосистема» акцентирует внимание на взаимодействии организмов и среды их обитания, что обуславливает формирование биологических систем разного типа и размера, с разной степенью целостности, гомеостаза и круговорота вещества. Поэтому под экосистемой понимают «неопределенную по объему и неоднозначную по содержанию систему» [380]. Биогеоценоз же – понятие территориальное и связано с единицей растительного покрова – фитоценозом, границы которого и служат границами биогеоценоза [463]. Фитоценоз, в свою очередь, также неоднороден и имеет синузальную структуру [466], где синузии представляют собой пространственно и экологически обобщенную часть фитоценоза [250]. Таким образом, биогеоценоз состоит из биоценоза и биотопа; первый, в свою очередь, включает в себя фитоценоз, зооценоз и микробоценоз, а второй – включает климатоп и эдафотоп.

В связи с вышесказанным, отметим, что экосистема – это система вещества и потоков энергии [383], а биогеоценоз – система элементов, связанных функциональными связями, создающими самокорректирующуюся систему, для поддержания которой не требуется внешнего управления [178]. И различия между этими объектами основываются на завершенности процессов саморегуляции и самоорганизации. В принципе, биогеоценоз – это целостная экосистема с полным био-

геохимическим круговоротом вещества. Но, с другой стороны, не каждая экосистема – целостный биогеоценоз [178].

То же самое можно сказать и о соотношении терминов агроэкосистема и агробиеоценоз (агробиеогеоценоз): под агроэкосистемой понимают и теплицу, и поле, и ферму, и земли всего хозяйства, а агробиеоценозом называют только полевое сообщество, приуроченное к какому-либо участку земли.

Кроме того, по мнению В.Н.Сукачева [465], биоценоз – это еще и «определенный тип обмена веществом и энергией», правда, он не конкретизировал это положение.

Поступательное развитие биогеоценоза во времени называют сукцессией [285]. В то же время еще В.Н.Сукачев [462] отмечал в качестве одного из главных свойств сообщества его стремление к развитию наибольшей фитомассы, к созданию наиболее устойчивого сообщества. В этой связи целостность биогеоценоза растет по мере его движения от начальных этапов к конечной стадии сукцессии.

Изучение видовой структуры полевых сообществ в Татарии показало, что на полях озимой ржи сорняки были представлены видами, из которых 83,8% произрастали и на полях других культур, а в посевах яровых общих видов сорняков было 93%. То есть видовой состав сегетальной растительности определяется на всех полях запасом в почве элементов размножения сорняков, что является функцией почвенно-климатических условий региона выращивания. При этом отмечается некоторая корректировка групповой структуры сорняков в зависимости от временной технологии выращивания культуры, что определяется коэволюцией сегетальной растительности.

Сейчас под агрофитоценозом рассматривается «многолетнее явление, объединяющее или все фазы севооборота на однородном в экологическом отношении поле, или много поколений монокультуры» [280]; ротация – оборот культур за ряд лет на одном и том же поле или участке [117, 274, 279]. В данном случае отмечается экотопическая сопряженность культурных и сорных видов растений с доминированием первых, а также эдификаторная роль ежегодно высеваемой сельскохозяйственной культуры. Но конкурентные отношения между культурными рас-

тениями и сорняками в агроценозах острее [178], чем в дикой природе вследствие и меньшего числа экологических ниш (из-за большей выровненности почвенных условий), и того, что все они близки по жизненным стратегиям (культурные виды и большинство видов сорняков отнесены к эксплерентам) [273], а также аллелопатических взаимовлияний друг на друга. Одум Ю. [384] показал, что аллелопатические выделения растений оказывают существенное влияние на структуру сообщества, а Уиттекер Р. [488] считал аллелопатические воздействия основой организации растительных сообществ. Работнов Т.А. [407, 408] считает, что аллелопатическое взаимодействие возможно и у видов эволюционно не сопряженных. И для большинства наземных растительных сообществ отмечена существенная роль аллелопатических взаимодействий в формировании их видовой и пространственной структур [38, 222, 504, 626].

Аллелопатия участвует во всех формах взаимодействия растений – от прямого химического воздействия только что выделенными веществами (колинами) на соседей до средообразующего влияния культурных растений благодаря сохранению колинов в почве [115, 116, 183]. Например, в известном явлении «почвоутомления» одним из факторов действия выступает аллелопатия [105, 375, 392]. Одум Ю. [383] отнес аллелопатию к сверхсильной конкуренции [489]. Отсюда аллелопатическая активность культур определяет их способность к противодействию сегетальной растительности, причем некоторые культуры способны угнетать сорняки и косвенно, и непосредственно в силу аллелопатического воздействия [116].

Аллелопатические взаимодействия относятся к трансабиотическим взаимоотношениям между растениями [406, 465] и определяют взаимодействие не только соседних растений. Таким образом, аллелопатию можно представить как явление биогеоценотического порядка [178]. И в самом деле, эволюция организмов, слагающих биоценозы, происходила сопряженно, виды неустойчивые к метаболитам других элементов биоценоза (в силу обстоятельств, получивших преимущество) вытеснялись из его состава, в результате чего слагались «аллелопатически гомеостатичные системы». В то же время существуют системы, где аллело-

патическое взаимодействие видов является основой, на которой базируется гомеостаз системы [406].

По мнению Зубкова А.Ф. [178, 180], малоисследованные области, играющие значительную роль в раскрытии механизмов функционирования агробиоценозов и путей управления последними, – это, во-первых, роль сорной растительности в продукционном процессе и круговороте веществ в агроценозах, во-вторых, роль сегетальной растительности в защите почв от эрозии и как регулятора численности вредителей и болезней, в-третьих, сукцессионные изменения сорной растительности в агробиоценозах в условиях интенсивного земледелия.

В связи с проблемой управления функционированием агробиогеоценозов возникает вопрос о соотносимости их с биогеоценозами, чтобы в случае подобия можно было использовать информацию о взаимодействии структурных элементов последних для создания системы управления первыми или в случае отсутствия подобия изучать агробиогеоценозы как оригинальные экологические системы с характерной для них структурой и системой взаимодействия элементов, составляющих систему.

По мнению Одума Ю. [385], агроэкосистемы – это «одомашненные экосистемы», занимающие положение между природными экосистемами, такими как леса, луга, и искусственными, такими как города. Харт Р. [493] также делает заключение, что «агроэкосистемы обладают теми же свойствами, что и естественные экологические структуры». Главными отличительными чертами агроэкосистем являются уменьшение видового разнообразия и поступление дополнительной энергии в них [394]. Наши ученые главным отличительным свойством агробиоценозов считают степень саморегуляции биоценологических процессов, включая биогеохимический круговорот вещества, то есть агробиоценозы характеризуются пониженной способностью саморегуляции идущих в них процессов [97, 98, 99, 167, 451, 460, 481] при тенденции усиления ее по мере старения ценоза [111]. В целом биотические комплексы организмов, создающиеся на посевах культурных растений, подчиняются, как и первичные природные ценозы, общим закономерностям развития [99,100]. Специфичность же агробиоценозов состоит в том, что

они постоянно поддерживаются на начальных стадиях сукцессии, имеют упрощенную структуру и незамкнутые циклы круговорота вещества [605].

В то же время «элементы саморегуляции в агробиоценозе отчетливо выступают, если под таковым понимать не ценоз отдельного поля или культуры, а биоценоз всего севооборота с пограничными и внутренними участками естественной растительности. В таком агробиоценозе наряду с биохимическим «вертикальным круговоротом веществ», регулируемым человеком в значительной степени, присутствует круговорот горизонтальный – происходит перемещение межпопуляционных комплексов вслед за движением по территории соответствующего фитоценоза» [171, 172]. Это же отмечал и Марков М.В. [255]: «...все агрофитоценозы, входящие в состав одного севооборота, тесно связаны друг с другом в единой полевой агросистеме». И сейчас возникает понимание сложности системной организации агробиоценозов, где «человек существенно влияет лишь на отдельные звенья, а вся система продолжает развиваться по естественным природным законам» [501].

Основным интегративным свойством биогеоценоза является саморегуляция идущих в нем биогеохимических процессов. Количественных параметров для характеристики этого явления нет и поэтому предпочитают давать оценку, используя характеристики соподчиненных свойств, одним из которых является стабильность. Хотя в научной литературе чаще используется термин «устойчивость», но все-таки понятия «устойчивость» и «стабильность» имеют разное толкование: первое свойство относится к интегративным качествам биогеоценозов (в том числе и агробиоценозов), а второе – ближе к тем свойствам системы, которые слагаются из свойств элементов системы. Таким образом, говорить об устойчивости можно только в отношении агробиоценоза и характеризовать при этом его можно только качественными оценками, а обосновывая степень его стабильности уже можно опираться на количественные показатели стабильности элементов агробиоценоза, совокупность которых и будет характеристикой стабильности последнего. При этом стабильность биогеоценоза можно охарактеризовать степенью колебания относительно нормы какой-либо экосистемной характеристики: биологи-

ческого разнообразия, потоков вещества и энергии, полноты круговорота вещества. Например, Пиментел Д. [393] полагает, что продуктивность пахотных земель варьирует значительно меньше, чем таковая диких сообществ. И если судить по такой характеристике, как продуктивность, то полевые ценозы различных культур весьма разнородны, но агробиоценоз в масштабе полевого севооборота более или менее стабилен при относительно высоком флористическом разнообразии и характеризуется часто большей продуктивностью в сравнении с первичными биогеоценозами [178]. При этом более продуктивные экосистемы обладают лучшей способностью противостоять изменениям внешних условий [11], то есть отличаются большей стабильностью.

Но как раз в стабильности агробиоценозу и отказывают многие экологи [167]. При этом акцентируются смена по воле человека возделываемой культуры на конкретном поле и периодические всплески численности вредных организмов на полях сельскохозяйственных культур. Что касается первого обстоятельства, то следует учитывать то, что ценоз конкретного поля – это не монокультура в истинном смысле, а сообщество, в котором насчитывается не один десяток видов, при том, что сорные растения считаются достаточно устойчивым компонентом посевов [60, 249]. К тому же по ценологическим параметрам современные посевы и (к примеру) посевы в средние века принципиально не отличаются, то есть состав сегетальной растительности более или менее постоянен [483, 485, 487]. Камышев Н.С. [191] приводит данные по Центральному Черноземью, где по числу видов (321 вид) полевые агроценозы уступают только лесным фитоценозам, превосходя степные и луговые. Поэтому видовое разнообразие целостных агробиоценозов естественно богаче видового разнообразия агроценозов отдельных полей, а при наличии в нем бобовых культур и многолетних трав приближается к первичным местным биогеоценозам. То есть смена возделываемой культуры на отдельном поле – это изменение только одного вида в структуре биоценоза и, может быть, некоторые изменения в трофических цепях, не затрагивающие саму структуру последних и не сопровождающиеся качественными изменениями потоков вещества и энергии, а также круговорота веществ.

Понятие стабильность сообщества воспринимается как устойчивость и наоборот. Одум Ю. [384] различает «резистентную» устойчивость (стабильность), то есть «способность экосистемы противостоять нарушениям, поддерживая неизменной свою структуру и функцию», и «упругую» устойчивость (стабильность), то есть «способность системы восстанавливаться после того, как структура и функция были нарушены». И экосистеме трудно развивать оба типа устойчивости [384], что верно для первичных биогеоценозов. Агробиоценоз, по мнению Зубкова А.Ф. [178], можно отнести к экосистемам, в которых проявляются оба типа стабильности: первый тип – на уровне цельного агробиоценоза, второй тип – на уровне агроценозов полей, входящих в данный агробиоценоз. Целостный агробиоценоз, функционирующий на территории всего полевого севооборота, может обладать высокой резистентной стабильностью (устойчивостью), то есть удивительной способностью десятилетиями (за счет внутренних механизмов) противостоять нарушениям, устраиваемым человеком на полях, прежде чем перейти в новое относительно стабильное состояние до очередной смены системы земледелия. Агроценозы каждого отдельного поля восстанавливаются ежегодно заново благодаря «упругой» устойчивости за счет сохранившихся осколков предшествующего агроценоза (почвенная фауна и флора и семена сорных растений сохраняются в значительной степени) и за счет соседних агроценозов, потому что пульсация границ агробиогеоценоза значительно выше, чем у первичных биогеоценозов (последнее – реакция на антропогенное воздействие) [88, 178].

Подобная система устойчивости хорошо вписывается в концепцию иерархической устойчивости биологических сообществ; неустойчивость отдельного блока стабилизируется блоком, расположенным иерархически выше, который определяет общее состояние низших [427]. Об этом же пишет Василевич В.И. [60]: луговые ассоциации «могут быть устойчивы, хотя неустойчивы сообщества, которые их образуют. Может происходить непрерывная смена одних сообществ другими, находящимися в рамках одной ассоциации». Как это похоже на агробиогеоценоз с постоянно обновляющимися агроценозами полей, входящих в него. То есть ежегодное нарушение агроценозов полей – это своеобразный механизм раз-

вития экосистемы, имеющий аналогии (а может быть и закономерности) в первичных биогеоценозах.

Зависимость стабильности сообщества от сложности его строения, от степени разнообразия по видовому составу, от степени сложности структуры трофических связей [428] оказывается не столь однозначна. Так, Заварзин Г.А. [162] показал, что стабильность микробного сообщества не растет с увеличением числа связей между видами, а падает. Василевич В.И. [70] считает, что высокое видовое разнообразие не определяет еще высокую продуктивность и устойчивость растительных сообществ, так как процесс видообразования отнюдь не направлен на создание рационально устроенных растительных сообществ и лишние виды часто полностью из сообществ не исключаются. Особенно показательна работа May R. [580], где показано, что более сложные сообщества менее стабильны. А Гиляров А.М. [97], основываясь на теории информации, предположил, что для образования относительно устойчивого сообщества достаточно 20-30 видов.

По поводу видового разнообразия агробиогеоценозов было сказано ранее, а также известны примеры, когда относительно спокойная фитосанитарная обстановка продолжительное время остается на полевых культурах в Нечерноземье [143, 121], Западной Сибири [177]. Конечно же, здесь определяющую роль играют антропогенные факторы, но, тем не менее, агробиогеоценозы в большинстве случаев выглядят устойчивее, чем природные биогеоценозы [177]. А в целом биоценоз поддерживается антагонистическими отношениями, сдерживающими рост популяций, а не координационными связями внутри него [178, 481].

У сорных растений различаются более дробные типы стратегий, чем у насекомых. Если там выделяют к- и г-стратегии, то здесь выделяют «виоленты», «патиенты» и «эксплеренты» [273, 405, 413]. К тому же, как замечает Василевич В.И. [70], каждый вид в какой-то мере обладает всеми тремя свойствами, а культурные растения вследствие покровительства человека в значительной степени их утратили. Одум Ю. [383] считает, что существует некоторый оптимум разнообразия, определяемый наличием источников легкодоступной энергии. Так, посевы сельскохозяйственных культур Федоров В.Д. и Гильманов Т.Г. [489] относят к экоси-

стемам с достаточно низким биотическим разнообразием, но они получают большую добавочную энергию (легкодоступные питательные вещества) и вследствие этого достаточно устойчивы.

Даже Р. [122] приводит так называемый первый биотический принцип Тинемана: «... чем более уклоняются жизненные условия биотопа от нормальных и оптимальных для большинства организмов, тем беднее видами биоценоз, ... тем в большем числе особей представлены в нем отдельные виды». Схожие закономерности были выявлены и у полевых агроценозов [114], но не у агробиоценозов, так как в последнем случае говорить о серьезном стрессовом воздействии некорректно [178]. К тому же, Одум Ю. [384] замечает, что в старых сообществах (к которым он относит и сельскохозяйственные экосистемы), существующих в стабильной физической среде, видовое разнообразие может вновь снижаться. Об этом же говорил и Гиляров М.С. [99], сравнивая агробиоценозы с климаксовыми биогеоценозами, отличающимися обедненным видовым составом.

Таким образом, можно констатировать, что «целостный агробиоценоз не менее стабилен, не менее устойчив и, следовательно, не менее саморегулируем, чем первичные биогеоценозы, если не принимать за таковой агроценоз отдельного поля» [178]. Агробиоценозы поддерживают устойчивое состояние в условиях добавочной энергии, вносимой человеком, без которой они обычно быстро естественно сукцессируют в соответствии с природно-климатическими условиями региона произрастания.

В свое время Богданов А.А. [40] сформулировал принцип организованности, подразумевая под ним приобретение новых свойств у целого по сравнению с суммой свойств его частей. Характеризуя организованность в приложении к биогеоценозам, Василевич В.И. [70] пишет, что «наиболее целесообразно рассматривать организованность как ограничения, наложенные на варьирование системы, любых ее параметров. Такие ограничения с неизбежностью приводят к увеличению упорядоченности и, в конечном счете, к уменьшению числа связей между элементами системы, но эти связи становятся более прочными, менее случайными, роль каждой из них в структуре и функционировании системы повышается.

Таким образом, организованность необходимым образом связана с упорядоченностью». Выделяют три условия целостной системы:

- 1) наличие определенных связей между ее элементами [70];
- 2) возникновение новых свойств [36, 70];
- 3) наличие определенной полноты, замкнутости ее функциональных циклов [36].

Но основным признаком целостности биоценологических систем считается наличие обратных связей между организмами [69, 70]. И при усилении их (или усложнении), как например «при переходе от растительного сообщества к экосистеме целостность повышается» [70]. В то же время сообщество обладает высокой целостностью, если один или несколько видов эдификаторов в значительной степени контролирует флористический состав и жизнеспособность видов, а отсюда и их обилие [70]. (Как не провести аналогию с агроценозом). Отсюда биогеоценоз – целостная система с точки зрения круговорота вещества и энергии – относительно автономен и пространственно обособлен [239].

Функциональная организация биогеоценозов отвечает за биологический круговорот вещества, состоит из структуры взаимоотношений экосистемных элементов и включает внутренние структурные образования, в которых происходит круговорот [252]. И, по мнению Викторова Г.А. [78], существо биоценоза заключается в связях и взаимозависимостях организмов, то есть прежде всего в организации целей и циклов питания последних.

Пространственная структура экосистем организуется в основном под влиянием внешней среды и часто слабо выражена в условиях однородного рельефа. У агробиогеоценозов она определяется еще и факторами землепользования [178].

Основным фактором, под действием которого биогеоценозы как системы организуются функционально, является поток свободной солнечной энергии [390]. При этом осуществляется функционирование данной системы, заключающееся не только в биохимическом круговороте вещества, но и в средообразующей деятельности организмов. Преобразование среды растительными и животными организмами ведет к смене видового состава населения – идут сукцессионные

процессы: проявляется временная организация экосистем и при этом совершенствуется функциональная структура экосистемы [178].

По Беклемишеву К.В. [33] биоценозы относятся к самоорганизующимся системам, которые могут приспосабливаться к заранее неизвестным воздействиям путем постоянного обновления элементов и обновления взаимодействий между ними: все время идет процесс разрушения одних взаимоотношений и замена другими – идет постоянная сукцессия [466].

Источником саморегуляции биогеоценоза по Шмальгаузену И.И. [514] служит межвидовая борьба за существование. «Организованность и есть взаимодействие» [435]. Результирующим является круговорот вещества, сопровождаемый передачей энергии и ее превращением [465]. Отсюда для функционирования биогеоценоза нет необходимости в координирующем центре, а модифицирующее управление идет от Солнца, то есть извне. И с возрастанием упорядоченности системы за счет энерго-информационного взаимодействия между элементами растет и ее организованность. В агроэкосистемах, куда поступает добавочная антропогенная энергия, процессы самоорганизации должны идти быстрее и в условиях адекватного земледелия они могут оказаться организационно выше упорядоченными, нежели первичные травяные биоценозы [178]. То есть биоценозу (и агробиоценозу в том числе) свойственно подвижное равновесие (в отличие от устойчивого равновесия, характерного для организма), определяемое внешними условиями.

В то же время, рассматривая структуру изучения взаимодействия разных компонентов агробиоценоза, можно отметить, что у агрофитоценологов почти нет работ по оценке вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур [83]. Это отмечали и другие авторы [88, 89, 275], когда писали о необходимости разработки пороговых значений засоренности полей в связи с применением гербицидов. В то же время за рубежом ученые давно занимаются оценками взаимодействия между растениями в культурных экосистемах [267].

По заключению многих ученых в агроценозах разложение органики протекает интенсивнее, чем в природных экосистемах [94, 378, 529], особенно в усло-

виях высокопродуктивного полеводства. Поэтому и круговорот вещества в агроэкосистемах идет намного быстрее [606]. С внесением под посевы больших доз минеральных удобрений, изменяющих реакцию почвенных растворов, увеличивается роль абиогенного круговорота вещества в агроценозах [397].

Но, с другой стороны, уместно привести мнение Вернадского В.И. [75] о том, что все без исключения геохимические функции живого вещества в биосфере могут быть выполнены простейшими одноклеточными организмами. Превалирующая роль микробного населения почвы в разложении органических остатков показана многими исследователями как в природных, так и полевых экосистемах. То есть деятельность земледельца не приводит к катастрофическому изменению деструктивной функции редуцентов полевых агроэкосистем.

Кроме того, в агроценозе существует гомеостатический механизм, поддерживающий определенный уровень полной первичной продукции: понижение продуктивности пшеницы приводит к повышению биомассы сорняков [480]. Доля сорняков в общей фитомассе на полях зерновых культур редко снижается ниже 10% [426].

В целом, можно констатировать, что «молодой» агроценоз – это экосистема, существующая в переходном режиме, для которой характерны постоянные перестройки и несбалансированный биологический круговорот [480]. Культивируемые поля – это экосистемы с упрощенной структурой, искусственно удерживаемые на начальных стадиях сукцессии, когда продукция сильно превышает деструкцию при незамкнутых циклах круговорота вещества [605,606] и дефицита углерода [608]. Отдельные агроценозы, особенно на небольших полях, не являются обособленными целостными образованиями. Они составляют целостный биогеоценоз, а при наличии севооборота благодаря внесению по схеме очередности удобрений образуют и сбалансированный круговорот вещества на площади, значительно превышающей одно поле [176].

У сорных растений проявляется дополнительное свойство – их масса существенно колеблется по полям и звеньям севооборота. То есть наблюдающаяся дифференциация биомассы сегетальной растительности по посевам определяется

в равной мере территориальным (экотопическим) фактором и видом возделываемой культуры (антропогенным фактором).

Миркин Б.М. с сотрудниками отмечают, что флористический состав засорителей под разными культурами ярового типа не имеет какой-либо специфики и состав сорных видов обусловлен в основном почвенно-климатическими факторами [276, 277]. Пашенной растительности континуум присущ еще в большей мере, чем «естественной», что обусловлено достаточно стабильным в средней полосе страны банком семян сеgetальных растений в почве севооборотной системы.

Зубковым А.Ф. [178] были получены прямые экспериментальные свидетельства функционирования на территории севооборота единого биогеоценоза, включающего сезонные агроценозы полей и экотоны. Гетеротрофы и диаспоры сорняков на этой территории в значительной мере перемешиваются, образуя весной физиологически различные агроценозы. На площади севооборота поддерживались гомеостатичность фитобиомассы, баланс элементов питания в почве, общность по хищным видам и парцеллярность по культурам, фитофагам и отчасти по сорной растительности. Данная агроэкосистема ранга биогеоценоза может функционировать бесконечно долго в условиях модифицирующих агрофакторов благодаря добавочному агробиологическому круговороту биотических и абиотических элементов, ротации культур и внесению удобрений.

Наибольший интерес с практической стороны вызывает оценка вредоносности сорных растений, тогда как влияние культуры на состояние сеgetальной растительности представляет пока интерес с теоретических позиций взаимоотношений растений в агроценозах. Преобладают экспертные оценки роли сорняков в определении ими урожайности сельскохозяйственных культур [197].

В принципе нет возможности в условиях поля получить значения продуктивности растений вне конкуренции сорняков и, следовательно, невозможно оперировать с «потерями» в учетных выборках. В связи с последним, оценку вредоносности целесообразнее все-таки выражать функцией урожайности (y) по признаку обилия вредного объекта (x).

Понятия «индекс конкуренции» и «коэффициент устойчивости культуры» [387, 537, 538] недостаточно точно отражают биологический смысл ущерба, причиняемого сорной растительностью, так как последнее – это результат глубоких изменений в продукционном процессе культуры за время всей вегетации, что остается не прослеженным [83]. В настоящее время под конкуренцией понимается не активная борьба одних особей с другими (за исключением особо острого аллелопатического влияния отдельных видов), а пассивное состязание их при совместном произрастании за факторы жизни – воду, элементы минерального питания и свет [81, 136].

Такому «мягкому» понятию конкуренции за ресурсы среды соответствует распространенный в зарубежной литературе термин «интерференция». А «острые» факторы конкуренции (антибиоз, аллелопатия) часто классифицируются самостоятельными типами взаимодействий между растениями [269].

Поскольку интерференция между культурными и сорными растениями по-разному отражается на урожайности культуры в различных условиях увлажнения и агротехники, требуется выразить эту характеристику в относительных величинах от потенциальной (без сорняков) урожайности культуры. Наиболее удобным показателем вредоносности сорняков может служить относительный коэффициент вредоносности ($B\%$) одного вида или совокупности видов сорной растительности, который характеризует снижение потенциальной урожайности на единицу засоренности – это или численность, или проективное покрытие, или масса сорных растений [166, 175]. Но эти показатели сорной растительности неодинаково удобны при проведении полевых учетов. Так, в ранний период вегетации сельскохозяйственных культур засоренность посевов удобнее выразить числом сорных растений на единице площади, в середине вегетации культуры – проективным покрытием поверхности почвы, позднее – биомассой на единице площади [224, 387].

Представляется, что в нормальных климатических условиях на фоне общей закономерности – максимизации биомассы на единице площади, когда фитомасса засоренного посева больше чистого, сообщество культурных растений может без снижения продуктивности выдерживать довольно заметное присутствие сорняков

на поле. Падение урожая при этом должно нарастать медленно (если, конечно, сорняки не обладают сильным аллелопатическим действием).

Почти во всех опубликованных работах по оценке вредоносности сорняков отсутствует такой важный методический прием, как элиминирование свойства сорняков расти гуще там, где первоначально было меньше культурных растений, называемого «пассивной избирательностью сорняками мест произрастания свободных от культурных растений». Там, где меньше появится всходов культурных растений, уровень засоренности будет выше, особенно поздними видами сорной растительности. В то же время урожайность культуры обычно положительно коррелирует с начальной густотой стояния растений. И поэтому заранее можно ожидать более низкий урожай в связи с изначальной разреженностью всходов культурных растений на участках, которые позже сильнее зарастают сорняками. В эксперименте с разной естественной или создаваемой плотностью сорняков довольно трудно соблюсти требования равной на всех участках или модельных площадках первоначальной густоты стояния культуры. При обработке цифровых данных необходимо учитывать это обстоятельство, так как при «прямом» сопоставлении урожайности и степени засоренности оценки вреда от сорняков в большинстве случаев будут завышены [178].

Помимо этого, следует обратить внимание на одно редко рассматриваемое обстоятельство. Число растений сорняков на полях в первый период вегетации культуры часто намного превышает густоту стояния культурных растений (в 1,5-3 раза) [181], но затем сегетальная растительность изреживается сильнее, чем возделываемый вид. Однако на территории целостного агробиогеоценоза культурные виды уступают сегетальной растительности классификационный признак эдификатора [178].

Эволюция биогеоценоза протекает путем постепенных сукцессионных изменений и крупных структурных перестроек. Когда структурная организация биоценоза завершается, у него остается только путь медленной сукцессионной эволюции. В связи с последним следует отметить, что рост продуктивности агроэкосистем, достигший в 60-х годах XX столетия 20 процентов [395] в период

научно-технической «зеленой революции», вызвавшей коренную перестройку агроценозов, к 90-м годам практически прекратился.

Признание наличия «антропогенной сукцессии» первичных экосистем, вызванной хозяйственной деятельностью человека [422], дает основание считать сукцессией и изменения агробиогеоценозов во времени, в процессе землепользования. Еще «более эволюционными» можно считать экоэндогенетические сукцессии (изменения экосистем под влиянием внутренней жизнедеятельности организмов путем преобразования среды обитания), в наличии которых нельзя отказать агробиогеоценозам.

Уместно привести замечание Райкила Э. [409]: «... мы часто забываем, что сельскохозяйственные культуры выращивает не фермер, а природа. Фермер лишь облегчает им рост, он стремится так управлять системой, чтобы естественные экологические процессы «работали» на продуктивность сельскохозяйственного производства». И еще – «полное управление экологической системой невозможно», хотя последнее верно только для открытого грунта и частично – для защищенного.

Существуют различные понятия, характеризующие воздействия на объекты, в том числе и их системы. Так, регуляция обычно представляется как двустороннее действие – воздействие с обратной связью, саморегуляция – внутрисистемная регуляция процессов относительно определенного уровня, а управление – внешнее одностороннее воздействие на систему, либо поддерживающие ее гомеостаз, либо переводящее биосистему на другой уровень. Что касается управления, то под этим понимается «воздействие на объект, выбранное на основании имеющейся информации из множества воздействий, улучшающее функционирование или развитие данного объекта в соответствии с заранее поставленной целью» [40].

Человек не регулирует агробиоценоз, а только путем проведения в основном агротехнических мероприятий его модифицирует в рамках саморегуляционных его возможностей. Во всяком случае, доля регулирующего влияния человека невелика. Иными словами, человек может управлять агробиоценозом в пределах

ресурсов самоподдержания последнего. В противном случае агробиогеоценоз будет разрушен.

К усилению эдификаторной роли полевых культур в подавлении сорняков призывали Воробьев Н.Е. [85, 86, 88, 89, 517]. Регулирование нормы высева семян и способ размещения растений рассматривается как средство оптимизации на уровне сообщества при одновидовом посеве [265]. Здесь уместно привести одну из рекомендаций новой науки синергетики: главное в управлении не сила, а правильное воздействие, хотя бы и слабое [193].

Среди основных задач агробиоценологии Гродзинский А.М. [115] видел задачу нахождения таких посевов, которые были бы гармонично сочетаемы с комплексом живых существ и абиотическими факторами. Эти посевы легче всего поддерживать и они меньше разрушают природу. Севооборот полевых культур – как чередование их во времени и пространстве – вынужденная мера, продиктованная опытом и знаниями человека.

Севооборот остается наиболее адаптированным фактором земледелия, так как поддерживает непрерывность экосистемных процессов в целостном агробиогеоценозе, которые в агроценозах отдельных полей ежегодно прерываются. Последнее ведет к разрегулированию биоценоза, деградации почвы и т.п., что и имеет место в отсутствие сбалансированного полевого севооборота.

Сейчас стало очевидным, что сложноорганизованным системам нельзя навязывать пути их развития, нужно способствовать их собственным тенденциям развития [48, 49, 118, 193].

Управление агроэкосистемами, к чему стремится человек, можно осуществить в будущем только на основе познанных закономерностей экосистемного развития, а не благодаря социальным установкам. Другое дело, когда социальная обстановка может способствовать выработке экологизированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и даже специальных мер экологического управления.

В экологической перспективе – агроэкосистемы будут гармонически связаны с природными экосистемами [385]. Этому способствуют такие мероприятия,

как увеличение разнообразия культур в севооборотах, снижение объема обработок пестицидами с широким спектром действия, приемы минимальной обработки почвы, выращивание смешанных посевов, распространение так называемого органического (биологического, альтернативного) земледелия. Теоретически очевидно, что наличие любых естественных самоорганизующихся процессов ведет к уменьшению затрат энергии и средств на искусственные средства регуляции извне [385]. Биологические системы, созданные человеком (агроценозы), достигают высокой продуктивности и стабильности на основе оптимального сочетания живых компонентов биогеоценоза [505], на уровне (нужно добавить) целого севооборота [178].

Гарантами устойчивости фитосанитарной обстановки служили и будут служить севообороты (особенно в отношении болезней), агротехника (особенно в отношении вредителей и сорняков) и устойчивые сорта.

Человек должен не противодействовать естественным силам, определяющим функционирование агроэкосистем, а использовать их в своих интересах. Такой подход экономически более выгоден, чем попытки полного уничтожения того или иного вредного вида [505]. Выгодней снизить роль сорняков до безопасного уровня, чем уничтожить, так как избавление от сорных растений – задача практически невыполнимая [116, 485]. Следует иметь в виду, что сорняки снижают эрозию почвы и создают благоприятный аллелопатический режим почвы, являются резерватом питательных веществ, улавливателем быстро вымываемых азотных удобрений [278]. Сорняки становятся союзниками [385], а некоторые виды даже стимулируют рост культурных растений [156]. По мере улучшения агротехники происходит ослабление ценотической роли сорняков в агроценозах [487]. Считается, что эволюция сегетальных растений шла в направлении «ухода» от подавляющих их развитие агротехнических и ценотических (взаимодействие с культурными растениями) факторов. Это теория. На практике же роль сорняков в формировании урожайности культур далеко не выяснена. Поскольку вредность сорняков количественно, за малым исключением, не оценивается, борьба с

ними ведется вслепую без определения эффективности гербицидных обработок в единицах защищенного урожая.

Кардинальными актами внешнего управления агроценозами выступают те агротехнические мероприятия, которые направлены на формирование определенной структуры урожая культуры, в частности густоты стояния растений. Последняя вначале определяется агрономическими знаниями – нормой высева, шириной междурядий и т.п., позже – абиотическими условиями, фитосанитарной обстановкой, интерференцией растений [172, 173].

Занимая центральное место в структуре урожая, густота стояния регулирует влияние на продукционный процесс всех ранних положительных и отрицательных воздействий на культуру со стороны всех внешних факторов. К концу вегетации эта ее роль, естественно, снижается.

Занимающая один из путей передачи влияний биоценологических факторов и внешних антропогенных воздействий (удобрений, гербицидов) на урожайность культуры, густота стояния – один из немногих «рычагов» регулирующего управления структурой агроценоконсорциев. В агрономической практике она всегда определялась эмпирически. В теоретическом отношении проблема площади питания растений далека от разрешения. Например, самоизреживание насаждения лучше изучено в условиях значительного загущения [161, 465].

Долгий спор отечественных растениеводов о целесообразной густоте стояния растений на удобренном фоне не окончен и поныне. Зубков А.Ф. [178] предположил, что по сравнению с низким средним фоном плодородия максимально высокий урожай культуры будет достигаться при более плотном посеве как на поле с меньшим, так и на поле с большим плодородием.

Своевременно ставятся задачи построения адаптивного к окружающей среде растениеводства, конструирования адаптированных агроэкосистем и устойчивых сельскохозяйственных ландшафтов [450].

Фитоценологи призывают к созданию гетерогенных по генетическим свойствам, аллелопатически совместимых неоднородных посевов [115, 116, 276, 281, 517]. Но пока удаются только совместные посевы немногих аллелопати-

чески совместимых культур, возделываемых с целью получения кормовой фитомассы [183, 416, 452]. Продвижение этого перспективного направления, отвечающего современной идее адаптивного растениеводства, наталкивается на малые знания межвидовых взаимоотношений растений в агроценозах.

Эволюция экосистем чаще рассматривается с позиции изменения их физиономической структуры. На основе видовой структуры сделаны основные заключения об экосистемах, включая и полевые агроценозы.

Аутогенное развитие (сукцессия) экосистемы, как это принято считать, заканчивается климаксовым сообществом. Внешние воздействия (периодические пожары, разрушение поверхности почвы (эрозия, обработка)) вызывают экзогенные по происхождению изменения – переводят экосистему в более «молодое» состояние. В условиях не эпизодических, а постоянных воздействий с притоком добавочной энергии и вещества в экосистемы, где круговорот вещества осуществляется и при меньшем числе видов, опять-таки устанавливается определенное климаксоподобное состояние.

Обращает на себя внимание скоротечность становления (например, на бывших целинных землях) и такое же быстрое разрушение агробиогеоценоза после прекращения антропогенного воздействия. Это обстоятельство часто расценивается как искусственная основа построения агробиоценоза, но в агробиогеоценозе имеются те же структуры, что и в первичном биоценозе. Мобильность агробиогеоценоза в этом случае как раз и свидетельствует о естественной его природе [178]. Воспроизведение биоценозов базируется «в сущности, на самосборке», именно это обуславливает механизм эволюции ценозов [478]. Достаточно проявиться добавочному антропогенному фактору, как появляется экосистемное образование из старопахотных районов, соответствующее новым абиотическим условиям. Все виды, обитающие на полях, за малым исключением, живут и в окружающих биоценозах. Нет сомнения, что сорные виды сформировались до начала изменения растительности в связи с деятельностью человека [3].

Интересно сопоставить характеристики целостных агробиогеоценозов (а не однолетних агроценозов) с характеристиками, которыми Шварц С.С. [506] те-

стирует «хорошие биогеоценозы»: высокая стабильность, быстрая перестройка, высокая продуктивность.

Быстрое становление агробιοгеоценозов свидетельствует о наличии у них самоорганизации. Всеми доступными методами и средствами земледелец создает более благоприятные условия для произрастания полезных ему культур, многие из которых в результате искусственного отбора утрачивают способность существовать вне полей. Для остальных элементов (видов) агробιοгеоценоза деятельность человека является только мощным дополнительным фактором естественного отбора [101], фактором, элиминирующим одни виды, изменяющим обилие других, вызывающим эмиграцию третьих и в целом ускоряющим эволюцию.

Агробιοгеоценоз развивается, как и другие природные биогеоценозы, и распространенное в прошлом и дошедшее до настоящего времени представление об искусственности агробιοценозов можно связать только с внедрением человеком сельскохозяйственной культуры в полевые ценозы (искусственный информационный акт). С момента высева семян культурного растения в почву искусственная компонента последнего, по сути дела, утрачивается [177]. Агроценоз поля развивается естественно, часто как пионерное сообщество. Внедрение сельскохозяйственной культуры в биоценоз ценой приложения добавочной энергии плуга, удобрений, пестицидов не противоречит его самоохранным механизмам. Замена одних видов (элементов системы) другими – естественный механизм развития биогеоценозов как макробиосистем. Искусственный характер воздействий на агроценозы со стороны человека по сути влияния на живые организмы не имеет для них и для развития агроценоза в целом никакого принципиального значения, ибо природные воздействия на экосистемы не менее разнообразны, а реакция последних на те и другие воздействия однотипна [178].

Человек стремится подавить вредные с его точки зрения виды, ежегодно рассеивает в конце вегетационного сезона наземные элементы полевых агроценозов и перемешивает, частично уничтожая, почвообитающие организмы, но каждый раз агроценоз восстанавливается по определенному подобию той же осенью или следующей весной. Восстанавливается за счет самоподдерживающей регуля-

ции внутри целого агробиоценоза, функционирующего на площади значительно превышающей одно поле и соизмеримой с территорией целого севооборота. Здесь идет прерываемый частично биогеохимический и дополняющий его агрохимический круговороты биокосного вещества, которые поддерживают баланс химических элементов в почве. На территории агробиогеоценоза происходит саморегулирование и замещение выпавших ценоконсорций и даже агроценозов полей, идет дополнительное кругообращение биоценологических элементов в ответ на агротехнические или химзащитные мероприятия [178].

По мнению Зубкова А.Ф. [178], агроэкосистемы, не менее организованы, чем их первично-природные аналоги: ни по стабильности, ни по эмерджентным свойствам целостности не уступают последним. Более того, если принять во внимание, что организованность возрастает с ограничением и упорядоченностью систем [70,492], то агроэкосистемы выглядят более организованными.

Биогеоценозом управляют внешние факторы и прежде всего поток световой энергии [391]. Внутри же система регулирует потоки энергии, удлиняя или укорачивая цепи питания. Так, при минимуме элементов минерального питания естественный отбор действует в сторону усиления симбиотических связей, реутилизации лимитирующих ресурсов и быстрого вовлечения их в круговорот [404]. Наоборот, при концентрированном притоке вещества и энергии извне идет упрощение структур. Последнее происходит и с агроэкосистемами при постоянном поступлении в них энергии удобрений и прочего [178].

Энергией Солнца модифицируется, а не регулируется круговорот вещества. Саморегулятором же биогеоценоза и его сукцессии является вся сумма биоценологических взаимодействий, приводящих через круговорот биогенных и биокосных веществ к поддержанию определенного гомеостаза в составе живых объектов и постепенному изменению внутренней среды их обитания [178].

Сукцессия биогеоценозов – следствие их энергетического развития (преобразования энерготрофической структуры) [500], биотического круговорота под влиянием внешних источников энергии и благодаря невидоспецифической функции живых существ.

Основная составляющая экосистемной эволюции – это энергетическое развитие агробиогеоценозов как целостных неравновесных термодинамических систем в условиях все возрастающей на данном этапе интенсификации землепользования. О биогеоценолотическом прогрессе можно судить по энергетическим показателям интенсивности работы экосистемы, поскольку критерием ее развития служит повышение интенсивности биогеохимических процессов [479].

Агроценоз в целом имеет более высокие коэффициенты полезного действия продукционного процесса (на 1%) по сравнению с лесными или степными ценозами, что свидетельствует о резервах роста уровня урожайности за счет научно обоснованного комплекса агротехнических и агрохимических мероприятий [13].

Стремление человека увеличить продуктивность агробиоценозов органично природе экосистемного развития. Даже перераспределение фитомассы в полезные для человека органы культурных растений не противостоестественны, так как растения сами эволюционировали в сторону удовлетворения потребностей полезных для них животных.

Показано, что в создаваемых человеком в степном ландшафте культурценозах с системой защитных лесных насаждений интенсифицируются биологические процессы, резко повышается первичная продуктивность и емкость обмена [23, 24]. На пахотных землях по сравнению с целинными более чем в 2 раза возрастает численность микроорганизмов, осуществляющих деструктивную функцию [283]. Следовательно, высокопродуктивные агроценозы, превосходящие местные лесные экосистемы по количеству использованной солнечной энергии, претендуют на более высокий энергетический ранг развития по сравнению с первичными биоценозами.

В фитоценологии бытует до сих пор мнение, что видовая насыщенность определяет высокую продуктивность и устойчивость ценозов, однако между ними не существует тесной связи [219]. Это заключение справедливо для биомов с низким уровнем притока вещества извне [178].

Притоком добавочной энергии в конечном итоге объясняются такие явления в агробиогеоценозах, как быстрота биоценолотических изменений, сходных с

теми, которые совершаются гораздо медленнее при сукцессиях биогеоценозов [92], возникновение дополнительных миграционных потоков фитофагов в агроэкосистемах вслед за основной кормовой культурой. Круговорот вещества в экосистемах, согласно принципу Ле Шателье противодействует внешнему возмущению – потоку солнечной энергии [390, 391], а дополнительный горизонтальный круговорот гетеротрофов на территории полевого севооборота, циркулирующий в связи с ротацией основной кормовой культуры и названный Зубковым А.Ф. [171] агробиологическим круговоротом, противостоит энергии, поступающей в агробиоценоз в процессе агротехнической деятельности человека.

Агрономическая деятельность человека меняет физиономический облик биоценоза, перестраивает его трофическую структуру [13, 174, 491] и незначительное влияние оказывает на информационное его содержание. Человек контролирует только биомассу возделываемой доминирующей на поле культуры, что составляет примерно 90% массы всего биовещества [480] в полевом агроценозе, и, в определенной мере, оказывает воздействие на другие виды.

Агробиоценоз вместе с многочисленными иммигрантами получает постоянный приток информации (растет видовое разнообразие) со стороны первичных биоценозов и продолжает развиваться в значительной мере вопреки воле человека. Увеличение численности мелких насекомых и микрофлоры на удобряемых полях способствует возрастанию неподконтрольных информационных потоков в агроценозах.

Винер Н. [40] в свое время отмечал, что прогресс создает не только новые возможности для будущего, но и ограничения. К настоящему времени стало очевидным несовершенство многих элементов интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, обусловленное значительными потерями невозполнимой энергии, а также негативные последствия резкого сокращения видового и сортового разнообразия культивируемых растений, снижения экологической устойчивости сортов и гибридов, перехода к севооборотам с короткой ротацией и монокультуре и т.д. Для современного растениеводства характерна тенденция всё возрастающих затрат невозполнимой энергии на каждую дополни-

тельную единицу продукции, повышения экологической и генетической уязвимости интенсивных агроценозов и агроэкосистем, значительно возросла опасность загрязнения и разрушения природной среды. Новые сорта и гибриды растений с высокой потенциальной продуктивностью высокоурожайны лишь при значительных затратах невозполнимой энергии. В растениеводстве сохраняется тенденция увеличения разрыва между потенциальной и реализованной урожайностью; доля последней составляет в большинстве стран лишь 20-30%. При максимальных уровнях техногенной интенсификации зависимость величины и качества урожая от погодных флуктуаций остается высокой и даже возрастает. Поскольку большинство типов пестицидов не обладают избирательностью действия, повсеместно отмечается появление новых физиологических рас патогенов и устойчивых к пестицидам видов вредителей и сорняков, характеризующихся, как правило, большей вредоносностью.

Конструирование агроценозов и агроэкосистем нужно рассматривать в качестве решающего фактора повышения их потенциальной продуктивности и экологической устойчивости, обеспечивающего поддержание способности агробиоценозов к эффективному использованию ресурсов окружающей среды и саморегуляции за счет увеличения числа и разнообразия функций как культивируемых видов растений, так и других биологических компонентов.

Известно, что гетерогенность проявляется на всех уровнях организации живого, от органоидов клетки до экосистем, и играет важную адаптивную роль. Многообразие видов и биотипов, находящихся в многочисленных функциональных и трофических связях друг с другом, позволяет природным экосистемам после нарушения равновесия вновь возвращаться к нему или достигать его нового состояния за счет экологических компромиссов. Чем больше трофических связей, тем выше вероятность действия компенсаторных механизмов, проявляющихся когда какой-либо вид становится слишком малочисленным или многочисленным [574].

Одна и та же площадь, отмечал Дарвин Ч. [158], может обеспечить тем больше жизни, чем разнообразнее населяющие ее формы. Уже в работах Фишера

[157] было показано, что каждая сложная система настолько динамична и внутренне связана, что изменение одного из ее компонентов служит непосредственной причиной изменения других, иногда очень многих компонентов, и поэтому ни одному из них нельзя обеспечить приоритета, не вызвав нестабильности системы в целом. А экосистемы и растительные сообщества, будучи энергетически и структурно открытыми системами, обязаны своим единством именно взаимодействию многочисленных компонентов.

Считается, что функционирование экосистем согласуется с принципами максимизации потока энергии и минимизации энтропии, а поддержание энергетического баланса служит основой процесса адаптации живых организмов [562].

Экосистемы проявляют значительное однообразие в общей реакции на различные стрессы [488]. Нарушение экологического равновесия в наземных и водных экосистемах, связанное с уменьшением видового разнообразия, обычно сопровождается ослаблением кибернетических механизмов, в том числе уменьшением числа и разнообразия обратных связей, переходом от полных круговоротов питательных веществ к «разорванным» циклам, увеличением потерь питательных веществ и энергии, а также снижением первичной продуктивности и, наконец, ускорением темпов регрессии экосистемы. И очевидно, что эти общие закономерности стрессовых реакций естественных сообществ должны учитываться при конструировании агроценозов и агроэкосистем.

В отличие от естественных экосистем, гетерогенность которых в процессе эволюции в целом непрерывно увеличивается, агроценозы как произвольно фиксированные во времени и пространстве сообщества культивируемых видов растений, становятся генетически все более однородными. И в условиях агробиоценозов, характеризующихся сравнительно простой структурой трофических связей, резко возрастают суммарные потери энергии [156]. Последнее обусловлено как несовершенством агротехнических приемов (потери удобрений, пестицидов, поливной воды порой достигают 50-60%), так и сравнительно низкой экологической устойчивостью продукционного процесса в агроэкосистемах вследствие их генетической однородности и, следовательно, слабой компенсирующей конкурентно-

сти составляющих видов [156]. Особенности агроценоза во многом определяются также ослабленностью режима конкурентных отношений, снивелированностью экологических условий, космополитичностью большинства сорняков [274].

Многие исследователи отмечают важную роль аллелохимических взаимодействий в сообществах, в том числе аллелопатии [95, 115, 119]. Причем высшие растения способны синтезировать ингибирующие или стимулирующие для других организмов вещества, оказывающие в определенных условиях существенное влияние на скорость сукцессий в фитоценозах, а также на разнообразие видового состава последних. В то же время предполагается, что синтез и выделение аллелопатических веществ возникли у высших растений как средство защиты от животных, бактерий и грибов, а их воздействие на другие растения лишь побочный результат этой защитной реакции [406]. И все же, считает Уиттекер Р. [488], аллелохимические взаимодействия в сообществах являются основой их организации, в том числе дифференциации и сложности.

Известно, что фитоценозы с большим видовым разнообразием характеризуются более высокой потенциальной продуктивностью и экологической устойчивостью. При этом устойчивость многих естественных фитоценозов обусловлена не только их гетерогенностью, но и динамикой количественных отношений между компонентами фитоценоза во времени и пространстве [413].

Амплитуда изменчивости факторов природной среды (биотической и абиотической) во времени и пространстве даже на небольшой территории обычно значительно шире амплитуды приспособительных реакций одного культивируемого вида, а тем более одного сорта растений. Поэтому конструирование агроэкосистем на основе ограниченного числа культивируемых видов и сортов растений не обеспечивает (особенно в неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях) не только наиболее эффективного использования ресурсов окружающей среды, но и устойчивого роста продуктивности агроценозов. Подбор культивируемых видов (сортов) растений и технологий их возделывания следует рассматривать как с точки зрения получения устойчивого урожая каждой культуры, так и влияния на агроэкосистему в целом. Такой подход обусловлен тем, что даже

локальное нарушение экологического равновесия может иметь негативные последствия для всей агроэкосистемы, особенно в условиях пересеченного рельефа.

Самое главное в реализации потенциала растений – это формирование высокопроизводительной фотосинтетической поверхности агроценозов. Подобная задача решается за счет целенаправленного подбора культивируемых видов и сортов, увеличения плотности (архитектоники) растений, оптимизации схемы их размещения, использования смешанных посевов, а также оптимизации условий внешней среды, экзогенной регуляции адаптивных реакций и т.п.

По данным Ничипоровича А.А. [379], фотосинтетический аппарат растений приспосабливается к варьирующим условиям среды путем изменения плотности и пространственной организации самих фитоценозов, а также способности листьев растений адаптироваться к новым условиям освещенности в течение 2-4 дней за счет движения устьиц, передвижения, локализации и ориентации хлоропластов, светозависимых конформационных изменений биомембран, фотоактивации и дезактивации биосинтеза хлорофилла, структур хлоропластов и др. Возможны и более радикальные изменения структурной организации фотосинтетического аппарата, в частности формирование теневых и световых листьев. Тамметс и Тооминг [40] считают, что большая функциональность архитектуры фитоценоза достигается благодаря оптимальному сочетанию распределения листовой поверхности по вертикали и ориентации листьев.

Биологические компоненты почвы в общей системе агроценоза характеризуются не только большей устойчивостью, но и относительно меньшей зависимостью от смены культур [100]. В то же время доминирующая роль почвы в поддержании экологического равновесия в агроэкосистемах может быть обеспечена лишь при постоянном повышении ее плодородия, а также за счет правильного подбора и ротации культур (соотношения культур пропашных и сплошного сева, доли бобовых культур и т.д.).

Но при этом следует учитывать, что характер отношений между биологическими компонентами агробиогеоценоза, а также аллелохимические, ризосферные

и микоризные взаимодействия растений эволюционно обусловлены и генетически детерминированы.

Предполагается, что превосходство смесей обусловлено не только лучшим использованием плодородия почвы и света благодаря разному габитусу корневой системы и морфологии растений, но и большей их устойчивости к болезням и вредителям. Так, в общем увеличении продуктивности смешанных посевов около 70% приходится на повышение устойчивости агроценозов к патогенам и лишь 30% – на счет других факторов, включая лучшее использование ресурсов окружающей среды [525].

Основные подходы к решению задачи конструирования высокопродуктивных и экологически устойчивых агроэкосистем сводятся к следующему [178]:

1. Подходы к агроценозу как единой фотосинтезирующей системе.

Обычно утилизация солнечной энергии при урожае зеленой массы культурных растений в 20-25 т/га не превышает 2%, тогда как в кратковременных опытах она достигает 4% [488]. Повышение КПД фотосинтеза за счет пространственно-временной оптимизации фотосинтезирующей поверхности агроценозов имеет решающее значение, поскольку в процессе окультуривания растений этот показатель по сравнению с дикими сородичами не только не увеличился, а в ряде случаев даже уменьшился [379].

При листовом индексе порядка 4-7 м²/м² обычно усиливается конкуренция листьев в посевах за СО₂, что приводит к снижению средней интенсивности фотосинтеза [379]. Но, поскольку общая суммарная поверхность хлоропластов листьев в десятки-сотни раз превышает их площадь, фотосинтетический аппарат растений работает с недогрузкой и, следовательно, интенсивность фотосинтеза не лимитирует ростовые процессы и образование урожая. То есть увеличение общей площади листьев определяет и повышение продуктивности.

Поверхность листьев растений в агроценозе может превышать занимаемую ими площадь в 4-5 раз, что создает возможность утилизировать диффузное освещение [517].

В загущенных посевах (норма высева увеличивается на 10-15%) усиливается способность культивируемых растений противостоять сорнякам и даже подавлять их. Но чрезмерное загущение посевов может снижать их экологическую устойчивость, в частности приводить к полеганию и большей поражаемости болезнями и вредителями зерновых колосовых культур [517].

Пространственно-временная организация агрофитоценозов формирует их почвенный и частично атмосферный микрофитоклимат (динамику температурного, светового, водного, газового и других режимов), что, в свою очередь, оказывает влияние на КПД функционирования фотосинтезирующей системы и урожайность. На это указывал еще Сукачев В.Н. [462].

Чрезмерное взаимозатенение растений приводит к резкому снижению их фотосинтетической производительности. При этом отмечается не только углеводное голодание растений, но и потеря ими способности синтезировать другие, необходимые для нормального обмена и органогенеза, вещества [528,541,565,576,617].

В условиях ограниченного вегетационного периода для получения высокого урожая одинаково важны два этапа: динамика формирования фотосинтетической поверхности агроценоза и ее биоэнергетическая активность в период вегетации. При этом основная доля затрат невозполнимой энергии приходится на второй этап. Но следует иметь в виду, что хотя темпы формирования максимального фотосинтетического аппарата (первый этап) имеют основополагающее значение в агроценозах, слишком быстрый вегетативный рост растений и сильное развитие вегетативной массы могут привести к усилению конкуренции между развитием репродуктивных и вегетативных органов растений, а также к уменьшению экологической устойчивости растений к абиотическим и биотическим стрессам.

В то же время в неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях расход ассимилятов растений на формирование агроценоза зависит не столько от техногенно регулируемых факторов внешней среды, сколько от факторов нерегулируемых, и экологическая устойчивость самих растений, основы которой закладываются на первом этапе, приобретает в этот период решающее зна-

чение. Помимо этого на первом этапе формируются и те структуры растений, которые в значительной степени определяют потенциальную продуктивность агроценозов. Поэтому и первостепенное внимание должно быть уделено экзогенному управлению процессами роста и развития растений на первом этапе.

2. Повышение гетерогенности агроценозов и агроэкосистем.

Процесс интенсификации растениеводства сопровождается резким уменьшением числа культивируемых видов, переходом к монокультуре или севооборотам с короткой ротацией. Но такой односторонний подход к использованию преимуществ видовой специализации агроценозов имеет ряд негативных последствий, а именно: снижение уровня комплексного использования природных ресурсов, неравномерно распределенных во времени и в пространстве, экспоненциальный рост затрат невозполнимой энергии на каждую дополнительную единицу продукции, что ведет к загрязнению и разрушению окружающей среды, тенденция к усилению зависимости величины и качества урожая от погодных факторов, несоответствие сложившейся структуры питания человека его физиологическим потребностям. Но переход к многовидовым агроценозам не может быть реализован (кроме кормовых культур) из-за того, что фенотипическая невыравненность культурных растений усложняет и даже исключает возможность их механизированного возделывания и уборки [156]. В связи с этим следует отличать возможности повышения видовой и сортовой гетерогенности на уровне агроценоза (после севооборота) и агроэкосистемы (севооборот в ландшафтном комплексе), а также в пространстве и во времени (смена культур на одном поле в течение года и ряда лет). Очевидно, что трудности перехода к поликультуре связаны с реализацией большей видовой гетерогенности на уровне агроценоза. В этом случае наибольшее практическое значение может иметь использование смешанных посевов, многолинейных и синтетических сортов, а также пожнивных, уплотняющих, покровных, подпокровных, промежуточных культур [156]. Высокая фотосинтетическая производительность и агроэкологическая устойчивость смешанного посева основана на его видовой и/или сортовой многофункциональности [196].

В многокомпонентных посевах значительно шире спектр трофических и других связей, в том числе взаимовлияние разных видов посредством экзометаболитов; меньше вероятность резкого снижения урожайности вследствие совпадения «критических» этапов онтогенеза растений с действием неблагоприятных и экстремальных факторов внешней среды; больше возможности сохранения структуры и соотношения важнейших элементов фитоценоза, то есть поддержания в нем экологического равновесия и полноты биоэнергетического круговорота.

В качестве перспективных конструкций предлагаются многовидовые двух- и трехъярусные агроценозы со сложной горизонтальной структурой за счет подбора культур на основе их ценотипической совместимости и разнородности по биоморфологическим признакам, ритму и продолжительности вегетации [381]. Помимо этого, предлагается использовать полосные (чередующиеся полосы разных видов), мозаичные (парцелльные) и уплотненные посевы. Было, например, установлено, что мозаичные агроценозы характеризуются более высокой интенсивностью автотрофного питания, большей биологической активностью почвы, меньшей амплитудой колебаний температуры в травостое, лучшей устойчивостью растений к повреждающему действию листогрызущих насекомых [381].

3. Использование возможностей фитоценотической селекции.

Наиболее реальным является направление, позволяющее оптимизировать фотосинтетическую поверхность агроценоза путем создания сортов с компактным кустом, эрикоидными верхними листьями, высокой активностью фотосинтетического аппарата в течение всей вегетации и т.д.

Наряду с широким использованием многолинейных и синтетических сортов заслуживает внимания и создание сортосмесей по принципу смешения семян одного и того же сорта, выращенных в разных экологических условиях. Так, смесь семян ржи (в равных долях), собранных с участков черноземной, песчаной и суглинистой почвы, в крайне засушливых условиях 1890 года дала урожай на 1,7 ц/га выше, чем на удобренных и рационально возделываемых полях [178].

4. Регулирование конкурентных отношений в агроценозах.

Известно, что конкуренция может быть агрессивной, нейтральной и приспособительной, а большая конкурентоспособность отдельных растений в гетерогенном и гомогенном посеве нередко является причиной снижения урожайности. Разнокачественность семян и полиморфизм условий среды обитания обуславливают модифицирующее действие конкуренции даже в гомогенной популяции (разная масса семян и глубина их посева, неравномерность распределения удобрений, влаги и т.п.). Роль модификационной и генотипической конкурентности культивируемых растений значительно возрастает в неблагоприятных условиях внешней среды.

Разумеется, конкурентоспособность каждого вида растения зависит не только от его биологических особенностей, но и от применяемой агротехники. Поэтому при конструировании агроэкосистем должны учитываться как видовой состав и характер распределения сорных растений на данной территории, так и специфика конкурентных возможностей культивируемых видов растений [155].

Наиболее пригодными для совместного выращивания считаются морковь и горох, лук репчатый и столовая свекла, картофель и фасоль. К тому же, снижению конкурентного напряжения в растительных сообществах может способствовать ярусность архитектуры многовидового фитоценоза и фенологический полиморфизм составляющих его видов.

5. Особенности средообразующей роли агроэкосистем.

Здесь имеются в виду разные способности растений влиять на физический (гранулометрический) и химический (содержание элементов питания, перевод труднодоступных соединений в легкодоступные, количество растительных остатков, биогенность почвы, накопление влаги) состав почвы, поддерживать экологическое равновесие (особенности микоризы и ризосферы, привлечение полезной энтомо- и орнитофауны), защищать почву от водной и ветровой эрозии, формировать специфический микрофитоклимат и т.д. [437, 471, 474, 486, 585].

Уменьшение видового и сортового разнообразия культивируемых растений в агроэкосистемах влечет за собой обеднение фаунистического и микробиологи-

ческого комплекса, неизбежным следствием чего становятся снижение биогенности и плодородия почвы, уменьшение эффективности применения удобрений, повышение вредоносности отдельных видов насекомых и др. [156].

6. Пространственная организация агроценозов и агроэкосистем.

При конструировании агроценозов и агроэкосистем важно учитывать неравномерность распределения абиотических и биотических факторов природной среды даже на сравнительно небольшой территории (особенно в условиях пересеченного рельефа), с одной стороны, и специфику адаптивного потенциала культивируемых видов и сортов растений – с другой. Это предполагает переход к адаптивному землеустройству, то есть учет особенностей почвенного покрова и гидротермического режима каждого поля и адаптивного потенциала культивируемых видов и сортов растений [156, 157, 158]. Формирование пространственной структуры агроэкосистем на основе биокомпенсаторности составляющих их видов растений становится одним из главных факторов обеспечения устойчивого роста продуктивности агроценозов в неблагоприятных почвенно-климатических условиях. Это – вынужденный подход, так как наряду с увеличением видового и сортового разнообразия требуется организация разных по величине агроэкологически однотипных севооборотов и соответствующего подбора экологически эквивалентных культур для обеспечения ротации.

Помимо всего прочего, необходимо также учитывать последствие каждого техногенного фактора во времени. Так, за счет применения удобрений в значительной степени нивелируется влияние предшественников на урожайность сельскохозяйственных культур [124]. Характер чередования культур в севообороте может повысить или, наоборот, снизить эффективность применения удобрений.

Конструирование агроценозов и агроэкосистем предполагает синхронизацию максимального продукционного цикла каждого вида растений с наиболее благоприятными условиями внешней среды. В то же время непредсказуемость погодных условий требует и широкого использования асинхронности в наступлении фенологических фаз у разных видов и сортов с целью их биокомпенсации [156].

7. Использование опыта конструирования многовидовых агроценозов.

Преимущество смешанных посевов обусловлено тем, что в них имеются различные ярусы, дающие высокое покрытие, развивающиеся в разное время и пр. [190].

Главной особенностью смешанных посевов является сочетание зерновых и бобовых культур, то есть истощающих почву, и наоборот, обогащающих ее.

В ряде стран в смешанных посевах возделываются такие фитоценотически совместимые культуры, как кукуруза и соя (Китай), кукуруза и фасоль (Латинская Америка), сорго и батат или вигна (Африка), овес и ячмень, вика и овес, озимая рожь и вика, горохо-овсяная смесь, многовидовые бобовые и злаково-бобовые смеси (Европа). Весьма многочисленны примеры эффективного использования сортовых смесей при выращивании риса, пшеницы, капусты, огурцов, льна, хлопчатника, гибридов кукурузы, гречихи, а также разновидовых посевов и посадок сельскохозяйственных культур.

При систематическом использовании гербицидов существенно изменяется видовой состав и численность сорной растительности в агроценозах. При этом нередко ускоряется распространение новых, более вредоносных сорняков [486].

В то же время снижение устойчивости растений к абиотическим стрессам обычно уменьшает их толерантность к биотическим стрессам и наоборот [406]. Улучшение же водного режима агроценозов при орошении благоприятствует размножению патогенов в такой же мере, как и росту растений [409].

Усиление генетической «уязвимости» интенсивных агроэкосистем связано с уменьшением числа используемых видов растений и все возрастающей генетической однородностью сортов и гибридов. Если в соответствии с археологическими данными на протяжении своей истории человек окультурил свыше 5000 видов высших растений (из примерно 80 000 потенциально пригодных для окультуривания), то в настоящее время большую часть своих потребностей в калориях и белке он удовлетворяет за счет возделывания 20-30 видов. В древности пища была значительно разнообразнее по сравнению с продуктами питания населения цивилизованных стран, где весь кажущийся большим ассортимент представляет со-

бой, по существу, многочисленные комбинации весьма ограниченного числа исходных пищевых продуктов.

Особый вопрос – влияние микроорганизмов на растения агроценоза, которое определяется не их массой, а реакционноспособной поверхностью, составляющей 300-500 га на 1 га земельной площади [284]. При этом, например, динамика содержания гумуса в почве четко коррелирует с активностью микроорганизмов [137, 284].

Особого внимания требует негативное влияние, оказываемое пестицидами и некоторыми формами удобрений на функционирование микоризных систем растений [202], поскольку большинство сельскохозяйственных культур относятся к числу микотрофных, за исключением люпина и капустных растений. Причем степень развития микоризы зависит не только от вида растений, но и от сорта [202].

После заражения растений грибами-микоризообразователями у растения-хозяина улучшаются фосфорное и азотное питание, а также поглощение микроэлементов и воды, усиливается толерантность к тяжелым металлам и кальцию, стимулируется биологическая фиксация атмосферного азота [547]. К тому же микоризные растения более конкурентоспособны по сравнению с немикоризными [284].

Установлено, что между отдельными растениями существует обмен корневыми выделениями, который, в свою очередь, влияет на микроорганизмы ризосфер [183, 202, 415].

Помимо этого, использование бобовых культур на зеленое удобрение снижает численность популяций грибов и нематод, подсев бобовых культур к кукурузе, капусте, томату подавляет сорняки [593].

Конструирование агроэкосистемы по принципу севооборота, то есть последовательного возделывания разных культур во времени и пространстве, оказывает решающее влияние не только на плодородие почвы, но и выживание фитопатогенов, нематод, насекомых, сорняков. В качестве действенного средства борьбы с вредными организмами используются разные способы обработки почвы. Но переход к минимальной обработке почвы приводит к такому изменению видового состава сорняков, при котором получают широкое распространение ботанически

близкие к возделываемой культуре виды сорной растительности, возрастает вероятность возникновения эпифитотий [570]. В целом, минимальная обработка почвы приближает агроценозы к естественным экосистемам, способствуя не только сохранению органических веществ, но и активации почвенных микроорганизмов и беспозвоночных [488].

Наибольший вред сорняки наносят в первую треть вегетации культивируемых растений.

В то же время массовое распространение сельскохозяйственных вредителей с большей вероятностью происходит на незасоренных, чем засоренных полях [178]. Поэтому зависимость урожайности от плотности популяций сорняков оказывается не линейной, а сигмоидальной: низкая плотность популяций сорняков обычно не влияет на урожайность, а некоторые виды сорняков даже стимулируют рост растений-хозяев [179].

Отсюда необходим системный подход к управлению динамикой численности популяций сорняков, то есть в агроценозах необходимо усилить эколого-ценотический контроль, используя гербициды в основном для изменения характера взаимоотношений между культурными и сорными растениями, усиливая эдификаторную роль первых и ослабляя конкурентную способность вторых [178].

Главной целью возделывания сельскохозяйственных культур является не получение биологической массы вообще (следовательно, не просто обеспечение высокого уровня утилизации солнечной энергии и других природных ресурсов), а прежде всего производство биологически ценных веществ (углеводов, белков, жиров, витаминов).

Ограниченные возможности высших растений (в том числе и культивируемых) поддерживать в варьирующих условиях внешней среды стабильный уровень метаболических процессов, регулирующих свою внутреннюю среду (температуру, водный режим и др.), ставят фотосинтетическую производительность агроценозов в полную зависимость от почвенно-климатических и погодных факторов.

Потенциальная продуктивность культивируемого вида и сорта наиболее полно может быть реализована лишь в благоприятных условиях среды, когда, по

выражению Вавилова Н.И. [154], «генотип доминирует над внешней средой». В неблагоприятных же условиях внешней среды большая часть солнечной энергии расходуется не на биологические, и в частности фотосинтетические процессы, а на физические – нагревание, испарение и т.д. [40].

Исследования многих ученых показали, что с ростом культуры земледелия и, следовательно, урожайности, зависимость последней от климата и погоды возрастает. Однако в данном случае речь идет не о снижении величины абсолютной урожайности (поскольку с прогрессом науки и техники возможность обеспечения базисного минимума урожайности выше), а об увеличении зависимости относительной вариабельности величины урожая от неконтролируемых изменений параметров внешней среды и прежде всего погодных флуктуаций. Причем последние наиболее существенно влияют на высокоурожайные сорта и гибриды растений, которые в наибольшей степени зависят от оптимизации всех факторов внешней среды.

Управлять биологическими процессами в условиях агроэкосистем удастся лишь в весьма ограниченной степени. Как в настоящем, так и в обозримом будущем в растениеводстве человек вынужден приспосабливаться к эволюционно обусловленному потенциалу биологических компонентов агроэкосистем, поскольку его возможности управления процессами их саморегуляции, самопроизводства и саморазвития весьма ограничены [178].

Биоэнергетическая и экологическая эффективность агроэкосистем зависит как от особенностей культивируемого вида и сорта растений, так и от функционирования большого количества других биологических компонентов. Поэтому технологические факторы интенсификации должны рассматриваться в качестве важного, но лишь вспомогательного средства управления свободно протекающими в растениях, почве, агроценозе и агроэкосистемах биологическими процессами с целью более эффективной утилизации природных ресурсов в интересах человека.

«Агротехника, - писал Сапегин А.А. [437], – должна помнить, что разные стадии развития – это, в общем говоря, разное реагирование на элементы питания, разное отношения к удобрениям и поливу». Например, наибольшее влияние на

урожайность томата оказывает обеспеченность растений азотом в ювенальный период их роста [155]. Именно учет особенностей индивидуального развития растений в конкретных почвенно-климатических и погодных условиях лежит в основе сортовой агротехники.

Важным показателем адаптивного применения техногенных факторов является степень использования интегративного эффекта их действия. Хотя интегративность адаптивных реакций растений (которая усиливается в экстремальных условиях среды) может иметь не только положительные, но и отрицательные последствия.

Необходимо также учитывать последствие (прямое и косвенное) техногенных факторов не только на культивируемые растения, но и на другие компоненты агроценозов и агроэкосистем. Так, на удобренных и (или) орошаемых полях количество сорных растений на единицу площади, как правило, возрастает в несколько раз. Причем это увеличение происходит преимущественно за счет лишь некоторых видов сорняков, для которых создаются наиболее благоприятные условия [437].

Сортовая агротехника, базируясь на управлении модификационной изменчивостью растений, учитывает специфику адаптивных реакций каждого сорта (гибрида) на разных этапах онтогенеза, в том числе характер корреляций (положительных и отрицательных) между компонентами потенциальной продуктивности и экологической устойчивости [178].

Например, сортовая специфика отзывчивости томата на изменение условий внешней среды проявлялась по таким признакам как «урожайность», «средняя масса плода», «способность завязывать плоды в условиях высоких и низких температур», «содержание сухих веществ, сахаров и витамина С в плодах» и др. [154]. В опытах [155] различия между разными сортами томата и фасоли по эффективности использования поглощенных элементов питания достигали 44% для азота, 72 для фосфора, 100% для калия. В опытах [155] обнаружены генетические различия между сортами по эффективности использования поглощенных N, P, K, Ca и Mg на единицу сухого вещества. Различные сорта одного и того же вида по-

разному реагируют на гербициды и другие физиологически активные соединения [255]. Еще в опытах [154] была отмечена способность разных сортов томата лучше усваивать нитратную или аммиачную формы азота и то, что она контролируется определенным генным комплексом. В опытах с томатом [154, 155, 156] показано, что степень влияния сорта на урожайность достигает 43%, на содержание сухих веществ – до 61, титруемых кислот – до 41%. В то же время должна учитываться специфика действия самих факторов внешней среды. Так, в условиях высокой влагообеспеченности (80% от ПВ) недостаток в почве фосфора, а тем более азота, решающим образом (на 40-84%) определяет величину урожая, тогда как степень влияния сорта в этих условиях оказывается сравнительно низкой, особенно при недостатке азота (всего 4%). На величину урожая, содержание сухих веществ и титруемых кислот в плодах наряду с сортом существенное влияние оказывает уровень влагообеспеченности (соответственно 28, 15 и 12%) [156].

Роль сортовой агротехники резко возрастает в загущенных посевах. Это объясняется тем, что, несмотря на генетическую обусловленность отзывчивости растений на загущение, практическая реализация потенциальной продуктивности при этом обусловлена всем комплексом агротехники [156].

Основным условием получения высокого и качественного урожая является обеспечение нормального вегетативного роста растений. В то же время экологические стрессы приводят к замедлению и даже прекращению ростовых процессов. И чем продолжительнее стресс, тем больше времени требуется растению для восстановления нормального протекания метаболических, в том числе ростовых процессов [156]. Причем в условиях ограниченного вегетационного периода подобные ситуации приводят к резкому снижению урожайности.

Clark E. [532] относит к числу эффективно использующих минеральные элементы те виды растений, которые в течение вегетационного периода на единицу поглощенного элемента обеспечивают наибольший выход сухих веществ. В то же время, например, от условий азотного питания растений зависит и поглощение других элементов питания.

Дозы используемых удобрений должны быть экономически оправданными. И очевидно, что энергетически, экологически и экономически оправданные «пороги» для разных культур, сортов и условий среды будут разными, а их конкретная оценка должна быть составной частью региональной системы земледелия и агроэкологического паспорта сорта (гибрида). Разным видам и сортам культурных растений присуще и весьма дифференцированное накопление нитратов в продукции: у разных сортов томата различия составляют 2,5-4,2 раза, у моркови – 4,2-5,6, у редиса – 1,9-3,4, у патиссона – 1,7-6,5 раза [14].

Эффективность использования удобрений зависит не только от подбора соответствующих видов и сортов растений, но и от учета климатических и погодных условий. Так, по данным И.И.Синягина [437], в годы с сухим летом эффективность удобрений (NPK) снижается в среднем на 36%, тогда как во влажные годы возрастает на 52%. В то же время эффективность калийных и фосфорных удобрений более высокая именно в засушливые годы [156].

Недостаток P, Ca, S и Zn оказывает большее влияние на рост надземной части растений, NO₃, Mg, Mn и Cu – на корневую систему, а NH₄, K и Fe влияют одинаково на надземную и корневую часть [532].

Микроэлементы изменяют биохимическую направленность обмена веществ в растениях, связанную с активностью ферментов [622]. Считается, что однодольные растения менее требовательны к содержанию микроэлементов в почве, чем двудольные [156].

Биологически активные вещества (БАВ) изменяют скорость и направление протекающих в растениях химических реакций или физиологических процессов [289,324,350,396,629]. Кроме того, имеется реальная возможность индуцирования качественно новых адаптивных реакций, лежащих за пределами генетической программы данного вида (сорта) растений. Так, обработка проростков томата и баклажана различными динитроанилиновыми гербицидами повышала их устойчивость к сосудистому увяданию, вызываемому видами *Fusarium* и *Verticillium* [396]. Эммерих Ф.Д. [516] отмечает достоверное повышение жароустойчивости у растений томата, обработанных в определенные сроки их вегетации серноокислым

цинком и хлорхолинхлоридом. Установлено увеличение аномалий в мейозе у растений томата при обработке их гербицидом зенкором [154].

Экзогенная регуляция адаптивных реакций может быть также осуществлена с помощью макро- и микроудобрений, орошения, обработки почвы, конструирования агроценозов (регуляция взаимовлияния растений) и других факторов.

Установлено, что определенные соотношения углерод : азот (C:N) в тканях растений могут стимулировать (высокие соотношения) или ингибировать (низкие соотношения) развитие репродуктивных органов (например, у томата) [180].

Регуляторный эффект удобрений может проявляться в изменении конкурентных взаимоотношений между культивируемыми растениями и сорняками. Причем на удобренных полях большей конкурентоспособностью обладают те виды растений, которые лучше используют минеральные удобрения. Поэтому чем выше отзывчивость культивируемых растений на внесение удобрений, тем в большей степени они будут способны подавлять сорную растительность. Характерно, что и сорные растения проявляют избирательность к различным видам удобрений. Так, растения мари белой, проса куриного лучше реагируют на азотные, осот огородный – на фосфорные, а лебеда и осот полевой – на калийные удобрения [167]. В результате под влиянием удобрений изменяется видовой состав сорной растительности, а также конкурентоспособность и вредоносность ее отдельных видов.

Теоретически обосновал использование БАВ болгарский ученый Мефодий Попов в 1914 году. В дальнейшем широкие исследования в области искусственного регулирования роста и развития растений были проведены [210, 211, 411, 497].

По эффекту своего действия биологические регуляторы роста во многих случаях оказываются эквивалентными экспрессируемым генетическим системам растений. Причем фитогормоны, которые характеризуются подвижностью, каталитической активностью и формативным эффектом [210], в зависимости от концентрации и условий применения могут быть стимуляторами или ингибиторами роста и развития растений.

Фитогормоны синтезируются в ответ на общие экологические изменения и обеспечивают контроль всего набора адаптивных реакций растений [488].

Использование физиологически активных веществ позволяет не только компенсировать недостаточный уровень адаптивности сортов в разных условиях внешней среды, но и целенаправленно влиять на характер проявления многих других хозяйственно-ценных признаков (с учетом целей выращивания растений, особенностей погоды и т.д.). Как отмечает Куперман Ф.[218], адаптационные возможности конкретного вида ограничены, и для обеспечения экономически оправданной продуктивности растение необходимо снабдить внешним регулятором. Специфичность действия эндогенных и синтетических регуляторов роста растений зависит от вида растений, сорта, стадии онтогенеза и т.д. [156, 399, 449].

За счет БАВ удается оптимизировать метаболические процессы, в том числе уменьшить депрессию фотосинтеза в экстремальных условиях среды и регулировать фотодыхание, обеспечить большую экологическую независимость репродуктивной системы, увеличить регенерационный потенциал растений [263]. Регуляторы роста оказываются особенно эффективными для повышения качества продукции [263,513].

Например, под действием ауксина усиливается образование корневой системы, что позволяет растениям лучше перенести засуху. Причем некоторые регуляторы роста способны стимулировать развитие корневой системы на любой стадии развития растений. Показана даже возможность гормональной регуляции таких генетически контролируемых признаков, как длинно- и короткодневность [497].

Важной и перспективной группой регуляторов роста являются ретарданты (ингибиторы роста). При обработке растений капусты хлорхолинхлоридом отмечается уменьшение потери воды листьями, увеличение их толщины, возобновление роста растений после засухи, повышение способности увядших растений регенерировать новые побеги. Эммерих Ф.Д.[516], Муромцев Г.С.[292] считают, что это действие обусловлено не уменьшением транспирации растений, а лучшим ростом корневой системы и оптимизацией соотношения между надземной и корневой системами растения.

2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Место проведения исследований

Полевые эксперименты проводили 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 полевом 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.

2.2 Характеристика почвенного покрова

Почвенный покров мест проведения экспериментов представлен следующими видами: на опытной станции Воронежского госагроуниверситета – серая лесная почва, характеристика которой представлена в таблице 1; 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%, содержание 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, ха-

рактируемый следующими показателями: содержание гумуса – 5,0-5,2%, содержание 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%.

Таблица 1 – Характеристика серой лесной почвы на участке проведения экспериментов с овощными культурами

Показатели	Слой почвы, см				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
Содержание гумуса, %	3,12	3,50	2,65	2,17	2,75
Содержание азота, %	0,40	0,43	0,41	0,42	0,35
Содержание фосфора, мг/кг	75,6	75,6	46,2	50,2	50,6
Содержание калия, мг/кг	41,4	40,6	34,0	24,6	20,6
Сумма поглощенных оснований, мг-экв.	15,6	14,4	13,4	15,6	16,4
pH солевой	5,65	5,54	5,70	5,65	5,79
pH водный	6,45	6,22	6,51	6,52	6,70
Гидролитическая кислотность, мг-экв.	2,16	2,21	1,98	1,98	1,60
Содержание легкогидролизуемого азота, мг-экв.	6,6	6,7	5,6	3,9	3,9
Содержание бора, мг/кг	10	7	6	8	8
Содержание молибдена, мг/кг	18	18	22	18	26
Содержание марганца, мг/кг	810	1130	895	700	500
Содержание меди, мг/кг	93	100	100	65	50

2.3 Метеорологические условия в годы проведения исследований

Агроклиматическая характеристика места проведения исследований, то есть первого агроклиматического района области, имеет следующие параметры: суммы средних суточных температур за период активной вегетации растений колеблются в пределах 2400-2600°С, суммы осадков за этот же период изменяются в

пределах 235-310 мм, а гидротермический коэффициент равен 1,0-1,1. Но это показатели среднемноголетние, а погодные условия за годы исследований характеризовались следующими параметрами.

В приложении А на рисунках 1-5 представлена динамика характеристик погоды за период 1982-1986 годов. Так, по термическому режиму следует отметить, что в мае 1983-1985 годов температура была выше среднемноголетней, что отразилось и на сумме активных температур. Но в дальнейшем температурный режим в основном не превышал среднемноголетний уровень. В 1986 году по этим показателям отмечалось существенное превышение в июне и августе над среднемноголетним уровнем.

В целом же за сезон средняя температура была выше среднемноголетней только в 1984 году, что отразилось и в сумме активных температур, превысившей среднемноголетний показатель на $122,5^{\circ}$. В то же время сумма осадков, выпавших за сезон, в этом году была наименьшей (233 мм) и существенно отличающейся от среднемноголетней (284 мм).

Максимальное же превышение среднемноголетних значений отмечено было в 1985 году (381 мм), но оно достигнуто за счет существенного превышения показателей за сентябрь (101 мм против 45 мм среднемноголетнего показателя) и июнь (120 мм). Поэтому средняя влажность воздуха по рассматриваемым годам незначительно отличалась от среднемноголетней, хотя и существенно колебалась по годам и месяцам.

Динамика гидротермического коэффициента по годам показала значительные колебания по месяцам, что в какой-то степени выразилось и в значениях среднегодовых. Хотя в последнем случае только в 1983 году получено близкое к среднемноголетнему значение, в 1982 и 1985 годах этот показатель превышал среднемноголетний соответственно на 15 и 30%, в остальные годы недобор показаний составил 15-21%. Месячная динамика ГТК была в той или иной степени выровнена только в 1986 году, но абсолютные значения этого показателя были сравнительно низки.

В 1987-1989 годах температурный режим также отличался от среднемноголетней динамики: в июне отмечена повышенная температура (на $1,0-2,5^{\circ}\text{C}$), а в июле повышенная температура отмечена только в 1988 году (на $1,9^{\circ}\text{C}$), в 1987 и

1989 годах температура была ниже (на $0,7-1,1^{\circ}\text{C}$). В среднем за период вегетации температура воздуха была близка к среднемноголетним значениям: в 1987 – меньше на $0,8^{\circ}\text{C}$, в 1988-1989 гг. – больше на $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$ (Приложение А, рисунки 6-8).

Примерно такая же динамика отмечалась и по суммам активных температур: в 1987 году отмечен был недобор (по сравнению со среднемноголетними значениями) в $121,6^{\circ}\text{C}$, а в 1988-1989 годах – превышение в $73,7-137,1^{\circ}\text{C}$.

В то же время общая (за сезон) сумма выпавших осадков была по исследуемым годам существенно больше среднемноголетних показателей (на $133-201$ мм). Но следует отметить, что наибольший вклад в это превышение внесли июнь и сентябрь, где разница со среднемноголетними значениями достигала $68-159$ мм. Отсюда и средняя влажность воздуха по этим годам также превышала среднемноголетние величины как по месяцам, так и в среднем за вегетационный период.

Динамика гидротермического коэффициента в 1987-1989 годах совпадала с динамикой выпадения осадков, так как суммы активных температур по этим годам были выше среднемноголетних и сравнительно близки по своим значениям. То есть колебания по месяцам были значительны и превышали среднемноголетние значения для июня, сентября и в среднем за вегетационный период.

В 1991-1998 годах температурный режим складывался неодинаково как по месяцам, так и в целом за вегетационный период. Так, в 1991, 1995, 1996, 1998 годах средняя температура была выше среднемноголетней (на $0,8-1,2^{\circ}\text{C}$), а в 1993, 1994, 1997 – ниже среднемноголетней (на $0,4-1,4^{\circ}\text{C}$). В то же время констатация данных фактов не отражает существенных колебаний температуры воздуха по месяцам как в годы первой группы лет, так и второй группы, причем колебания выходили за пределы колебаний среднемноголетних величин (Приложение А, рисунки 9-16).

Динамика сумм активных температур по месяцам в большинстве лет этого периода имела вид одновершинной кривой с максимумом в июле. Причем, если в среднем за отмеченный период лет динамика этого показателя была равномерной (соответственно отмеченной ранее), то по годам подобное отмечалось только в

1994, 1996, 1997, 1998 годах, а в остальные годы периода отмечались изменения связанные или со сдвигом максимума кривой (1991 г.), или с большим углом наклона кривой (то есть более резким нарастанием сумм активных температур – 1992 г.), или с изменением характера кривой (появлением второй вершины – 1993, 1995 гг.).

Суммы активных температур за период вегетации в большинстве лет отмеченного периода (за исключением 1994 и 1997 гг.) были больше среднемноголетнего значения (на 142,7-612,9°C), в то же время сумма осадков за данный период была ниже среднемноголетнего значения (на 24-71 мм), кроме 1993, 1994 и 1997 годов.

Среднемесячная влажность воздуха по годам имела устойчивую тенденцию к увеличению в течение периода вегетации, хотя среднемноголетнее значение ее было в половине случаев больше подобных значений по годам, а в половине значений – меньше (соответственно 1992, 1995, 1996, 1998 и 1991, 1993, 1994, 1997 гг.).

Динамика среднемноголетних помесечных значений сумм осадков имела вид сравнительно гладкой одновершинной кривой. В то же время помесечная динамика сумм осадков по годам имела более сложную зависимость: отмечалась и обратная зависимость (в сравнении со среднемноголетней – 1991, 1994, 1996 гг.), и двувершинность кривой (1992, 1994, 1997 гг.). Следует отметить здесь и довольно большую амплитуду колебаний среднемесячных показателей как по годам описываемого периода, так и в разрезе конкретного года исследования.

Среднемноголетняя помесечная динамика гидротермического коэффициента (ГТК) характеризовалась сравнительно небольшими колебаниями, в то же время по годам минимальные и максимальные помесечные значения различались в 5-15 раз.

В 1999-2002 годах температурный режим в течение периода вегетации также отличался от среднемноголетней динамики. Так, в 1999 и 2001 годах средняя за период вегетации температура воздуха была выше среднемноголетней (на 0,7-0,9°C), но в 1999 году средняя майская температура была ниже среднемноголетней на 3,4°C, а июньская – выше на 3,3°C. В 2000 году средняя за период вегета-

ции температура была ниже среднемноголетней (на $0,8^{\circ}\text{C}$), что обуславливалось более низкими температурами мая и сентября, а также июня. В 2002 году средняя температура за период вегетации была выше среднемноголетней (на $1,2^{\circ}\text{C}$), что обуславливалось более высокими температурами в июле, августе и сентябре (Приложение А, рисунки 17-20).

Динамика сумм активных температур повторяет динамику среднемесячных температур по годам: так, по трем годам (1999, 2001, 2002) сумма активных температур за период вегетации была выше среднемноголетнего значения (на $114,3-193,8^{\circ}\text{C}$), а в 2000 году – она была ниже среднемноголетней (на $115,8^{\circ}\text{C}$).

Причем, динамика помесечных сумм активных температур повторяет динамику среднемесячных температур. Увеличение сумм активных температур в двух случаях из трех (а именно в 1999 и 2001 годах) сопровождалось уменьшением сумм осадков, выпавших за период вегетации (на 27-65 мм), по сравнению со среднемноголетними значениями. В 2002 году количество выпавших осадков за период вегетации было больше среднемноголетнего значения (на 43 мм), но достигнуто это за счет повышения месячной суммы осадков в сентябре, что существенного влияния на общую картину иметь не может. В 2000 году общая за период вегетации сумма осадков была больше среднемноголетней на 65 мм, что достигнуто, в основном, за счет увеличения осадков в июне-июле и это значительно меняет общую динамику формирования урожая овощей, в какой-то степени качества урожая и существенно влияет на иммунитет растений.

В этом отношении не столь показательна динамика влажности воздуха и по годам исследования, и по месяцам. Так, разница по этому показателю между конкретным годом и среднемноголетним значением сравнительно невелика. Например, среднемноголетнее значение влажности воздуха за период вегетации составляет 68%, а значения влажности воздуха по годам колебались от 62 до 70%.

Динамика гидротермического коэффициента в 1999-2002 годах была адекватна таковой для суммы активных температур и для суммы осадков как по годам в целом (по периодам вегетации), так и по месяцам в течение года. Так, за 2000 и 2002 годы в целом по периоду вегетации ГТК был выше среднемноголетнего со-

ответственно на 0,31 и 0,07, а в 1999 и 2001 – ГТК был ниже соответственно на 0,29 и 0,16. По месяцам же динамика ГТК, как и в предыдущие годы, имела значительную амплитуду, давая разницу от 4 до 11 раз.

Таблица 2 – Значения ГТК за период вегетации и его части

Годы	ГТК за период вегетации	ГТК за май-июнь	ГТК за июль-август
1	2	3	4
1982	1,28	1,54	1,26
1983	1,06	1,26	1,18
1984	0,87	0,76	1,12
1985	1,48	1,52	1,03
1986	0,94	0,77	0,87
1987	1,73	1,90	1,04
1988	1,79	2,46	1,07
1989	1,58	2,00	1,21
1990	1,84	1,33	1,12
1991	0,97	1,31	0,63
1992	0,91	0,56	0,70
1993	1,39	0,80	1,40
1994	1,30	2,67	0,77
1995	0,77	0,65	1,03
1996	0,83	0,88	0,23
1997	1,23	1,24	0,62
1998	0,80	0,72	1,00
2000	1,42	1,53	1,19
2001	0,95	0,84	0,68
2002	1,19	1,04	0,59
2003	1,39	0,95	1,96
2004	1,13	1,49	1,05
2005	1,21	2,33	0,84
2006	1,18	0,74	1,38
2007	0,86	0,93	0,53
2008	0,89	0,98	0,60
2009	0,68	0,85	0,75
2010	0,60	0,76	0,38
2011	0,86	0,79	1,06
2012	1,45	1,18	1,89
2013	1,33	0,66	1,32
2014	0,64	1,18	0,38
2015	0,66	0,86	0,64
2016	1,16	1,15	0,74
2017	0,90	0,94	0,82
2018	0,76	0,77	0,72

В 2003-2018 годах температурный режим в течение периода вегетации также отличался от среднемноголетней динамики (Приложение А, рисунки 21-36).

Мы оценили динамику гидротермического коэффициента (ГТК) в конце XX – начале XXI на территории Воронежского ГАУ. Причем рассчитывали не только ГТК за период вегетации, но и ГТК двухмесячных периодов, чтобы детальнее рассмотреть эту динамику, а также оценить вклад разных двухмесячных периодов в единый показатель за весь период вегетации (Таблица 2).

На рисунках 1-12 представлена динамика ГТК за отдельные девятилетние периоды, с 1982 года по 2018 год. Здесь же представлены и тренды этого показателя. Так, в течение 1982-1990 гг. общий тренд динамики ГТК показывал неуклонное увеличение этого показателя (динамика по тренду от 1,1 до 1,6). В период же 1991-2000 гг. направление тренда сменилось на уменьшение с 1,23 до 0,85. Следующий девятилетний период отмечается как довольно стабильный, если судить по тренду изменения ГТК (от 1,03 до 1,1). И последний интервал (2010-2018 гг.) также был относительно стабилен (от 0,95 до 0,9) [349].

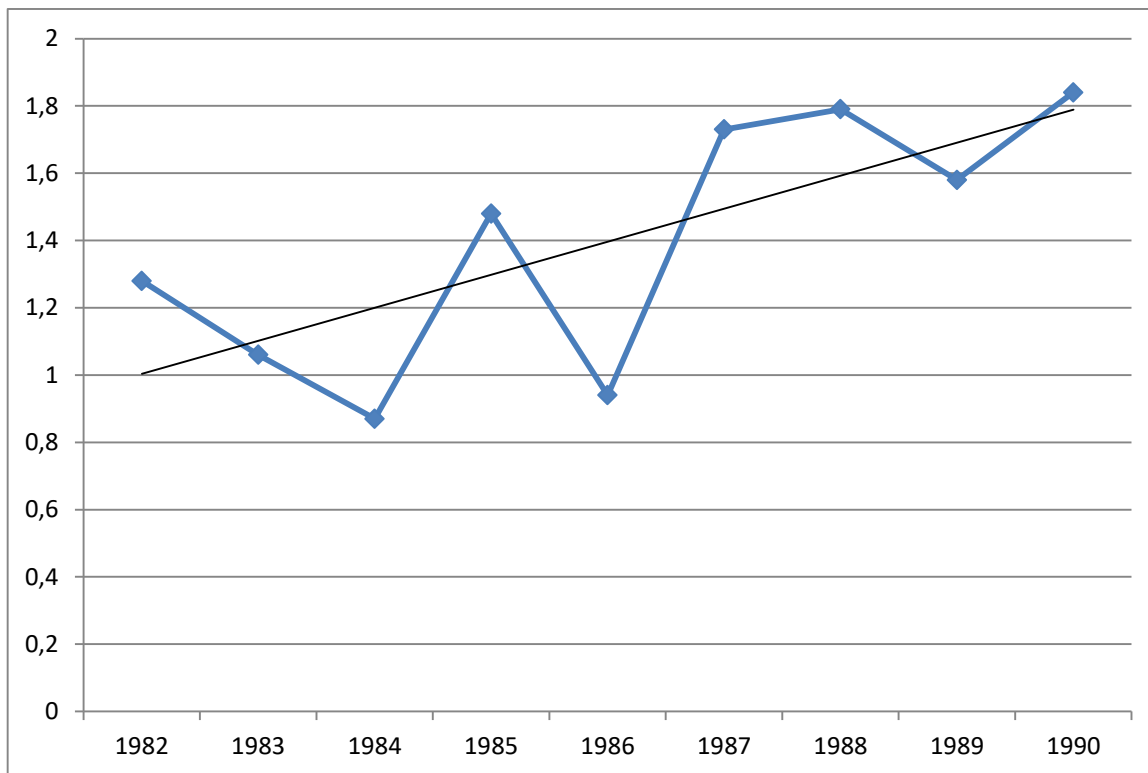


Рисунок 1 - Динамика ГТК в 1982-1990 годы

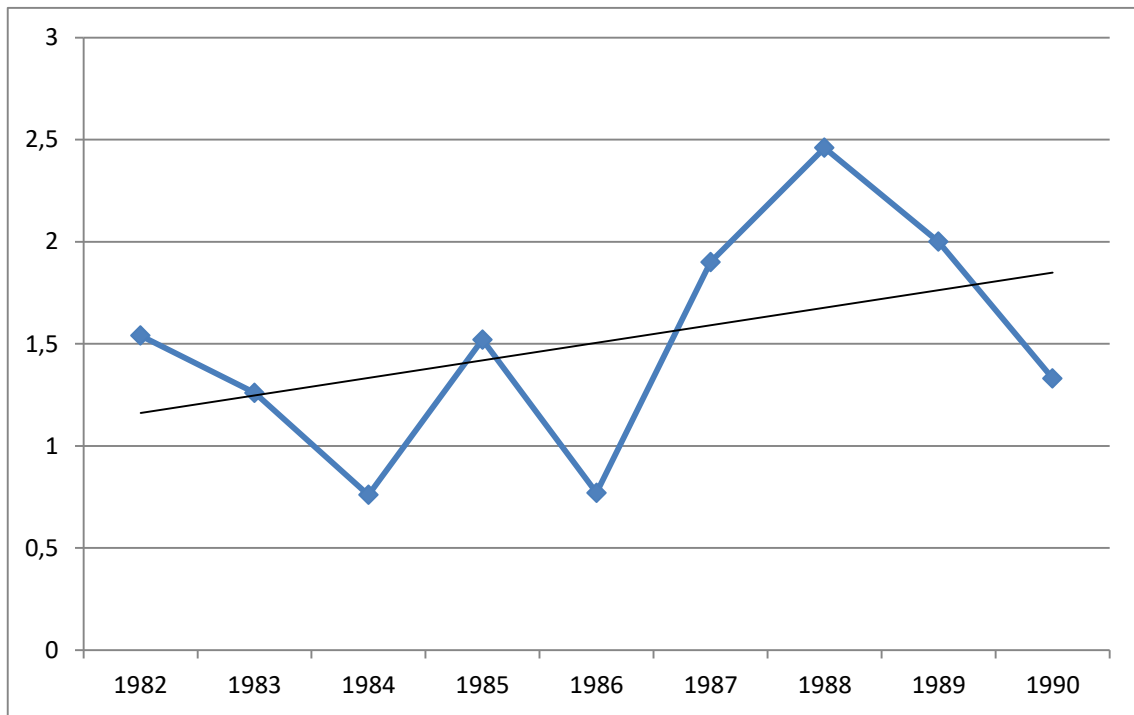


Рисунок 2 - Динамика ГТК (май-июнь) в 1982-1990 годы

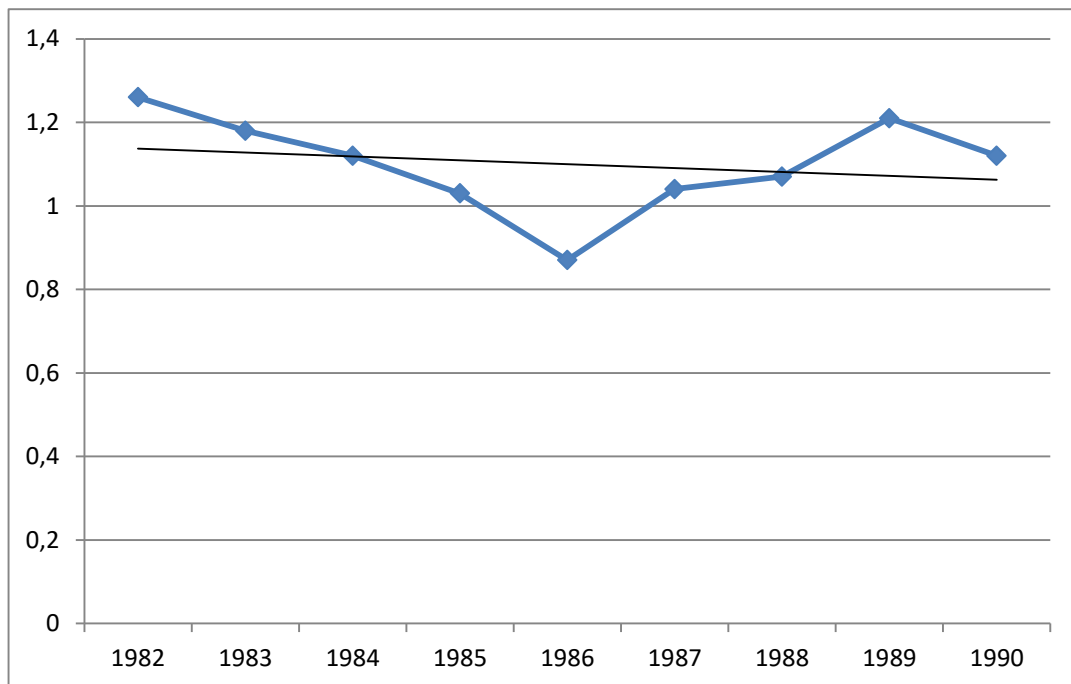


Рисунок 3 - Динамика ГТК (июль-август) в 1982-1990 годы

Детальное рассмотрение динамики ГТК по двухмесячным периодам показало, что основной вклад в повышающую динамику ГТК в период 1982-1990 гг.

внесли высокие показатели за май-июнь (динамика по тренду от 1,15 до 1,9). Даже понижающая динамика ГТК за июль-август (по тренду от 1,15 до 1,07) не повлияла существенно на общий тренд динамики ГТК за весь период вегетации.

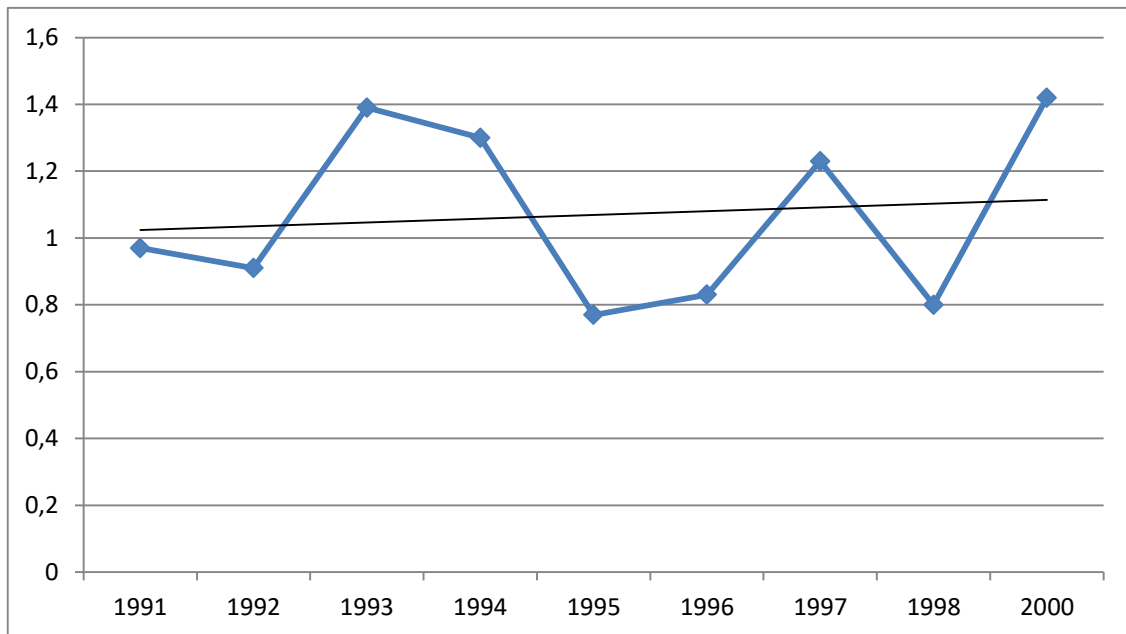


Рисунок 4 - Динамика ГТК в 1991-2000 годы

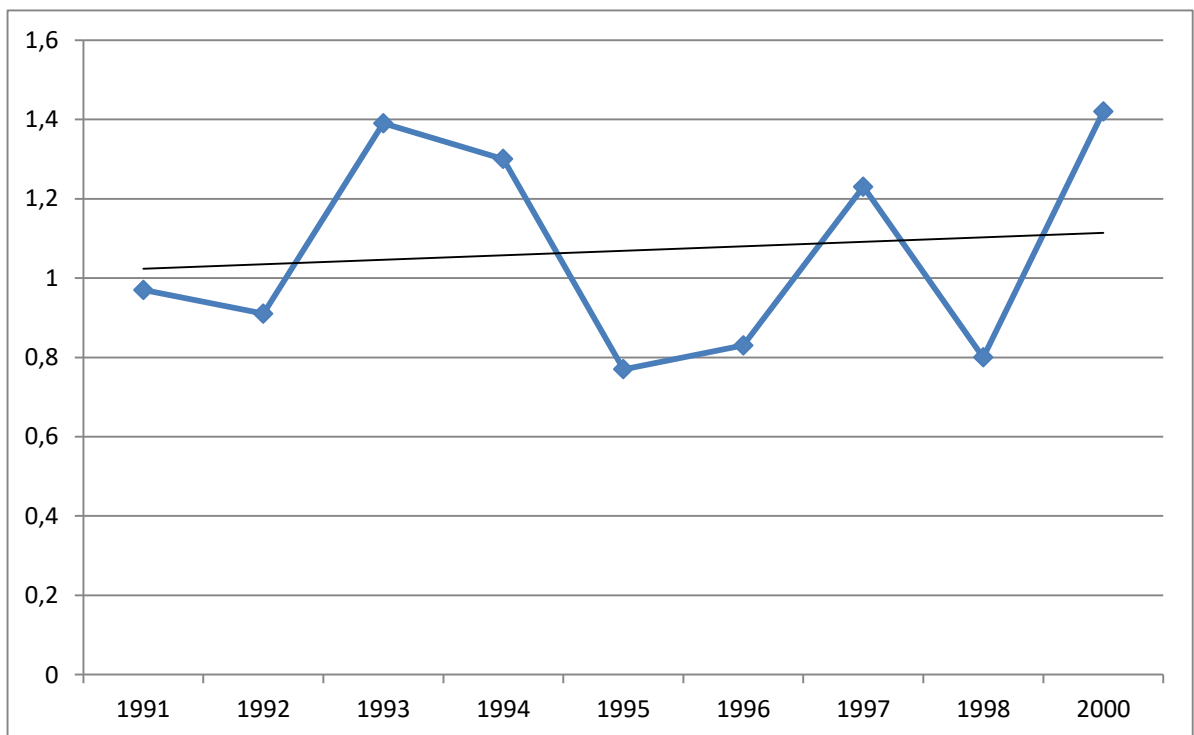


Рисунок 5 - Динамика ГТК (май-июнь) в 1991-2000 годы

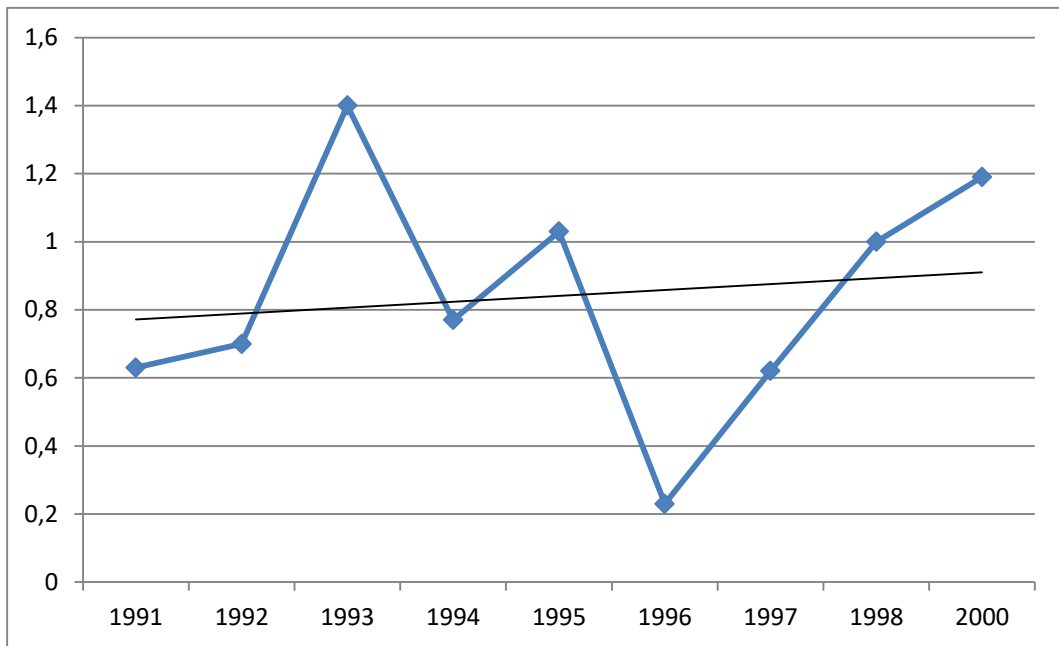


Рисунок 6 - Динамика ГТК (июль-август) в 1991-2000 годы

Рассмотрение динамики ГТК за период 1991-2000 гг. показало незначительную повышающую динамику как за май-июнь (от 1,1 до 1,15), так и за июль-август (от 0,78 до 0,92). По-видимому, динамику ГТК за период вегетации в целом обусловили показатели сентября, так как общая динамика была понижающей.

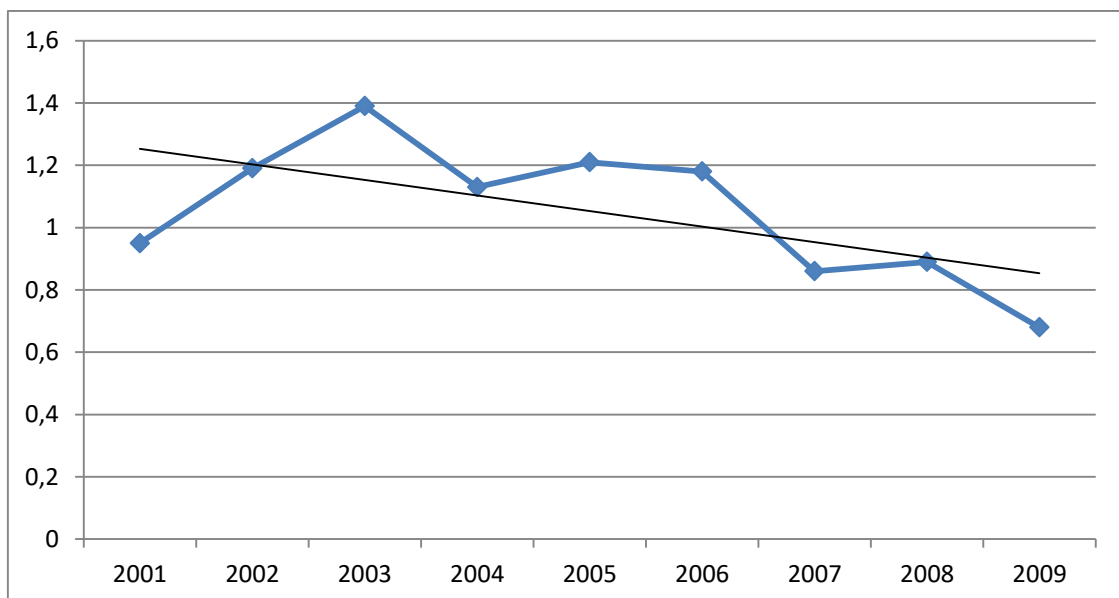


Рисунок 7 - Динамика ГТК в 2001-2009 годы

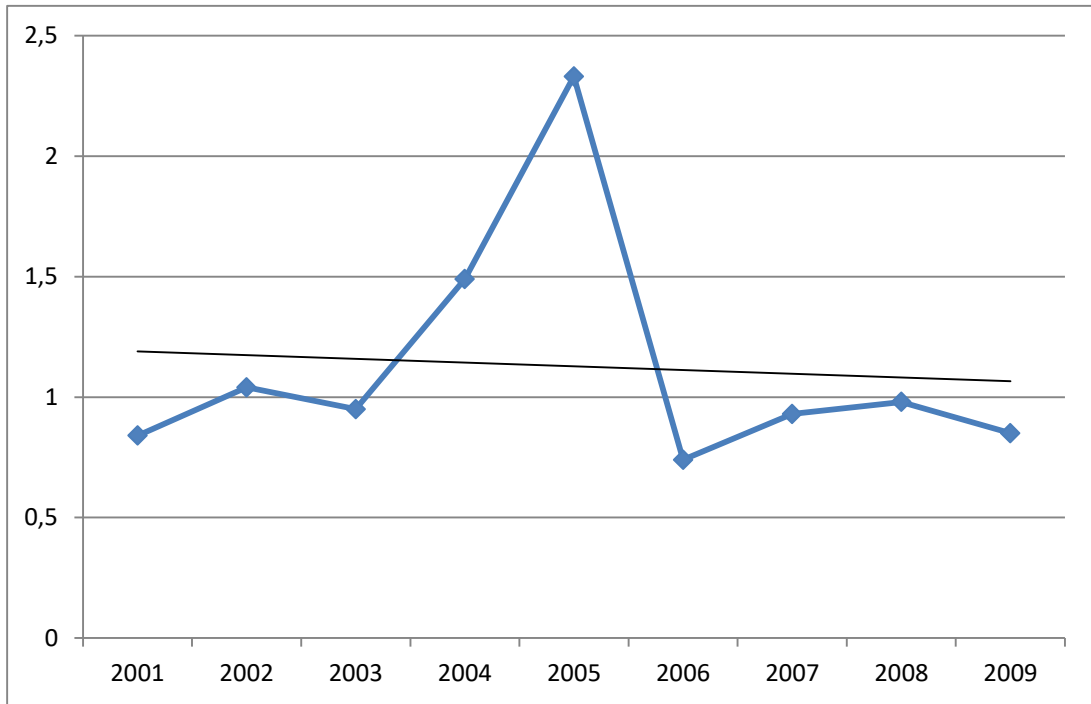


Рисунок 8 - Динамика ГТК (май-июнь) в 2001-2009 годы

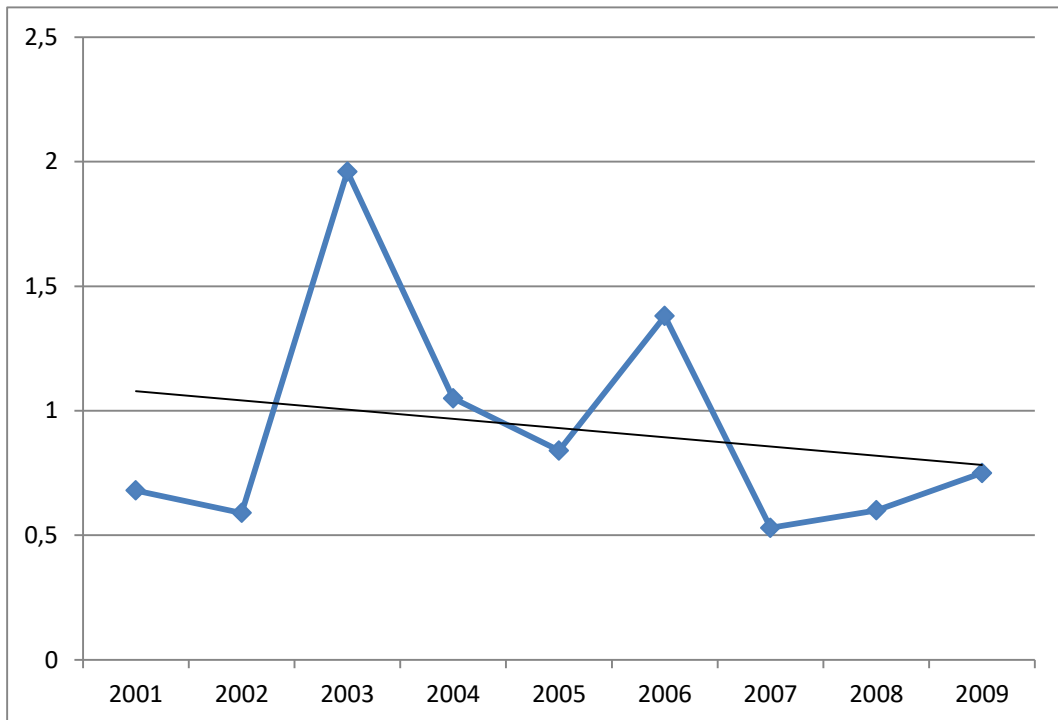


Рисунок 9 - Динамика ГТК (июль-август) в 2001-2009 годы

В период 2001-2009 гг. динамика ГТК за май-июнь была понижающей (от 1,18 до 1,05 по тренду), также как и динамика ГТК за июль-август (по тренду от

1,07 до 0,77). А общая динамика за весь период вегетации была повышающей, что также было обусловлено показателями сентября.

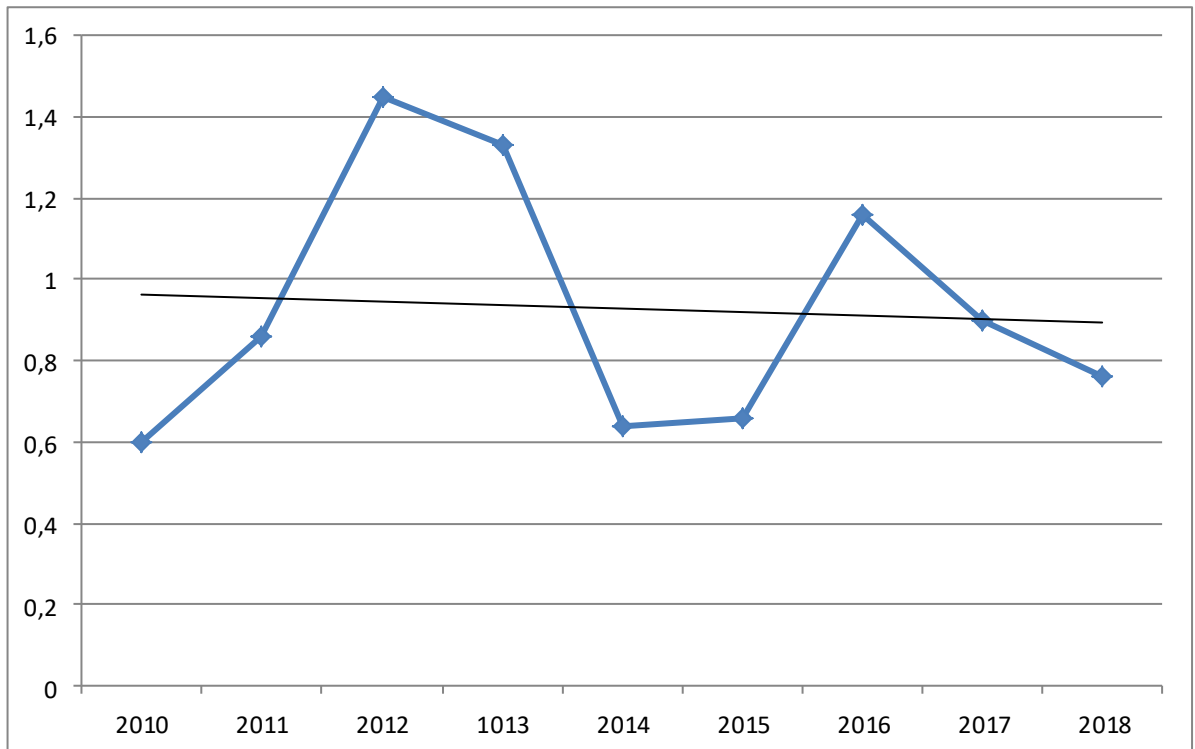


Рисунок 10 - Динамика ГТК в 2010-2018 годы

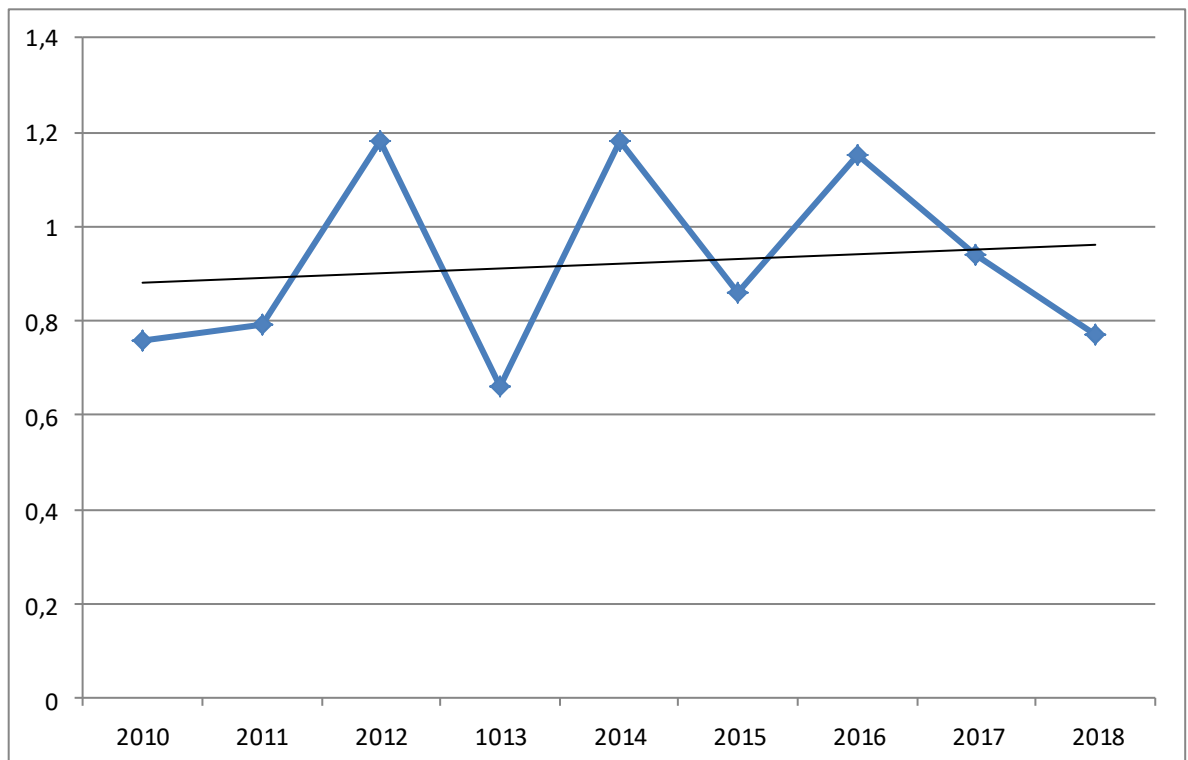


Рисунок 11 - Динамика ГТК (май-июнь) в 2010-2018 годы

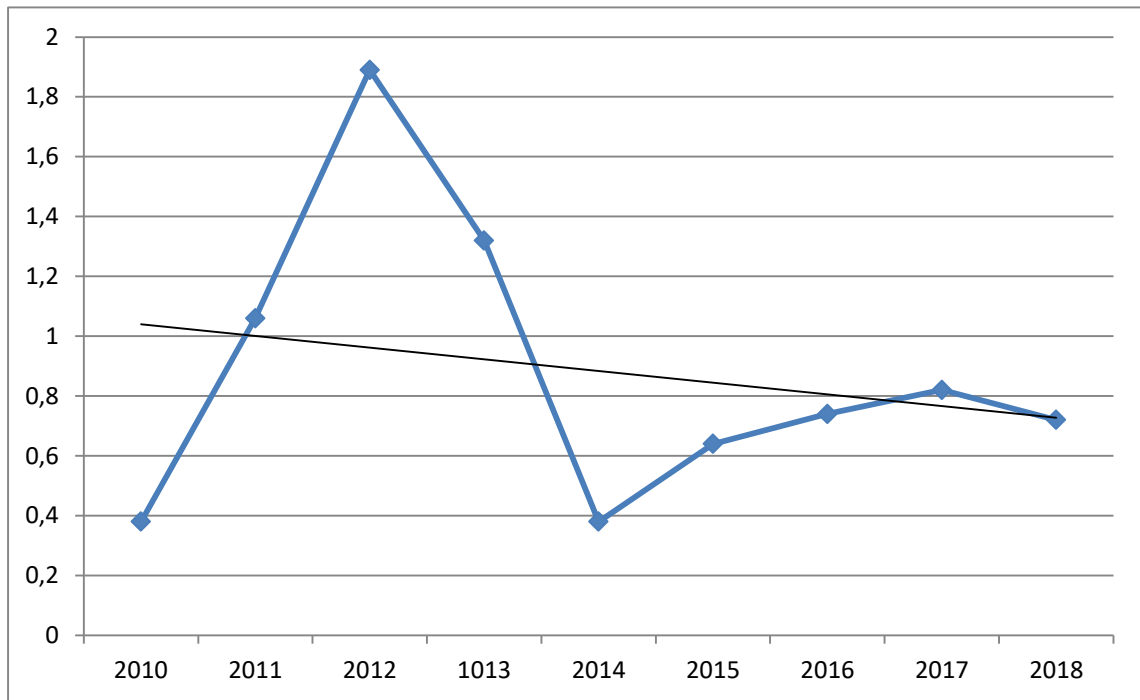


Рисунок 12 - Динамика ГТК (июль-август) в 2010-2018 годы

В период с 2010 по 2018 год динамика ГТК за май-июнь была слабоповышающей (от 0,88 до 0,97 по тренду), а за июль-август – понижающей (по тренду от 1,03 до 0,74). Все это - на фоне слабопонижающей общей динамики ГТК за весь период вегетации.

Для того, чтобы оценить устойчивость динамики ГТК по годам мы рассчитали средние значения ГТК и коэффициенты вариации этого показателя за указанные временные интервалы. В результате получилась следующая картина (Таблица 3).

Таблица 3 – Средние значения ГТК и коэффициенты вариации за отдельные периоды

Периоды	Период вегетации		Май-июнь		Июль-август	
	ГТК	V, %	ГТК	V, %	ГТК	V, %
1982-1990	1,40	9,96	1,50	20,84	1,10	1,18
1991-2000	1,07	6,54	1,15	37,68	0,84	14,69
2001-2009	1,05	4,68	1,13	21,98	0,93	23,73
2010-2018	0,93	10,65	0,92	4,46	0,88	26,31

Следует отметить, что степень варьирования ГТК в конце XX – начале XXI века постепенно понижалась: с 9,96% в период 1982-1990 гг. до 4,68% в период 2001-2009 гг., но в период с 2010 по 2018 г. коэффициент вариации снова вырос (до 10,65%). Если же рассматривать более короткие периоды, то обращает на себя внимание сильное варьирование этого показателя за май-июнь в первые три выделенных девятилетних периода (колебания от 20,84 до 37,68%) и только в четвертом периоде коэффициент вариации снизился до 4,46%. За период же июль-август мы видим обратную картину .

В то же время если рассмотреть динамику средних за указанные периоды величин ГТК, то проявляется закономерность снижения ГТК – 1,40-1,07-1,05-0,93. Причем, эта закономерность проявляется и по более коротким периодам: май-июнь – 1,50-1,15-1,13-0,92; июль-август – 1,10-0,84-0,93-0,88.

Таким образом, на территории Воронежского ГАУ прослеживается закономерность нарастания засушливости, причем в большей степени это проявляется в период май-июнь. Степень варьирования ГТК по годам также уменьшалась, что косвенно подтверждает выявленную закономерность.

2.4 Методики, использованные при проведении исследований

Методики, использованные при проведении экспериментов:

1. Фенологические наблюдения, биометрические измерения и морфологическое описание растений проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания овощных культур [226], методикой полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве [226].
2. Учеты физиологических показателей роста и развития овощных растений проводили в соответствии с методикой физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве [226].
3. Биохимические анализы выполняли в биологической лаборатории ВГАУ в соответствии с общепринятыми методами химических анализов [226].

4. Планирование, закладку, проведение и статистическую обработку результатов осуществляли на основе общепринятых методик [226], а также используя пакеты программ «Statistika».

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

6. Агротехнические опыты 1982-1986 гг.: площадь учетной делянки – 20 м², повторность – 4-кратная, размещение вариантов – рендомизированное, площадь листьев определяли методом высечек, выделение СО₂ почвой – по Оганову, содержание сухого вещества – методом высушивания, витамина С – по Мурри, сахаров – по Бертрану, кислотность – титрованием, нитратов – ионометрически, посевные качества семян – по методике ГОСТ 12038-84, обработку гидрелом проводили в фазы 10%, 20%, 30% зрелых плодов на делянке, включая плоды в бурой зрелости и перед началом побурения (0% зрелых); сроки отбора почвенных и растительных образцов и определения показателей: первый – I декада июня, второй – I декада июля, третий – I декада августа.

7. Агротехнические опыты 1987-1989 гг.: площадь учетной делянки – 20 м², повторность – 4-кратная, размещение вариантов – рендомизированное, площадь листьев определяли методом высечек, выделение СО₂ почвой – по Оганову, содержание сухого вещества – методом высушивания, витамина С – по Мурри, кислотность – титрованием, сахаров – по Бертрану, нитратов – ионометрически, сроки отбора почвенных и растительных образцов и определения показателей: первый – I декада июня, второй – I декада июля, третий – I декада августа.

8. Агротехнические опыты 1991-1998 гг.: 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, определение нитрификационной способности почвы – по Кравкову, содержание сухого вещества – методом высушивания, витамина С – по Мурри, кислотность – титрованием, сахаров – по Бертрану, нит-

ратов – ионометрически, группы микроорганизмов – по общепринятым методикам, сроки отбора почвенных и растительных образцов 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.

9. Агротехнические опыты 1999-2002 гг.: площадь учетной делянки – 20 м² (капуста, томат), 10 м² (огурец), повторность – 4-кратная, размещение вариантов – рендомизированное, площадь листьев определяли методом высечек, выделение СО₂ почвой – по Оганову, содержание сухого вещества – методом высушивания, витамина С – по Мурри, кислотность – титрованием, сахаров – по Бертрану, нитратов – ионометрически, группы микроорганизмов – по общепринятым методикам, сроки отбора почвенных и растительных образцов 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.

10. Агротехнические опыты 2003-2018 гг.: площадь учетной делянки – 20 м² (капуста, томат), 10 м² (огурец), повторность – 4-кратная, размещение вариантов – рендомизированное, площадь листьев определяли методом высечек, выделение СО₂ почвой – по Оганову, содержание сухого вещества – методом высушивания, витамина С – по Мурри, кислотность – титрованием, сахаров – по Бертрану, нитратов – ионометрически, группы микроорганизмов – по общепринятым методикам, сроки отбора почвенных и растительных образцов 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.

11. Схемы севооборотов 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 листовая, кориандр посевной, змееголовник, кресс-салат, бораго, дайкон) – корнеплодные культуры (морковь, столовая свекла, пастернак).

12. 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 томата на делянке (обработка перед побурением плодов);

3) схемы посадки томата: междурядья – $(90+50)/2$ см, 140см, $(120+60)/2$ см, 90см;

4) густота посадки томата: 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.

6) 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) дозы и сроки применения регуляторов роста: регуляторы роста применяли для обработки семян капусты белокочанной, цветной, брокколи, моркови, столовой свеклы, пастернака, томата, гороха овощного, фасоли овощной, бобов овощных, кориандра, горчицы салатной, змееголовника, кресс-салата (перед по-

севом), расход регуляторов роста следующий: агат-25К (в 0,1% растворе замачивали семена на 3 часа); альбит (в 0,4% растворе замачивали семена на 1 час); крезацин (в 0,2% растворе замачивали семена на 0,5 час); перекись водорода (в 0,3% растворе замачивали семена на 6 часов); циркон (в 0,5% растворе замачивали семена на 1 час); эпин экстра (в 0,08% растворе замачивали семена на 2 часа); новосил (в 0,1% растворе замачивали семена на 1 час); нарцисс (в 0,25% растворе замачивали семена на 1 час); гумат 7+ (в 0,05% растворе замачивали семена на 1 час); иммуноцитифит (в 10^{-6} растворе замачивали семена на 1 час).

3 ОПТИМИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

3.1 Динамика доступных форм элементов питания, биологической активности почвы и площади листьев при использовании гидрела (этефона) на овощных культурах

Проведенные нами исследования по оценке влияния обработки гидрелом растений томата на процессы созревания плодов и возможности применения одноразовой ручной уборки агроценоза этой овощной культуры, показали, что использование гидрела для ускорения созревания плодов томата вполне оправдано и целесообразно. Определение содержания доступного азота в почве под разными сортами томата позволило оценить степень воздействия данного приема на динамику питательного режима почвы под растениями томата.

Таблица 4 – Содержание минерального азота (мг/100 г) в почве под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Варианты	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄
Контроль	6,33/21,6	27,93	4,65/14,7	19,35	3,6/11,6	15,2
Гидрел (этефон) 1,0 кг/га	5,90/20,5	26,4	4,25/13,6	17,85	3,1/10,6	13,7
Гидрел (этефон) 1,3 кг/га	6,40/22,6	29,0	4,75/15,6	20,35	3,4/12,6	16,0
Гидрел (этефон) 1,6 кг/га	6,28/22,0	28,28	4,63/15,1	19,73	3,4/12,2	15,6
Гидрел (этефон) 2,0 кг/га	6,15/21,4	27,55	4,55/14,4	18,95	3,3/11,2	14,5

Так, рассматривая результаты определения динамики доступного азота под растениями томата сорта Волгоградский скороспелый 323, можно сказать, что разные дозы гидрела определяли разное использование азота растениями томата: в вариантах с применением гидрела в третий срок определения в почве было

меньше нитратного азота, чем в почве контрольного варианта, а суммарное количество нитратного и аммонийного азота было меньше только в вариантах с применением гидрела в дозах 1,0 и 2,0 кг/га (Таблица 4). Таким образом, на указанных вариантах использование доступного азота было более эффективным.

Рассматривая динамику содержания доступного азота в почве под растениями томата сорта Драгоценность 341, мы видим похожую картину, что и для сорта Волгоградский скороспелый 323 (Таблица 5).

Так, в третий срок определения содержание нитратного азота в почве опытных вариантов было меньше вследствие большего потребления его растениями томата этого сорта. А содержание суммарного азота в этот срок определения было меньше также только для варианта с применением гидрела в дозе 1,3 кг/га.

Таблица 5 – Содержание минерального азота (мг/100 г) в почве под томатом сорта Драгоценность 341 (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Варианты	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄
Контроль	4,9/18,1	23,0	3,2/11,3	14,5	2,2/8,4	10,6
Гидрел (этефон) 1,0 кг/га	5,0/18,1	23,1	3,4/11,3	14,7	2,2/8,2	10,6
Гидрел (этефон) 1,3 кг/га	4,8/17,8	22,6	3,2/11,1	14,3	2,2/8,0	10,2
Гидрел (этефон) 1,6 кг/га	4,9/18,1	23,0	3,3/11,4	14,7	2,3/8,6	10,9
Гидрел (этефон) 2,0 кг/га	4,8/18,0	22,8	3,2/11,3	14,5	2,2/8,5	10,7

В почве под растениями томата сорта Волгоградский 5/95 суммарное содержание доступного азота было меньше только в варианте с применением гидрела в дозе 1,6 кг/га. По отдельным формам доступного азота преимущества опытных вариантов не обнаружено (Таблица 6).

Таблица 6 – Содержание минерального азота (мг/100 г) в почве под томатом сорта Волгоградский 5/95 (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Варианты	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄
Контроль	5,6/19,8	25,4	3,9/13,3	17,2	2,9/9,9	12,8
Гидрел (этефон) 1,0 кг/га	5,6/19,9	25,5	3,9/13,4	17,1	2,9/10,0	12,9
Гидрел (этефон) 1,3 кг/га	5,8/20,3	26,1	4,2/13,3	17,5	3,2/10,4	13,6
Гидрел (этефон) 1,6 кг/га	5,5/19,7	25,2	3,8/13,3	17,1	3,0/9,7	12,7
Гидрел (этефон) 2,0 кг/га	5,7/20,0	25,7	4,1/13,6	17,7	3,4/10,0	13,4

По динамике доступных форм фосфора и калия в почве под растениями томата сорта Волгоградский скороспелый 323 преимущества опытных вариантов не обнаружено. Это дает возможность говорить о том, что растения этого сорта в указанном аспекте консервативны (Таблица 7).

Таблица 7 – Содержание доступного фосфора (мг/кг) и калия (мг/кг) в почве под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Варианты	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	116,5	87,7	96,5	67,6	76,6	57,3
Гидрел (этефон) 1,0 кг/га	114,9	86,8	94,9	67,1	76,4	59,7
Гидрел (этефон) 1,3 кг/га	116,5	91,2	94,1	71,7	75,1	62,3
Гидрел (этефон) 1,6 кг/га	114,6	87,9	94,7	67,7	73,8	57,8
Гидрел (этефон) 2,0 кг/га	117,4	90,6	97,4	72,0	77,0	63,3

Рассматривая результаты определения в почве доступных форм фосфора и калия под растениями томата сорта Драгоценность 341, отмечаем сходную динамику с предыдущим сортом (Таблица 8). Лишь немного выделяется в положительную сторону для этого сорта томата вариант с применением гидрела в дозе 1,3 кг/га.

Таблица 8 – Содержание доступного фосфора (мг/кг) и обменного калия (мг/кг) в почве под томатом сорта Драгоценность 341 (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Варианты	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	111,3	86,6	91,3	66,6	76,3	57,6
Гидрел (этефон) 1,0 кг/га	112,3	86,9	92,3	67,8	77,3	58,2
Гидрел (этефон) 1,3 кг/га	111,3	85,4	91,4	66,8	76,4	56,9
Гидрел (этефон) 1,6 кг/га	112,6	86,7	92,3	68,1	77,3	58,5
Гидрел (этефон) 2,0 кг/га	113,2	85,3	93,2	67,4	78,3	58,0

В почве под растениями томата сорта Волгоградский 5/95 в третий срок определения на опытных вариантах отмечаем несколько меньшее содержание доступного фосфора, что говорит о большей эффективности использования этого элемента в этих вариантах (Таблица 9).

Таблица 9 – Содержание доступного фосфора (мг/кг) и обменного калия (мг/кг) в почве под томатом сорта Волгоградский 5/95 (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Варианты	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	116,5	92,2	99,1	72,2	80,3	62,4
Гидрел (этефон) 1,0 кг/га	116,9	93,2	96,9	73,3	77,9	63,6
Гидрел (этефон) 1,3 кг/га	117,8	93,6	97,9	73,6	78,4	63,9
Гидрел (этефон) 1,6 кг/га	116,5	92,3	96,6	72,5	77,7	65,2
Гидрел (этефон) 2,0 кг/га	117,8	93,2	97,9	73,3	78,5	63,6

В третий срок определения площадь листьев томата сорта Волгоградский скороспелый 323 в опытных вариантах была несколько больше, чем в контрольном варианте (Таблица 10).

Таблица 10 – Динамика площади (s) листьев ($m^2/га$) и биологической активности (выделение CO_2) почвы ($мг/кг \times час$) под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Варианты	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	S	CO_2	S	CO_2	S	CO_2
Контроль	10460	7,0	17873	11,6	26390	12,7
Гидрел (этефон) 1,0 кг/га	10715	7,2	18135	11,8	26718	12,9
Гидрел (этефон) 1,3 кг/га	10380	7,1	18040	11,7	26628	12,7
Гидрел (этефон) 1,6 кг/га	10460	7,0	17898	11,6	26378	12,6
Гидрел (этефон) 2,0 кг/га	10388	7,1	18063	11,6	26593	12,7
НСР ₀₅	262	0,2	281	0,2	334	0,3

Это позволяет говорить, что наряду с десикационным эффектом действия гидрела на растения томата выявлен и стимулирующий эффект в формировании листового аппарата, причем с увеличением дозы гидрела несколько растет этот эффект.

Таблица 11 – Динамика площади (s) листьев ($m^2/га$) и биологической активности (выделение CO_2) почвы ($мг/кг \times час$) под томатом сорта Драгоценность 341 (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Варианты	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	S	CO_2	S	CO_2	S	CO_2
Контроль	11705	8,0	18880	12,4	26943	13,5
Гидрел 1,0 кг/га	11763	7,8	18968	12,0	27013	13,1
Гидрел 1,3 кг/га	11770	8,0	18930	12,2	26930	13,3
Гидрел 1,6 кг/га	11650	7,9	18803	12,2	25938	13,3
Гидрел 2,0 кг/га	11553	8,1	18705	12,5	26805	13,5
НСР ₀₅	165	0,3	193	0,4	73	0,4

Определение биологической активности почвы (по Оганову) под растениями томата этого сорта не показало какой-либо достоверной динамики, что вполне объяснимо, так как воздействие идет на растения томата и временные интервалы слишком малы для того, чтобы это воздействие проявилось в показателях почвы.

В то же время на растениях томата сорта Драгоценность 341 стимулирующего эффекта в развитии листового аппарата не было отмечено (Таблица 11). По-видимому, сортовые особенности растений томата в данном аспекте играют более существенную роль, чем видовые особенности культуры. Биологическая активность почвы под растениями томата этого сорта также не показала какой-либо существенной динамики.

То же самое можно отметить и для растений сорта томата Волгоградский 5/95. Здесь также не обнаружено стимулирующего эффекта в формировании листового аппарата томата под влиянием обработки гидрелом. Влияния на биологическую активность почвы под растениями томата этого сорта после обработки последних гидрелом не отмечено (Таблица 12).

Таблица 12 – Динамика площади (s) листьев (м²/га) и биологической активности (выделение CO₂) почвы (мг/кг час) под томатом сорта Волгоградский 5/95 (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Варианты	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	S	CO ₂	S	CO ₂	S	CO ₂
Контроль	12228	8,0	19238	12,4	27275	13,4
Гидрел 1,0 кг/га	12198	8,0	19213	12,4	27243	13,4
Гидрел 1,3 кг/га	12193	7,8	19205	12,2	27238	13,3
Гидрел 1,6 кг/га	12235	8,1	19245	12,6	27298	13,5
Гидрел 2,0 кг/га	12178	7,8	19195	12,2	27235	13,3
НСР ₀₅	61	0,2	48	0,2	44	0,2

3.2 Применение гидрела на овощных культурах с целью увеличения товарной продуктивности овощных агроценозов

Применение 2-хлорэтилфосфоновой кислоты в садоводстве весьма разнообразно: регулирование созревания плодов, регулирование пола у двуполых растений, регулирование биометрических показателей растений в фазе рассады [490, 491, 492, 500, 501, 503, 504, 505, 509, 512, 516, 525, 527, 528, 529, 530, 533].

Использование различных препаратов на основе 2-хлорэтилфосфоновой кислоты (гидрел, этрел, кампозан, этефон и др.) на разных культурах в садоводстве дает возможность регулировать онтогенетические процессы [534, 537, 539, 542, 552, 553, 565, 570, 571, 579, 590, 591, 594, 597, 599].

Определение урожайности томата при применении гидрела показало, что растения сорта Волгоградский скороспелый 323 положительно реагируют на подобное воздействие: отмечена достоверная прибавка массы зрелых плодов по всем вариантам опыта как при применении гидрела в фазе 10-15% зрелых плодов на участке, так и при применении гидрела в фазе 20-25% зрелых плодов на участке (Рисунки 13, 14 и Приложение Б).

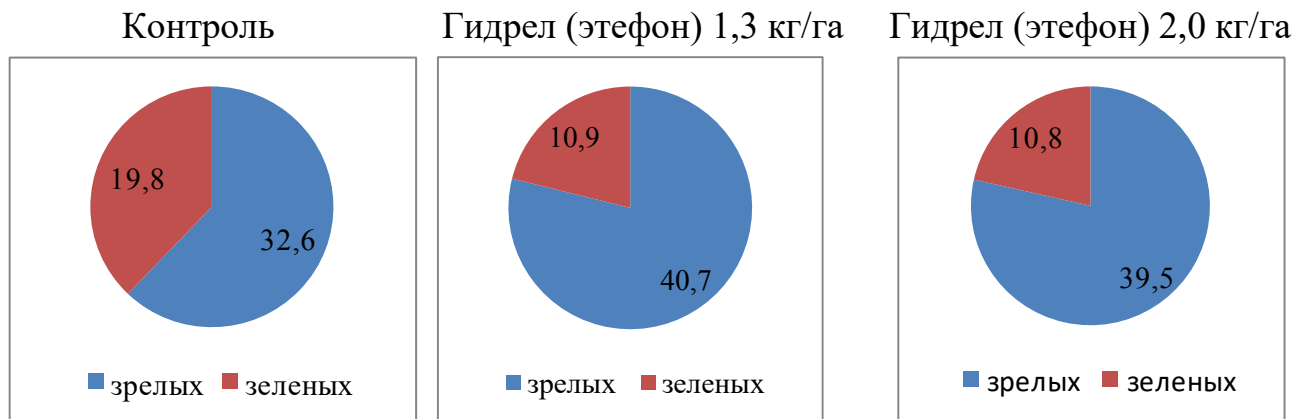


Рисунок 13 - Влияние обработки гидрелом (этефоном) в фазу 10-15% зрелых плодов на участке на структуру урожая плодов томата раннеспелого сорта, т/га (среднее за 1994-1998, 2010-2017 гг.)

Максимальный эффект получен был при использовании дозы гидрела 2,0 кг/га – в сравнении с контрольным вариантом масса зеленых плодов уменьшилась почти в два раза и при применении гидрела в одну и в другую фазы. При этом изменение суммарной урожайности томата было несущественно.

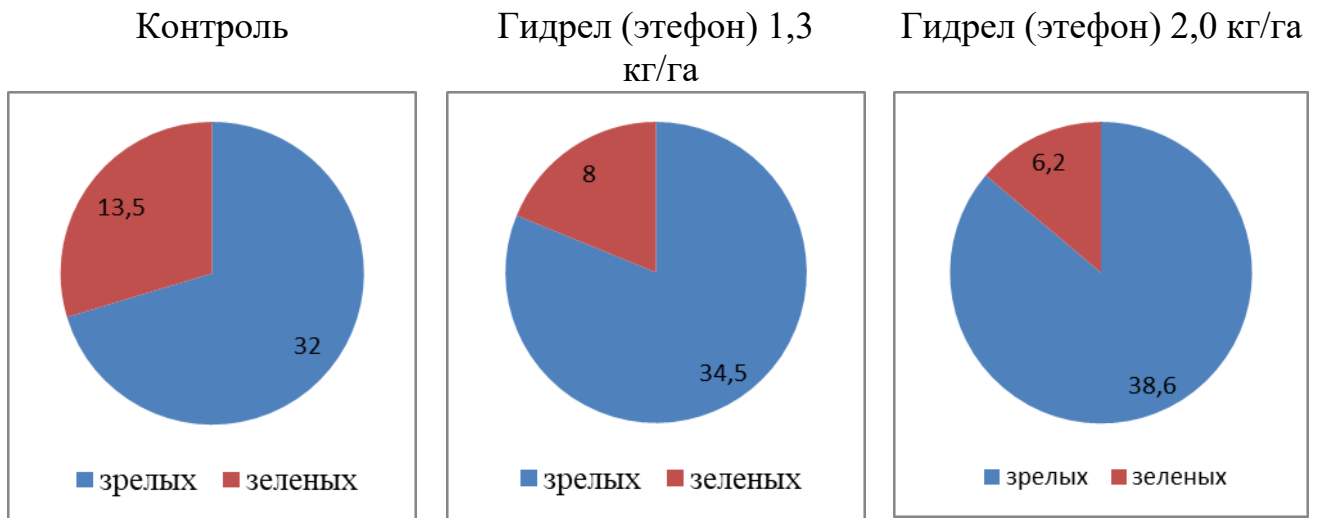


Рисунок 14 - Влияние обработки гидрелом (этефоном) в фазу 20-25% зрелых плодов на участке на структуру урожая плодов томата среднеспелого сорта, т/га (среднее за 1994-1998, 2010-2017 гг.)

Рассматривая результаты учета урожайности томата по сорту Драгоценность 341 отмечаем сходную картину с сортом Волгоградский скороспелый 323: здесь также максимальный эффект воздействия гидрела был отмечен при дозе гидрела 2,0 кг/га (Рисунки 15,16 и Приложение В).

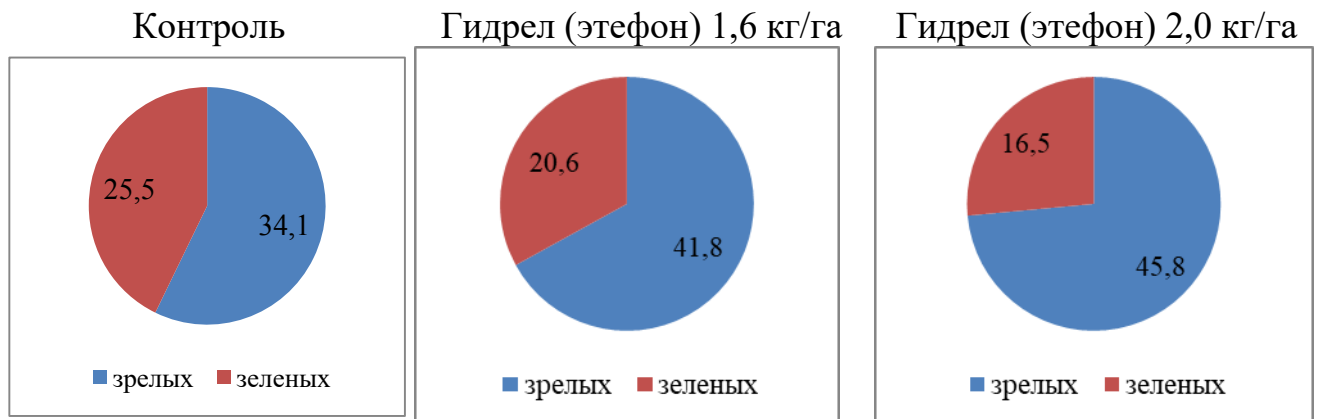


Рисунок 15 - Влияние обработки гидрелом (этефоном) в фазу 10-15% зрелых плодов на участке на структуру урожая плодов томата среднеспелого сорта, т/га (среднее за 1994-1998, 2010-2017 гг.)

На сорте Волгоградский 5/95 гидрел применяли только в фазе 10-15% зрелых плодов на участке (в более позднюю фазу применение этого стимулятора не дает эффекта вследствие существенного уменьшения прихода активных температур) (Рисунок 17 и Приложение Г).

Здесь лучшим вариантом был вариант с применением гидрела в дозе 1,3 кг/га, что позволило при доказанном неуменьшении суммарной урожайности получить существенное увеличение массы зрелых плодов с делянки.

Определение показателей качества зрелых плодов томата сорта Волгоградский скороспелый 323 показало (Таблица 13), что при использовании гидрела в дозах 1,6 и 2,0 кг/га наблюдается тенденция ухудшения этих показателей (Таблица 20): уменьшается на 0,15-0,17% содержание сухого вещества, снижается количество общих сахаров (на 0,19-0,51%), уменьшается накопление витамина С (на 2,29-242 мг%).

Таблица 13 – Качество плодов томата сорта Волгоградский скороспелый 323 (среднее за 1984-1986 гг.)

Варианты	Сухое вещество, %	Общие сахара, %	Кислотность, %	Витамин С, мг%
Контроль	6,13	2,97	0,67	40,71
Гидрел 1,0 кг/га	6,33	2,86	0,67	38,73
Гидрел 1,3 кг/га	6,11	2,85	0,72	41,81
Гидрел 1,6 кг/га	5,96	2,78	0,66	38,40
Гидрел 2,0 кг/га	5,98	2,46	0,70	38,29
НСР ₀₅	0,21			

Растения томата сорта Драгоценность 341 и в этом случае подтверждают свои особенности в отклике на воздействие гидрела (Таблица 14).

Так, уменьшение содержания сухого вещества отмечено только при применении гидрела в дозе 2,0 кг/га (на 0,56%), в то же время в варианте с использованием гидрела в дозе 1,3 кг/га отмечено увеличение содержания сухого вещества (на 0,36%). По другим показателям какой-либо закономерности в динамике не отмечено.

Таблица 14 – Качество плодов томата сорта Драгоценность 341 (среднее за 1984-1986 гг.)

Варианты	Сухое вещество, %	Общие сахара, %	Кислотность, %	Витамин С, мг%
Контроль	6,49	3,84	0,64	36,86
Гидрел 1,0 кг/га	6,16	3,00	0,68	34,82
Гидрел 1,3 кг/га	6,75	3,36	0,72	30,43
Гидрел 1,6 кг/га	6,42	3,52	0,64	33,28
Гидрел 2,0 кг/га	5,93	3,25	0,70	35,59
НСР ₀₅	0,35			

По сорту же Волгоградский 5/95 применение гидрела обуславливало увеличение содержания сухого вещества (на 0,09-0,41%), причем отмечается тенденция нарастания разницы в показателях при увеличении дозы препарата (Таблица 15).

При этом отмечается тенденция к росту кислотности плодов (на 0,04-0,08%) при некотором повышении содержания общих сахаров в плодах томата. Отмечена также тенденция к снижению накопления витамина С в плодах томата этого сорта при применении гидрела.

Таблица 15 – Качество плодов томата сорта Волгоградский 5/95 (среднее за 1984-1986 гг.)

Варианты	Сухое вещество, %	Общие сахара, %	Кислотность, %	Витамин С, мг%
Контроль	6,35	3,16	0,64	39,63
Гидрел 1,0 кг/га	6,47	3,45	0,64	33,51
Гидрел 1,3 кг/га	6,69	3,22	0,68	34,27
Гидрел 1,6 кг/га	6,44	3,13	0,65	36,09
Гидрел 2,0 кг/га	6,76	3,55	0,72	37,96
НСР ₀₅	0,33			

Был также проведен опыт по выявлению степени воздействия гидрела на биохимический комплекс томата на указанных ранее сортах этой культуры. При естественном дозаривании плодов томата сорта Волгоградский скороспелый 323 содержание сухого вещества в плодах томата было меньше, чем в плодах с опытных вариантов (на 0,06-0,67%), растет кислотность плодов (на 0,10-0,18%), существенно снижается накопление витамина С (почти в 2,5 раза) (Таблица 16).

Таблица 16 – Зависимость качества плодов сорта Волгоградский скороспелый 323 при применении гидрела в 1984-1986 гг.

Варианты	Сухое ве- щество, %	Общие са- хара, %	Кислот- ность, %	Витамин С, мг%
После обработки				
Контроль	5,98	3,01	0,74	44,71
Гидрел 1,0 кг/га	6,33	2,72	0,66	41,13
Гидрел 1,3 кг/га	5,82	3,09	0,74	47,04
Гидрел 1,6 кг/га	5,92	2,56	0,73	39,85
Гидрел 2,0 кг/га	6,08	2,28	0,71	40,79
После дозаривания				
Контроль	5,76	2,35	0,84	18,51

На сорте Драгоценность 341 отмеченные ранее закономерности также проявляются: при естественном дозаривании меньше накапливается сухого вещества (на 0,07-0,34%), растет кислотность (на 0,03-0,12%), уменьшается накопление витамина С (на 4,81-9,49 мг%) (Таблица 17).

Таблица 17 – Зависимость качества плодов сорта Драгоценность 341 при применении гидрела в 1984-1986 гг.

Варианты	Сухое ве- щество, %	Общие са- хара, %	Кислот- ность, %	Витамин С, мг%
После обработки				
Контроль	5,81	4,44	0,62	33,95
Гидрел 1,0 кг/га	5,85	3,54	0,72	33,77
Гидрел 1,3 кг/га	6,12	3,37	0,67	32,46
Гидрел 1,6 кг/га	6,10	4,25	0,63	32,74
Гидрел 2,0 кг/га	5,89	4,10	0,68	37,42
После дозаривания				
Контроль	5,78	2,50	0,75	27,93

По сорту Волгоградский 5/95 применение гидрела обуславливает улучшение показателей по сравнению с естественным дозариванием плодов томата (Таблица 18): идет увеличение накопления сухого вещества (на 0,16-0,35%), повышение накопления общих сахаров (на 0,03-0,43%), увеличение накопления витамина С (на 6,97-13,18 мг%).

Таблица 18 – Зависимость качества плодов сорта Волгоградский 5/95 при применении гидрела в 1984-1986 гг.

Варианты	Сухое вещество, %	Общие сахара, %	Кислотность, %	Витамин С, мг%
После обработки				
Контроль	5,79	2,81	0,68	42,25
Гидрел 1,0 кг/га	5,73	3,03	0,64	45,54
Гидрел 1,3 кг/га	5,69	2,63	0,64	39,33
Гидрел 1,6 кг/га	5,73	2,69	0,65	39,82
Гидрел 2,0 кг/га	5,88	3,21	0,82	40,94
После дозаривания				
Контроль	5,53	2,60	0,68	32,36

В процессе экспериментов также оценивалось влияние гидрела на свойства томата в потомстве. На сорте Драгоценность 341 после применения гидрела посевные свойства семян, выделенных из плодов, обработанных гидрелом, существенно не ухудшались (Таблица 19).

Таблица 19 – Зависимость посевных качеств семян томата сорта Драгоценность 341 при применении гидрела в 1984-1986 гг.

Варианты	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Длина первичного стебля, см	Длина первичного корня, см	Масса 100 проростков, мг
Контроль	3,18	93,00	95,00	7,61	9,42	199,5
Гидрел 1,0 кг/га	3,08	93,25	95,02	7,16	9,55	195,2
Гидрел 1,3 кг/га	3,14	94,67	96,58	7,00	7,79	179,3
Гидрел 1,6 кг/га	3,18	92,50	94,92	7,14	8,39	214,4
Гидрел 2,0 кг/га	3,25	91,33	92,92	7,61	9,59	185,5
НСР ₀₅	0,12	0,86	0,98			

Можно отметить только то, что применение дозы гидрела 2,0 кг/га определило некоторую тенденцию к уменьшению энергии прорастания и лабораторной всхожести, а также массы 100 проростков, но при этом отмечена тенденция к увеличению массы 1000 семян и увеличению длины первичного корешка.

По сорту же Волгоградский 5/95 получены были несколько иные результаты (Таблица 20).

Таблица 20 – Зависимость посевных качеств семян томата сорта Волгоградский 5/95 от применения гидрела в 1984-1986 гг.

Варианты	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Длина первичного стебля, см	Длина первичного корня, см	Масса 100 проростков, мг
Контроль	3,02	97,92	98,17	5,39	6,01	215,3
Гидрел 1,0 кг/га	3,08	97,92	98,37	4,65	5,98	212,1
Гидрел 1,3 кг/га	3,23	98,83	98,58	5,30	6,27	216,4
Гидрел 1,6 кг/га	3,24	98,40	98,67	4,76	5,88	216,2
Гидрел 2,0 кг/га	3,00	98,77	98,77	4,88	5,07	228,5
НСР ₀₅	0,15	1,19	0,51			

Так, энергия прорастания и лабораторная всхожесть показали тенденцию к увеличению, также как и масса 100 проростков; масса 1000 семян росла по мере увеличения дозы гидрела, но только до уровня 1,6 кг/га – дальнейшее увеличение дозы гидрела приводило к снижению этого показателя. Помимо этого, отмечена тенденция к уменьшению длины первичных стебля и корня при применении гидрела.

4 ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ РАЗМЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ АГРОЦЕНОЗОВ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

4.1 Влияние схем размещения овощных культур на формирование доступных форм элементов минерального питания агроценозов

Проведение двухфакторного эксперимента по выявлению влияния схем посадки и густоты стояния растений томата различных сортов на рост, развитие и продуктивность позволило выявить некоторые особенности этого воздействия. Так, на сорте Волгоградский скороспелый 323 (Таблица 21) в первый срок определения больше доступного азота накапливалось при схеме посадки (90+50) см и расстоянии между растениями в строчке – 24 см (т.е. при густоте размещения растений 60 тысяч штук на 1 га); при междурядьях 140 см лучшим было размещение в ряду растений томата через 12 см (при той же густоте размещения растений); при схеме посадки (120+60) см лучшим было размещение в ряду растений томата через 19 и 28 см.

Таблица 21 – Содержание доступного азота (мг/100 г) в почве под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты		Сроки определения					
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./га	Первый		Второй		Третий	
		NO ₃ /NH ₄	NO ₃ +NH ₄	NO ₃ /NH ₄	NO ₃ +NH ₄	NO ₃ /NH ₄	NO ₃ +NH ₄
(90+50)х36	40	6,9/19,0	25,9	4,9/13,6	18,5	4,1/11,0	15,1
(90+50)х24	60	7,2/19,5	26,7	5,3/13,0	18,3	4,4/10,6	15,0
(90+50)х18	80	6,9/19,1	26,0	4,9/12,7	17,6	4,1/10,2	14,3
(120+60)х28	40	7,5/20,3	27,8	5,5/13,7	19,2	5,2/11,3	16,0
(120+60)х19	60	7,5/20,2	27,7	5,5/13,8	19,1	4,7/11,3	16,0
(120+60)х14	80	7,0/19,7	26,7	5,0/13,3	18,3	4,8/10,9	15,7
140х18	40	7,6/19,7	27,3	5,6/13,2	18,8	4,4/10,6	15,0
140х12	60	7,9/20,0	27,9	5,9/13,5	19,4	4,6/11,0	15,6
140х9	80	7,6/19,7	27,3	5,6/13,2	18,8	4,3/10,8	15,1

Во второй срок определения большее количество доступных форм азота обнаруживалось в почве тех же вариантов, за исключением схемы (90+50) см, где в этот срок лучшим было размещение растений через 36 см в строчке. В третий срок определения наибольшее количество доступного азота было обнаружено на указанных ранее вариантах размещения растений томата, а именно: при схеме посадки (90+50) см при расстоянии между растениями в строчке 24-36 см, при схеме посадки (120+60) см при расстоянии между растениями в строчке 19-28 см, при схеме посадки 140 см при расстоянии между растениями в строчке 12 см.

Эксперимент со штамбовым сортом томата (Таблица 22) показал несколько иные результаты. Так, в первый срок определения при схеме посадки растений (90+50) см наибольшее количество доступного азота накапливалось при размещении растений в строчке через 36 см, при схеме посадки (120+60) см максимум доступного азота накапливалось при размещении растений в строчке через 28 см, а при схеме посадки с междурядьями 140 см – при размещении растений в ряду через 18 см.

Таблица 22 – Содержание минерального азота (мг/100 г) в почве под томатом сорта Волгоградский 5/95 (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты		Сроки определения					
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./Га	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
		NO ₃ /NH ₄	NO ₃ +NH ₄	NO ₃ /NH ₄	NO ₃ +NH ₄	NO ₃ /NH ₄	NO ₃ +NH ₄
(90+50)х36	40	6,6/16,7	23,3	3,9/9,9	13,8	3,1/7,4	10,5
(90+50)х24	60	4,9/15,5	20,4	3,2/9,2	12,4	2,4/6,7	9,1
(90+50)х18	80	4,7/15,1	19,8	3,0/8,9	11,9	2,3/6,4	8,7
(120+60)х28	40	5,7/16,2	21,9	4,2/10,2	14,4	3,5/7,7	11,2
(120+60)х19	60	4,9/15,6	20,5	3,5/9,6	13,1	2,7/7,1	9,8
(120+60)х14	80	4,6/15,1	19,7	3,1/9,0	12,1	2,3/6,5	8,8
140х18	40	5,8/16,2	22,0	3,8/9,7	13,5	3,1/6,9	9,8
140х12	60	5,6/16,0	21,6	3,4/10,5	13,9	2,9/6,7	9,6
140х9	80	5,4/15,7	20,1	3,4/9,2	12,6	2,7/6,4	9,1

Во второй срок определения предыдущая картина сохраняется, за исключением варианта с междурядьями 140 см, где максимум доступного азота был при

размещении растений через 12-18 см. Подобная картина сохранилась и при определении данного показателя в третий срок. Следует отметить, что при выращивании штамбового сорта томата в первый срок определения максимум доступного азота в опыте обнаруживался в варианте с междурядьями (90+50) см и расстоянием в строчке 36 см, а при выращивании нештамбового сорта максимум этого показателя в этот срок был отмечен при междурядьях 140 см и расстоянии в ряду 12 см. В дальнейшем картина по обоим сортам выравнивается и преимущество получают варианты с междурядьями (120+60) см.

Таблица 23– Содержание доступного фосфора (мг/кг) и калия (мг/кг) в почве под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты		Сроки определения					
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./га	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
		P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
(90+50)х36	40	123,7	92,6	106,2	75,1	91,3	65,2
(90+50)х24	60	128,4	96,3	110,9	78,8	96,0	68,9
(90+50)х18	80	123,7	90,8	110,7	73,3	95,7	63,4
(120+60)х28	40	128,7	96,4	111,2	78,8	96,3	68,8
(120+60)х19	60	132,9	101,3	115,5	83,9	100,5	73,9
(120+60)х14	80	130,0	98,9	112,5	81,3	97,4	71,5
140х18	40	128,9	95,9	111,5	78,5	96,5	63,5
140х12	60	133,8	101,9	116,3	84,4	101,4	69,4
140х9	80	130,5	97,7	112,9	80,3	97,9	65,3

Определение содержания доступных форм фосфора и калия в почве под растениями нештамбового сорта (Таблица 23) показало, что максимальное количество этих элементов накапливалось в почве «средних» вариантов, а именно: при использовании междурядий (90+50) см – при расстоянии между растениями в строчке 24 см; при использовании междурядий (120+60) см – при расстоянии между растениями в строчке 19 см, а при использовании междурядий 140 см – при расстоянии между растениями в ряду 12 см. Причем данная картина сохраняется во все сроки определения этих показателей.

При использовании штамбового сорта томата (Таблица 24) максимальное количество доступных форм фосфора и калия получили варианты с более редким стоянием растений на площади. Так, определение содержания доступного фосфора показало, что при междурядьях (90+50) см и 140 см максимум этого элемента был обнаружен при густоте стояния растений 40 тысяч штук на 1 га, а при междурядьях (120+60) см – при густоте стояния растений 40-60 тысяч штук на 1 га. По калию картина была несколько иной: так, если используются меньшие междурядья – (90+50) см и (120+60) см – то максимум этого показателя обнаруживался при густоте стояния растений 60 тысяч штук на 1 га, а при использовании междурядий в 140 см – 40 тысяч штук на 1 га.

Таблица 24 – Содержание доступного фосфора (мг/кг) и обменного калия (мг/кг) в почве под томатом сорта Волгоградский 5/95 (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты		Сроки определения					
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./га	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
		P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
(90+50)х36	40	124,5	101,3	107,1	83,8	89,6	71,4
(90+50)х24	60	125,5	110,7	108,1	85,6	90,6	73,1
(90+50)х18	80	117,3	102,9	99,8	77,8	82,3	65,3
(120+60)х28	40	128,2	113,5	110,8	86,6	93,3	74,1
(120+60)х19	60	128,1	114,1	105,7	88,3	88,1	75,9
(120+60)х14	80	122,0	107,6	99,4	84,1	82,0	71,7
140х18	40	128,6	114,2	111,2	88,2	93,7	75,8
140х12	60	125,9	111,3	108,3	84,4	90,9	72,0
140х9	80	122,7	108,7	105,3	82,5	87,9	70,1

4.2 Динамика площади листовой поверхности овощных культур и биологической активности почвы агроценозов

Определение площади листьев нештамбового сорта томата показало, что загущение посадок при всех изучаемых схемах размещения растений сопровождается увеличением площади листьев, причем это наблюдается во все сроки опре-

деления. Следует отметить, что максимальная площадь листьев в опыте отмечалась в вариантах с междурядьями (120+60) см (Рисунок 18 и Приложение Д).

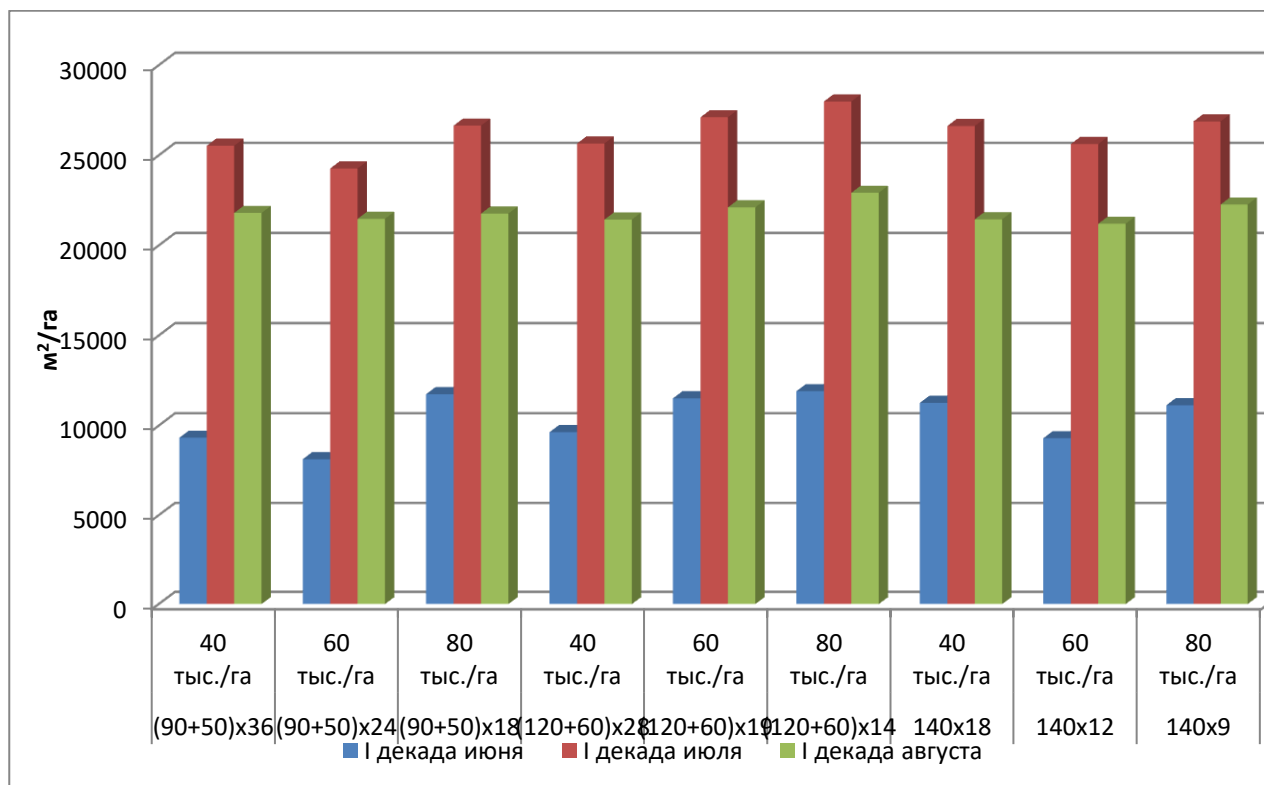


Рисунок 18 – Динамика площади листьев (м²/га) сорта Волгоградский скороспелый 323 (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Биологическая активность почвы под томатом в опыте также была наибольшей в вариантах с загущенным стоянием растений при всех схемах размещения растений. Правда, можно отметить, что при междурядьях в 140 см на всех вариантах биологическая активность почвы была приблизительно одинакова (Рисунок 19 и Приложение Д).

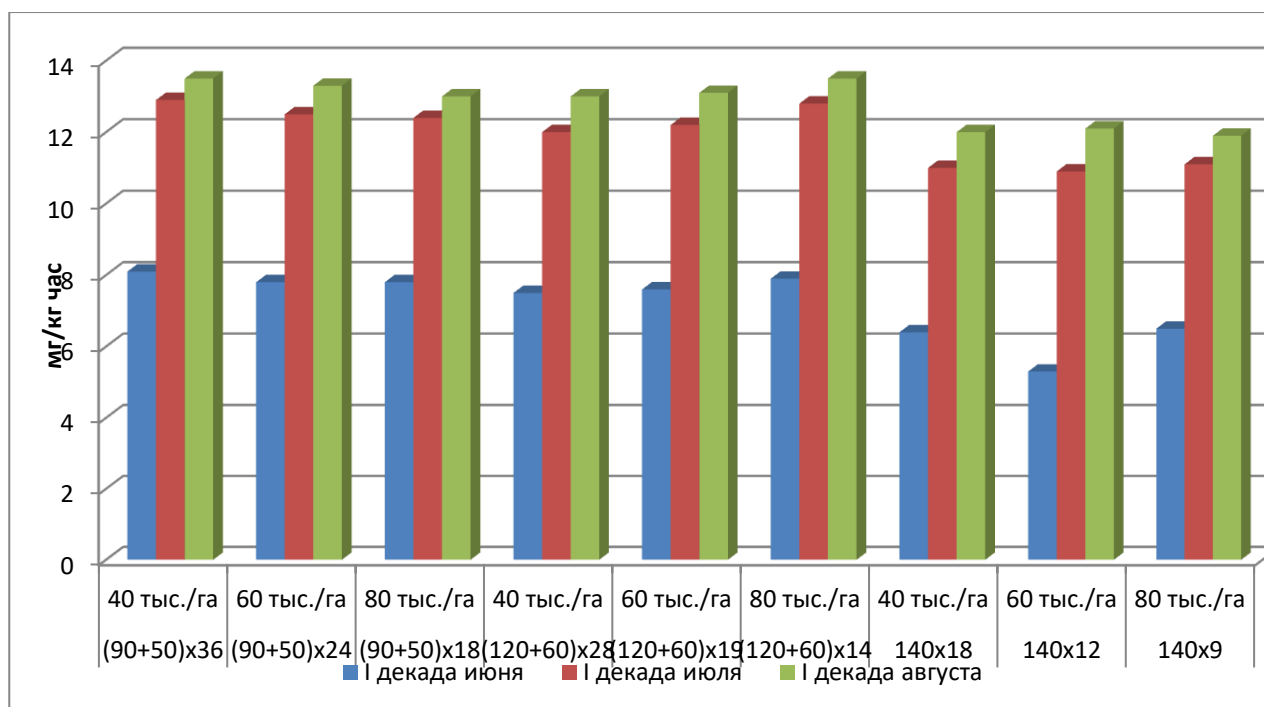


Рисунок 19 – Динамика биологической активности почвы (выделение CO_2 , мг/кг час) под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Что касается штамбового сорта, то здесь картина была несколько иной (Рисунок 20 и Приложение Е).

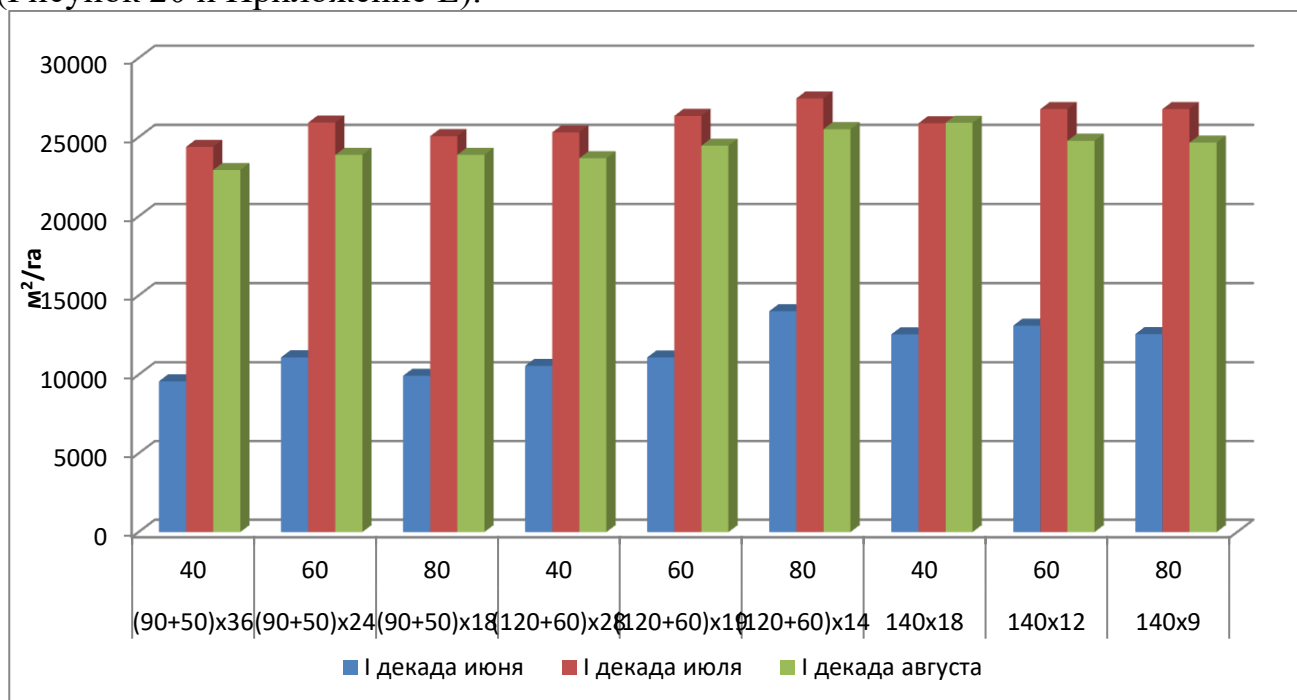


Рисунок 20 – Динамика площади листьев ($\text{m}^2/\text{га}$) сорта Волгоградский 5/95 (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Определение площади листьев растений томата показало, что загущение посевов при любых формах размещения растений приводит к увеличению площади листьев на единице площади, причем 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 стояния растений 60 тысяч штук на 1 га.

По биологической активности почвы был отмечен рост выделения CO_2 при увеличении густоты стояния растений на единице площади, т.е. при густоте стояния растений 80 тысяч штук на 1 га отмечалось максимальное выделение CO_2 из почвы (Рисунок 21 и Приложение Е).

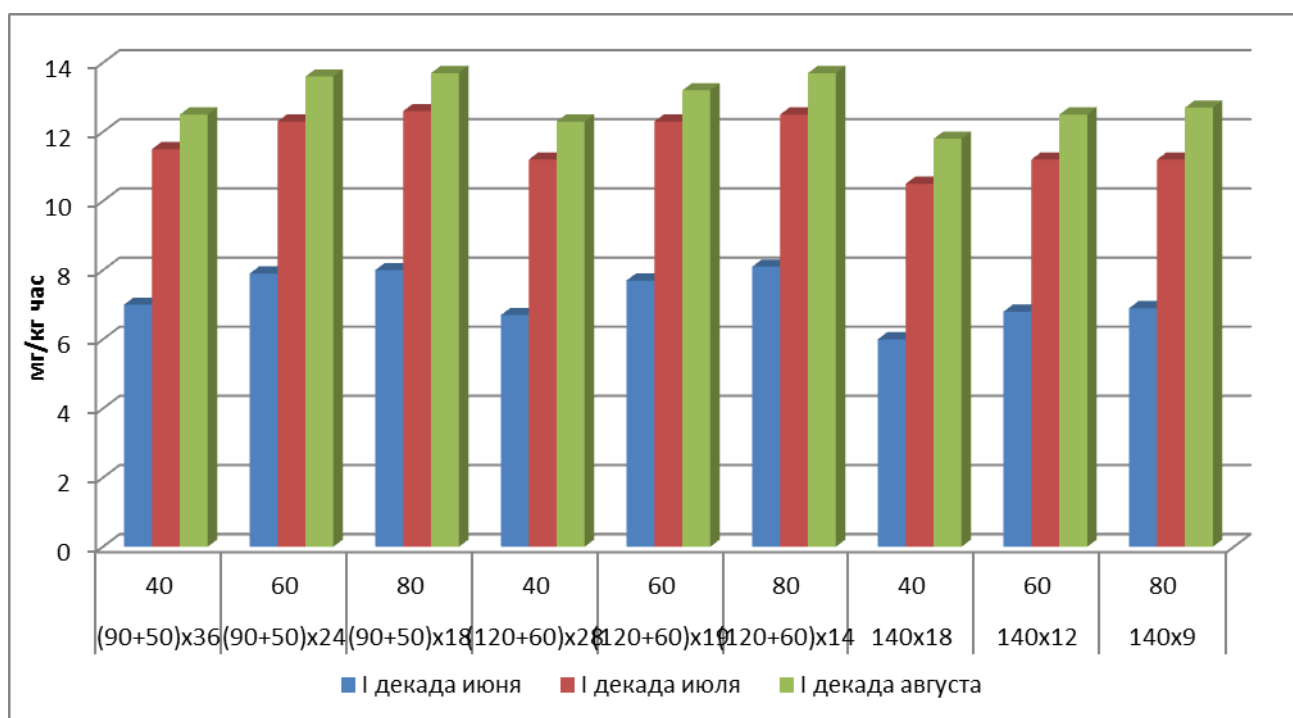


Рисунок 21 – Динамика биологической активности почвы (выделение CO_2 , мг/кг час) под томатом сорта Волгоградский 5/95 (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Это может быть связано не только с увеличением массы корневой системы томата, но и усилением интенсивности микробиологических процессов в почве при этом.

4.3 Влияние схем размещения растений овощных культур на продуктивность агроценозов

Оценивая продуктивность растений томата в опыте по сорту Волгоградский скороспелый 323 (Таблица 25), можно отметить следующее: по разным схемам размещения максимальная продуктивность отмечалась при максимальной густоте стояния растений (т.е. при 80 тысячах штук на 1 га).

Причем, если оценивать варианты по максимальной продуктивности, то лучшим вариантом было размещение растений с междурядьями (90+50) см и расстоянием между растениями в строчке 18 см (57,3 т/га). Но здесь же следует отметить, что загущение растений этого сорта сопровождается снижением массы плода: так, максимальная масса плода томата отмечалась при густоте стояния растений 60 тысяч штук на 1 га при всех изучаемых схемах посадки (93,5-103,0 г).

Таблица 25 – Урожайность сорта Волгоградский скороспелый 323 в зависимости от схем посадки и густоты стояния растений (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты		Урожай плодов, т/га			Средняя масса плода, г
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./га	стандартных	нестандартных	суммарный	
(90+50)х36	40	48,55	3,91	52,46	89,5
(90+50)х24	60	44,41	3,99	48,40	93,5
(90+50)х18	80	51,57	5,72	57,29	83,5
(120+60)х28	40	45,49	2,61	48,10	94,5
(120+60)х19	60	38,58	6,51	45,09	98,0
(120+60)х14	80	41,28	6,56	47,84	96,5
140х18	40	45,03	3,48	48,51	81,5
140х12	60	36,01	2,22	38,23	103,0
140х9	80	38,14	4,49	42,62	99,0
НСР ₀₅		1,04		1,07	1,42

Изучая штамбовый сорт по указанным показателям (Таблица 26), отметим ту же закономерность в динамике массы плода в зависимости от густоты стояния растений на единице площади: и здесь также максимальная масса плода отмечалась при густоте стояния растений 60 тысяч штук на 1 га (113,0-122,0 г). Что касается продуктивности растений, то в этом опыте наибольшая продуктивность была

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

Следует отметить здесь то, что по мере увеличения среднего междурядья продуктивность растений томата этого сорта падает (от 50,91 при среднем междурядье в 70 см до 49,11 т/га при среднем междурядье в 140 см). В то же время внутри группы вариантов с одинаковым средним междурядьем отмечался рост продуктивности по мере увеличения густоты стояния растений томата.

Таблица 26 – Урожайность сорта Волгоградский 5/95 в зависимости от схем посадки и густоты стояния растений (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты		Урожай плодов, т/га			Средняя масса плода, г
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./га	стандартных	нестандартных	суммарный	
(90+50)х36	40	37,60	3,78	41,38	110,5
(90+50)х24	60	42,99	4,95	47,94	113,0
(90+50)х18	80	44,02	6,89	50,91	99,5
(120+60)х28	40	34,04	2,88	36,92	110,0
(120+60)х19	60	37,62	7,94	45,56	117,5
(120+60)х14	80	42,29	7,97	50,26	117,0
140х18	40	33,99	4,23	38,22	99,5
140х12	60	38,23	3,17	41,41	122,0
140х9	80	42,84	6,27	49,11	111,5
НСР ₀₅		1,02		1,05	

4.4 Формирование показателей качества продукции овощных агроценозов при разных схемах посадки и густоте стояния растений

Анализируя качество плодов томата нештамбового сорта (Таблица 27), выявить какую-либо закономерность в зависимости от изучаемых факторов не представляется возможным.

Так, при среднем междурядье 70 см и 140 см лучшими по накоплению сухого вещества были варианты при густоте стояния растений 40 и 80 тысяч штук на 1 га, а при среднем междурядье 90 см – лучшим был вариант с густотой стояния 60

тысяч штук на 1 га. Причем следует отметить, что с увеличением среднего междурядья уменьшается накопление сухого вещества в плодах томата данного сорта. Таблица 27 – Качество плодов томата сорта Волгоградский скороспелый 323 в зависимости от схем посадки и густоты стояния растений (среднее за 1985-1990 гг.)

Варианты		Сухое вещество, %	Общие сахара, %	Кислотность, %	Витамин С, мг%
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./га				
(90+50)х36	40	5,93	3,14	0,57	31,53
(90+50)х24	60	5,69	3,13	0,68	31,58
(90+50)х18	80	5,90	3,06	0,60	31,59
(120+60)х28	40	5,29	3,06	0,56	32,08
(120+60)х19	60	5,80	2,90	0,64	32,41
(120+60)х14	80	5,75	3,08	0,61	31,75
140х18	40	5,67	3,00	0,63	28,12
140х12	60	5,40	2,63	0,63	27,78
140х9	80	5,64	2,98	0,66	29,00
НСР ₀₅		0,32			

Такая же закономерность отмечена и по накоплению сахаров в плодах в этом эксперименте, а по кислотности плодов отмечена обратная зависимость. Накопление витамина С было максимальным в вариантах с использованием схемы посадки (90+50) см при любой густоте стояния, при увеличении же среднего междурядья накопление витамина С снижается.

При рассмотрении результатов определения качества плодов томата штамбового сорта (Таблица 28), обращает на себя внимание тот факт, что при увеличении среднего междурядья (от 70 см до 140 см) увеличивается накопление сухого вещества в плодах томата (от 6,15-6,44% до 6,65-6,77%). Такая же картина наблюдалась и по накоплению сахаров в плодах этого сорта. То же самое отмечалось и по формированию запасов витамина С в плодах. При этом возрастал и сахарокислотный индекс плодов.

Таблица 34 – Качество плодов томата сорта Волгоградский 5/95 в зависимости от схем посадки и густоты стояния растений (среднее за 1985-1990 гг.)

Варианты		Сухое вещество, %	Общие сахара, %	Кислотность, %	Витамин С, мг%
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./га				
(90+50)х36	40	6,15	2,76	0,59	33,84
(90+50)х24	60	6,44	3,14	0,62	31,20
(90+50)х18	80	6,26	3,31	0,52	35,11
(120+60)х28	40	6,13	3,33	0,54	34,17
(120+60)х19	60	6,56	3,49	0,61	33,93
(120+60)х14	80	6,17	3,24	0,61	28,56
140х18	40	6,77	3,15	0,59	35,55
140х12	60	6,76	3,42	0,68	35,87
140х9	80	6,65	3,19	0,57	36,32
НСР ₀₅		0,37			

4.5 Современные возможности планирования эксперимента с овощными агроценозами

Современные подходы к биологическим экспериментам предполагают решение той или иной проблемы на основе экосистемного взгляда на развитие процессов в той или иной биологической системе. То есть это предполагает постановку таких экспериментов, которые бы позволяли при последующем анализе полученных результатов выявить закономерности, тенденции, зависимости результата от как можно большего количества воздействующих факторов, во всяком случае тех, которые в состоянии регулировать человек. Таким образом, сама жизнь науки, в том числе и растениеводческой, подталкивает ученых к постановке многофакторных полевых экспериментов. Но при постановке таких экспериментов есть множество проблем, которые иногда становятся непреодолимым препятствием на пути экспериментатора, например четырехфакторный опыт, в котором каждый фактор принимает четыре значения. Общее число комбинаций будет $4^4 = 256$, т.е. такое количество делянок должно быть в каждой повторности опыта. При проведении такого эксперимента сразу же появляются трудности с проведе-

нием сопутствующих наблюдений, учетом урожая, наконец, просто с размещением полной схемы опыта на местности, учитывая неоднородность почвенного покрова и рельефа. И когда задумывают проведение многофакторных экспериментов, то, чтобы уменьшить указанные трудности, идут по пути или исследования влияния только части существенных факторов, или уменьшения числа значений каждого фактора, или исследования влияния каждого фактора только при некоторых частных значениях других факторов. При этом уменьшается возможность получения достаточно точной закономерности, охватывающей влияние всех исследуемых факторов одновременно.

Идеальным в данном случае было бы решение, когда при минимальном количестве сочетаний исследуемых факторов подобрать их таким образом, чтобы они равномерно охватывали (или распределялись) все поля таблицы возможных сочетаний. То есть это, в какой-то степени, задача математическая. Решение ее было предложено учеными, далекими от сельского хозяйства, – это горные инженеры: проф. М.М. Протодыконов [400, 401], проф. М.М. Протодыконов–младший и доцент Р.И. Тедер [402]. Они предложили развить идею так называемого “латинского квадрата” (который, кстати, нередко применяется при планировании сельскохозяйственных экспериментов). Например, при поиске зависимости результата от четырех воздействующих факторов они предлагают так планировать эксперимент, чтобы ни в одной строке и ни в одном столбце не было повторных сочетаний. На рисунке 22 представлен один из вариантов подобного плана.

Кратко рассмотрим, как получается подобный план. Большой комбинационный квадрат состоит из 16 средних квадратов (4^2), каждый из которых, в свою очередь, также разбит на 16 малых квадратов (клеток). То есть имеется по полному сочетанию четырех влияющих факторов, а именно: 256 клеток (4^4). Из 16 возможных сочетаний факторов b и d в каждом из средних квадратов выбирается только одно, обозначенное зачерненной клеткой (причем в каждой строке и в каждом столбце должна быть только одна такая клетка). Поэтому для каждого значения одного из факторов, например для $a=3$, все значения прочих факторов встречаются одинаково часто. И при определении результатов для $a=3$ влияние

трех других факторов усредняется. При такой схеме подобное усреднение может быть осуществлено для любого значения факторов a, b, c, d .

Проводя такое усреднение для каждого из значений фактора a , мы можем найти зависимость результата только от этого фактора при нейтрализации влияния остальных трех факторов. Аналогично можно найти зависимость результата от других факторов, меняя лишь порядок усреднения и используя одни и те же 16 сочетаний факторов.

C	A	I				II				III				IV			
	B	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
I	D																
	1										■						
	2					■											
	3				■												
II	4															■	
	1																■
	2											■					
	3						■										
III	4	■															
	1		■														
	2													■			
	3												■				
IV	4							■									
	1								■								
	2			■													
	3														■		
IV	4									■							

Рисунок 22 - План четырехфакторного опыта на основе латинского квадрата.

Таким образом, данная методика планирования экспериментов позволяет заменить полное число сочетаний влияющих факторов, равное 256, всего лишь шестнадцатью специально подобранными сочетаниями.

На эту методику первым обратил внимание доктор с.-х. наук А.В. Бешанов и применил ее при планировании экспериментов по защите растений [35]. Мы также использовали эту методику при проведении четырехфакторных экспериментов на томате [299,304]. В качестве факторов были взяты: а – густота размещения растений на 1 га (22,5 тысячи на 1 га, 40 тысяч на 1 га, 60 тысяч на 1 га, 80 тысяч на 1 га), б – схемы размещения растений на площади (т.е. конфигурация площади питания) (междурядья: $(90+50)/2$ см, 140см, $(120+60)/2$ см, 90см), с – дозы гидрела (этефона) (стимулятора созревания плодов томата): 1,0; 1,3; 1,6; 2,0 кг/га д.в., d – фазы применения гидрела (0%, 10%, 20%, 30% зрелых плодов на делянке). Способ выращивания томата – рассадный. Были взяты четыре сорта: раннеспелый (сорта Волгоградский скороспелый 323 и Драгоценность 341), позднеспелый (сорт Волгоградский 5/95), для машинной уборки (сорт Ракета). Уборка – одноразовая, ручная. План опыта представлен на рисунке 13. То есть в опыте изучались следующие сочетания факторов: $a_1b_4c_1d_3$, $a_1b_1c_2d_4$, $a_1b_2c_3d_1$, $a_1b_3c_4d_2$, $a_2b_1c_1d_2$, $a_2b_2c_2d_3$, $a_2b_3c_3d_4$, $a_2b_4c_4d_1$, $a_3b_1c_4d_4$, $a_3b_2c_1d_1$, $a_3b_3c_2d_2$, $a_3b_4c_3d_3$, $a_4b_1c_3d_2$, $a_4b_2c_3d_3$, $a_4b_3c_1d_4$, $a_4b_4c_2d_1$. В этом сообщении мы остановимся только на наблюдениях и анализах, касающихся агроценоза, не трогая почвенный блок агроэкосистемы, дабы не усложнять восприятия полученных результатов.

Рассматривая динамику содержания доступного азота в данном опыте под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (Таблица 29), отмечаем, что наибольшее количество азота в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений $(90+50) \times 64$ см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений $(120+60) \times 28$ см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения растений 140×12 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений 90×14 см.

Это говорит о том, что на этих вариантах потребление азота было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата.

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – при схеме размещения $(120+60) \times 49$ см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – при схеме размещения 140×18 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – при схеме размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – при схеме размещения $(120+60) \times 14$ см.

Таблица 29 – Динамика минерального азота в почве под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Азот (NO_3/NH_4), мг/100 г (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	8,9/25,1	6,8/32,9	7,2/30,9
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	7,9/23,5	6,0/30,2	6,4/28,1
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	6,0/17,6	3,9/25,1	4,3/23,2
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	6,3/17,9	4,2/25,5	4,7/23,5
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	8,7/24,5	6,7/30,1	7,2/28,2
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	8,1/23,4	6,1/30,9	6,6/28,9
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	8,8/25,0	6,9/31,9	7,3/29,9
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	5,0/16,9	3,1/24,5	3,6/22,6
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	7,4/20,6	4,6/26,2	5,1/24,3
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	7,9/21,7	5,9/28,3	6,4/26,3
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	6,8/19,9	3,6/24,9	4,1/22,9
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	4,8/16,4	2,5/23,8	3,1/21,7
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	4,7/16,3	2,6/23,9	3,2/21,8
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	4,4/16,1	2,3/23,8	3,0/21,9
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	2,7/14,4	0,8/22,2	1,4/20,3
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	5,5/17,1	3,5/24,8	4,1/22,9

Рассматривая динамику содержания доступного фосфора в данном опыте под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (Таблица 30), отмечаем, что наибольшее количество фосфора в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений $(90+50) \times 64$ см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений $(120+60) \times 28$ см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема

размещения растений 140×12 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений 90×14 см.

Это говорит о том, что на этих вариантах потребление фосфора было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата.

Таблица 30 – Динамика доступного фосфора в почве под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Фосфор (P ₂ O ₅), мг/кг (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	151,6	136,6	121,6
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	142,8	107,8	92,7
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	134,8	100,0	85,1
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	136,2	101,3	86,0
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	149,6	114,7	98,6
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	143,7	108,9	93,8
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	150,2	115,5	100,3
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	124,3	90,1	75,2
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	136,8	95,1	86,8
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	139,9	104,8	88,8
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	130,6	95,3	80,5
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	121,3	86,3	71,4
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	121,7	86,1	71,0
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	123,6	88,5	73,5
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	118,7	77,8	62,9
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	128,8	93,7	78,6

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения (120+60)×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения (120+60)×14 см.

Рассматривая динамику содержания обменного калия в данном опыте под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (Таблица 31), отмечаем, что наибольшее количество азота в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений (90+50)×49 см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений

(120+60)×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения растений 140×12 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений 90×14 см. Это говорит о том, что на этих вариантах потребление калия было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата.

Таблица 31 – Динамика обменного калия в почве под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Калий (K ₂ O), мг/кг (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	148,5	124,5	133,6
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	137,9	113,9	123,8
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	132,2	108,3	118,5
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	133,6	109,7	119,7
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	147,0	123,0	133,1
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	141,1	117,1	127,1
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	148,4	124,4	134,5
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	121,7	97,6	107,9
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	134,6	110,7	120,9
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	137,1	113,0	123,2
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	127,6	103,5	113,6
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	120,2	95,2	106,2
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	119,8	95,9	105,1
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	117,1	93,1	103,2
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	109,6	85,5	95,5
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	119,6	98,9	109,1

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения (120+60)×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения (120+60)×14 см.

Определение площади листьев томата сорта Волгоградский скороспелый 323 по срокам определения показало (Таблица 32), что лучшими вариантами были: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения (120+60)×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размеще-

ния 90×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения (120+60)×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения (120+60)×14 см.

Таблица 32 – Динамика площади листьев томата сорта Волгоградский скороспелый 323 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Площадь листьев томата по срокам определения, м ² /га		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	9885	16322	26002
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	10555	16953	26013
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	10778	17164	26840
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	10540	16962	26691
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	9747	16191	25877
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	10391	16834	26577
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	10582	16972	26748
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	10583	17013	26714
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	9838	16307	25991
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	10548	16933	26631
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	10801	17235	26977
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	10674	17091	26802
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	9799	16133	25801
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	10556	16935	26625
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	10807	17231	26909
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	10668	17112	26819
НСР ₀₅	352	548	186

Определение биологической активности почвы (по Оганову) из-под томата сорта Волгоградский скороспелый 323 по срокам определения показало, что лучшими вариантами были: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения (120+60)×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения (120+60)×14 см (Рисунок 23 и Приложение Ж).

Интегральным показателем эффективности эксперимента является учет урожайности культуры и качества полученного урожая плодов томата. Учет этих показателей для сорта Волгоградский скороспелый 323 дал следующую картину (Таблица 33).

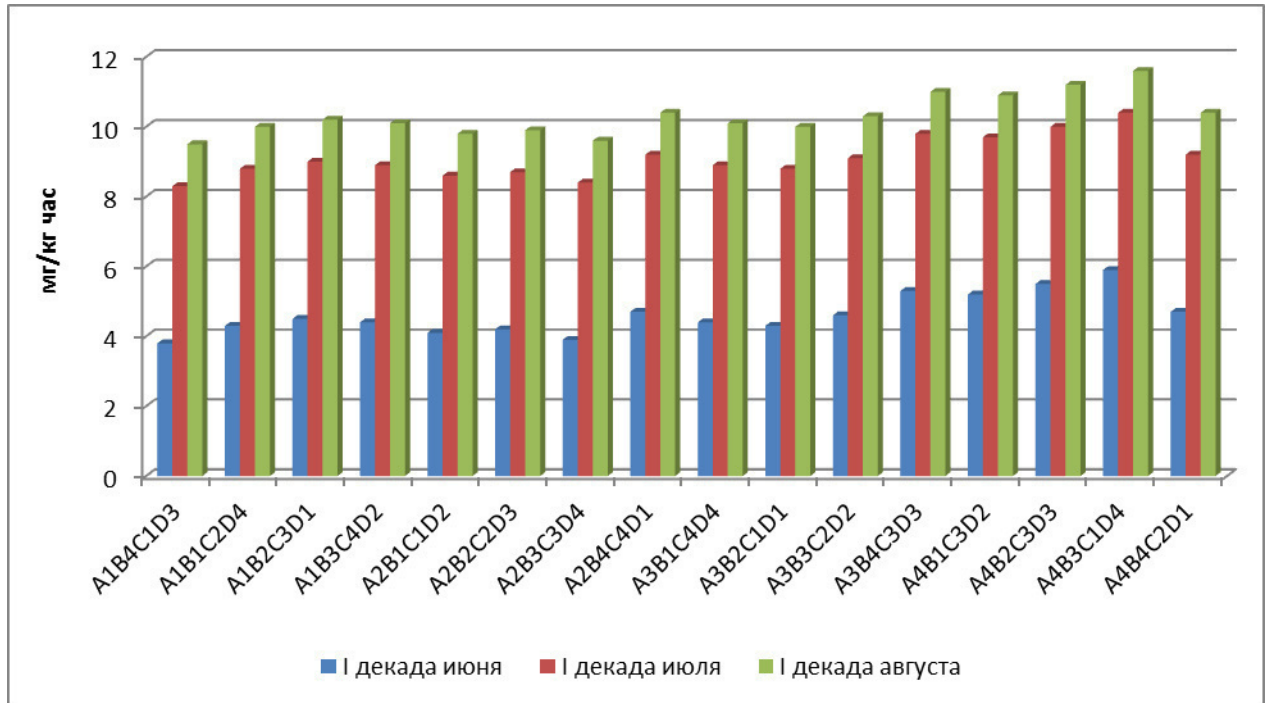


Рисунок 23 - Выделение CO₂ почвой (мг/кг час) из-под томата сорта Волгоградский скороспелый 323 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения (120+60)×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения (120+60)×14 см.

Лучшее качество плодов томата отмечалось при густоте стояния растений 22,5 и 80 тысяч растений на 1 га на указанных выше вариантах, а при густоте стояния 40 и 60 тысяч растений на 1 га – схемах размещения соответственно (120+60)×28 см и (90+50)×24 см. На последних вариантах была отмечена и наибольшая масса зрелых плодов томата.

Таблица 33 – Урожайность и качество плодов томата сорта Волгоградский скороспелый 323 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Урожайность, т/га	Масса стандартного плода, г	Содержание сухого вещества, %	Содержание витамина С, мг%	Содержание общих сахаров, %	Кислотность плодов, %
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	10,35	56,8	5,68	17,04	2,80	0,52
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	10,14	59,2	5,53	20,95	2,51	0,54
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	12,32	81,0	6,75	30,77	3,86	0,66
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	12,03	57,7	5,98	24,89	2,77	0,61
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	10,31	59,8	6,23	23,04	3,59	0,47
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	11,78	57,4	6,95	28,03	3,47	0,52
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	10,65	62,0	6,03	33,63	3,35	0,40
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	15,68	55,0	5,93	23,53	1,76	0,51
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	11,92	77,2	7,00	26,59	2,37	0,56
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	10,69	56,0	7,45	24,22	2,15	0,60
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	13,68	64,3	6,00	25,96	2,95	0,60
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	17,38	65,0	7,43	25,85	3,21	0,60
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	17,05	80,5	7,13	29,80	1,68	0,54
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	20,22	77,1	5,85	26,72	1,99	0,44
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	26,84	72,8	7,53	35,85	3,94	0,52
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	13,92	73,7	6,48	21,06	3,77	0,52
НСР ₀₅	0,83					

Рассматривая динамику содержания доступного азота в данном опыте под томатом сорта Драгоценность 341, отмечаем, что наибольшее количество азота в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений (90+50)×64 см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений (120+60)×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения растений (90+50)×24 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений 90×14 см. Это говорит о том, что на этих вариантах потребление азота было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата (Таблица 34).

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 140×18 см; при гу-

стоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения 140×9 см.

Рассматривая динамику содержания доступного фосфора в данном опыте под томатом сорта Драгоценность 341 (Таблица 35), отмечаем, что наибольшее количество фосфора в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений (90+50)×64 см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений (120+60)×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения растений (90+50)×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений 90×14 см. Это говорит о том, что на этих вариантах потребление фосфора было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата.

Таблица 34 – Динамика минерального азота в почве под томатом сорта Драгоценность 341 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Азот (NO ₃ /NH ₄), мг/100 г (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	8,4/28,9	6,2/30,5	6,8/28,3
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	5,2/16,7	2,8/23,4	3,3/21,4
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	4,7/16,2	2,7/22,7	3,2/20,6
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	4,8/16,1	2,7/22,7	3,3/20,7
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	7,6/20,2	5,7/26,9	6,2/24,7
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	7,5/19,8	5,5/26,5	5,8/24,4
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	8,7/24,2	6,6/30,8	7,1/28,7
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	8,3/23,6	6,1/30,3	6,6/28,2
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	8,8/24,4	6,7/31,1	7,3/29,1
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	7,9/22,7	5,7/27,4	6,2/25,2
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	6,0/17,4	3,8/24,1	4,3/22,1
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	2,9/14,4	0,9/21,1	1,4/19,1
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	4,6/16,3	2,6/23,0	3,3/21,2
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	3,1/14,4	1,1/21,1	1,6/19,1
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	3,6/14,9	1,5/21,6	2,2/19,4
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	7,8/20,6	5,8/27,3	6,3/25,3

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – при схеме размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – при схеме размещения 140×18 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – при схеме размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – при схеме размещения 140×9 см.

Таблица 35 – Динамика доступного фосфора в почве под томатом сорта Драгоценность 341 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Фосфор (P ₂ O ₅), мг/кг (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	145,6	110,6	95,3
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	123,3	88,6	73,6
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	121,5	86,6	71,7
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	120,4	85,3	70,4
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	137,3	102,4	87,5
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	135,8	100,9	85,8
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	147,4	113,5	98,5
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	143,8	107,8	92,9
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	149,8	114,7	99,7
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	139,9	105,0	90,2
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	131,4	100,4	85,3
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	113,9	78,8	63,8
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	120,8	85,7	70,8
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	113,6	78,6	63,7
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	115,1	80,1	65,2
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	139,5	105,4	90,5

Рассматривая динамику содержания обменного калия в данном опыте под томатом сорта Драгоценность 341 (Таблица 36), отмечаем, что наибольшее количество калия в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений (90+50)×64 см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений (120+60)×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения растений

140×12 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений 90×14 см. Это говорит о том, что на этих вариантах потребление калия было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата.

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 140×18 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения 140×9 см.

Таблица 36 – Динамика обменного калия в почве под томатом сорта Драгоценность 341 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Калий (K ₂ O), мг/кг (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	143,1	118,1	128,0
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	120,7	93,7	103,9
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	118,9	94,0	103,9
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	118,0	93,0	108,1
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	134,5	109,5	124,6
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	133,1	108,0	123,1
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	144,6	119,7	134,7
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	141,0	116,0	131,1
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	147,1	122,0	137,0
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	137,2	112,2	127,1
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	128,6	113,6	128,5
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	11,2	86,1	101,2
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	117,9	93,1	108,1
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	110,8	85,9	100,8
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	112,4	87,4	102,6
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	137,4	111,7	126,9

Вычисление площади листьев томата сорта Драгоценность 341 по срокам определения показало (Таблица 37), что лучшими вариантами были: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 140×18 см; при густоте

стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения 140×9 см.

Определение биологической активности почвы (по Оганову) из-под томата сорта Драгоценность 341 по срокам определения показало, что лучшими вариантами были: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 140×18 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения 140×9 см (Рисунок 24, Приложение И).

Таблица 37 – Динамика площади листьев томата сорта Драгоценность 341 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Площадь листьев томата по срокам определения (м ² /га)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	11922	18418	28108
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	12649	19053	28779
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	12222	19257	28940
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	12660	19052	28780
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	11844	18307	27980
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	12488	18934	28597
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	12009	19068	28848
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	12679	19083	28585
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	11915	18400	28087
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	12638	19012	28738
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	12898	19337	29014
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	12761	19181	28909
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	11896	18223	27904
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	12649	19034	28749
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	12904	19137	29009
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	12751	19202	28927
НСР ₀₅	480,2		

Интегральным показателем эффективности эксперимента является учет урожайности культуры и качества полученного урожая плодов томата. Учет этих

показателей для сорта Драгоценность 341 дал следующую картину (Таблица 38). Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 140×18 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения 140×9 см.

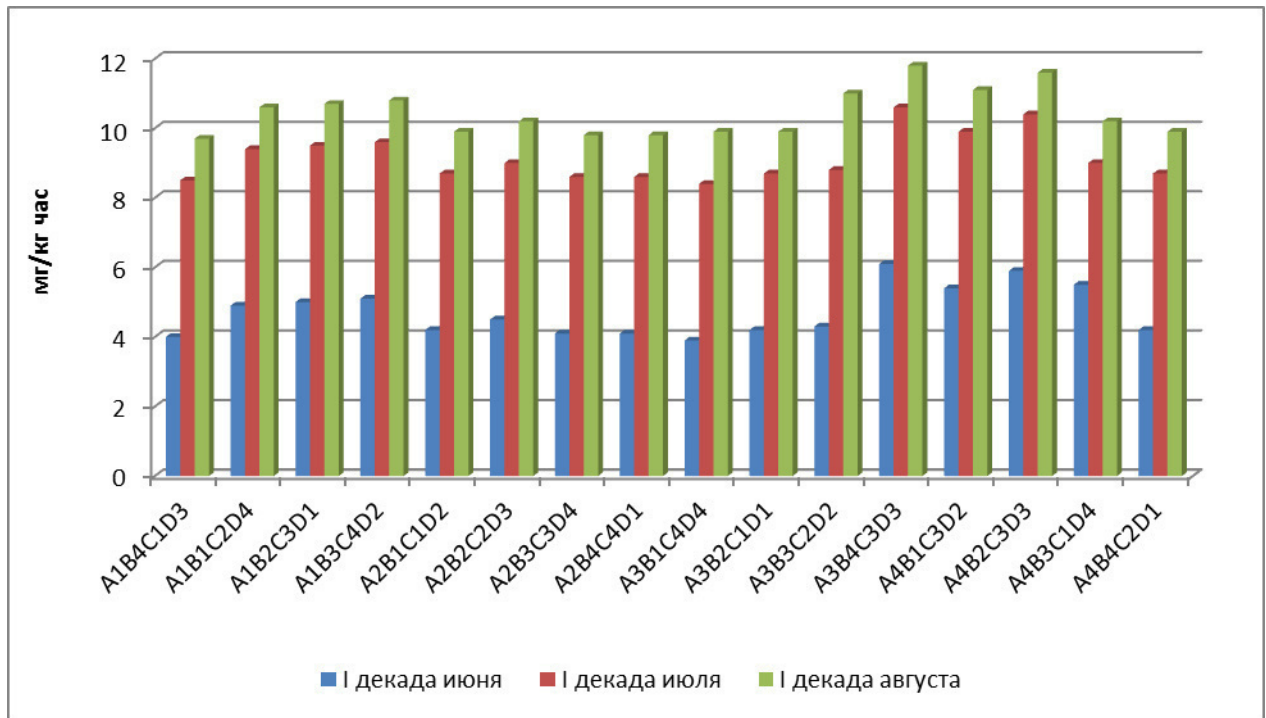


Рисунок 24 - Выделение CO₂ почвой (мг/кг час) из-под томата сорта Драгоценность 341 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Лучшее качество плодов томата отмечалось при густоте стояния растений 22,5 тысяч растений на 1 га – схема размещения (90+50)×64 см; при густоте стояния растений 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×28 см; при густоте стояния 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения соответственно (90+50)×24 см; при густоте стояния 80 тысяч растений на 1 га – схема размещения соответственно 140×9 см. На последних вариантах была отмечена и наибольшая масса зрелых плодов томата.

Рассматривая динамику содержания доступного азота в данном опыте под томатом сорта Волгоградский 5/95 (Таблица 39), отмечаем, что наибольшее коли-

чество азота в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений (90+50)×64 см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений (90+50)×36 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения растений (90+50)×24 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений 140×9 см.

Таблица 38 – Урожайность и качество плодов томата сорта Драгоценность 341 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Урожайность, т/га	Масса стандартного плода, г	Содержание сухого вещества, %	Содержание витамина С, мг%	Содержание общих сахаров, %	Кислотность плодов, %
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	11,05	96,1	6,08	24,31	3,91	0,59
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	16,35	63,3	5,84	24,32	2,80	0,43
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	16,94	68,0	7,55	24,32	2,48	0,60
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	17,09	93,4	7,82	31,17	3,08	0,60
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	10,85	76,9	7,44	28,55	3,16	0,56
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	12,07	74,0	8,12	28,84	4,18	0,72
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	10,43	77,0	5,62	24,02	3,55	0,67
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	11,50	90,5	5,84	27,95	3,18	0,58
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	10,94	97,1	6,13	26,66	3,06	0,60
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	10,13	63,6	7,61	31,24	3,49	0,70
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	11,87	73,5	7,44	33,67	4,21	0,73
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	26,88	80,1	6,26	25,31	3,67	0,55
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	18,83	87,1	6,86	27,95	2,52	0,48
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	25,51	100,9	6,27	27,92	2,82	0,48
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	21,87	83,0	6,80	25,31	3,43	0,54
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	10,45	119,9	5,11	28,83	3,36	0,49
НСР ₀₅	0,73					

Это говорит о том, что на этих вариантах потребление азота было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата.

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения (90+50)×18 см.

Рассматривая динамику содержания доступного фосфора в данном опыте под томатом сорта Волгоградский 5/95 (Таблица 40), отмечаем, что наибольшее количество фосфора в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений (90+50)×64 см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений (90+50)×36 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения растений (90+50)×24 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений 140×9 см. Это говорит о том, что на этих вариантах потребление фосфора было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата.

Таблица 39 – Динамика минерального азота в почве под томатом сорта Волгоградский 5/95 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Азот (NO ₃ /NH ₄), мг/100 г (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	4,6/16,1	2,4/10,3	2,8/8,3
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	3,3/15,0	1,1/9,2	1,5/7,2
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	2,0/13,6	0,3/7,8	0,5/5,8
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	2,1/13,7	0,4/7,9	0,6/5,9
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	2,7/14,3	0,6/8,3	1,0/6,5
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	2,5/14,1	0,5/8,3	0,8/6,3
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	2,0/13,6	0,3/7,8	0,5/5,8
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	2,2/13,8	0,4/8,0	0,5/6,0
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	2,3/14,0	0,4/8,2	0,6/6,2
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	2,0/13,5	0,4/7,7	0,5/5,7
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	2,1/13,6	0,4/7,8	0,6/5,8
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	1,5/12,8	0,3/7,0	0,4/5,0
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	1,1/12,5	0,3/6,7	9,4/4,7
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	3,5/15,2	1,3/9,4	1,7/7,4
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	2,1/13,7	0,3/7,9	0,5/5,9
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	3,1/14,8	0,9/9,0	1,3/7,0

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения (90+50)×18 см.

Рассматривая динамику содержания обменного калия в данном опыте под томатом сорта Волгоградский 5/95, отмечаем, что наибольшее количество азота в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений $(90+50) \times 64$ см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений $(90+50) \times 36$ см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения растений $(90+50) \times 24$ см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений 140×9 см. Это говорит о том, что на этих вариантах потребление калия было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата (Таблица 41).

Таблица 40 – Динамика доступного фосфора в почве под томатом сорта Волгоградский 5/95 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Фосфор (P_2O_5), мг/кг (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	140,2	125,2	105,3
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	132,8	117,9	102,9
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	111,3	96,4	81,3
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	110,4	95,4	80,4
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	128,8	113,8	98,7
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	126,3	111,4	96,3
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	110,8	95,9	80,8
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	117,2	102,2	92,3
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	116,5	106,6	86,7
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	113,6	105,2	93,7
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	111,1	96,0	81,0
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	108,4	86,9	71,9
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	100,9	85,9	70,8
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	134,5	119,6	104,8
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	112,4	97,6	82,6
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	130,1	115,2	100,3

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×28 см; при гу-

стоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения (90+50)×18 см.

Расчет площади листьев томата сорта Волгоградский 5/95 по срокам определения показало, что лучшими вариантами были: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения (90+50)×18 см (Таблица 42).

Таблица 41 – Динамика обменного калия в почве под томатом сорта Волгоградский 5/95 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Калий (K ₂ O), мг/кг (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	119,7	95,9	105,9
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	111,7	87,7	97,7
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	104,1	80,2	90,1
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	103,7	79,7	89,7
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	108,5	84,8	94,6
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	107,5	83,7	93,7
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	103,5	79,3	89,4
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	104,5	80,5	90,5
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	105,9	81,2	91,9
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	103,4	79,3	89,4
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	103,6	79,6	89,7
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	99,1	76,2	86,2
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	98,9	75,1	85,0
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	113,6	86,4	99,6
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	105,0	81,0	91,1
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	110,1	86,1	96,1

Определение биологической активности почвы (по Оганову) из-под томата сорта Волгоградский 5/95 по срокам определения показало, что лучшими вариантами были: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения (90+50)×18 см (Рисунок 25 и Приложение К).

Таблица 42 – Динамика площади листьев томата сорта Волгоградский 5/95 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Площадь листьев томата по срокам определения, м ² /га		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	13700	20015	29801
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	14014	20685	29480
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	13621	20889	30644
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	14007	20684	30488
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	13550	19920	29693
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	14197	20570	30289
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	14382	20697	29916
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	14383	20717	29863
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	13617	20014	29792
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	13350	20631	30438
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	13603	20971	30718
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	14488	20817	30602
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	13606	20541	29611
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	14359	20666	30457
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	13611	20948	30102
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	14462	20872	30298
НСР ₀₅	637,0		

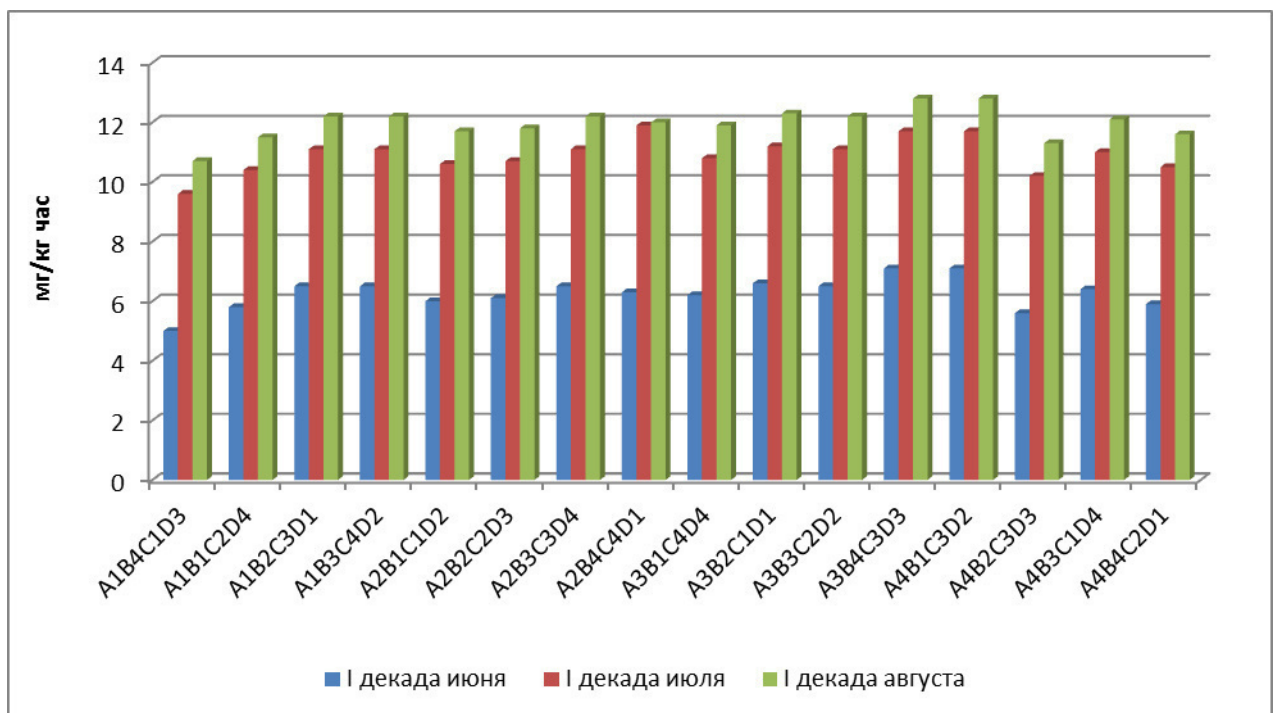


Рисунок 25 - Выделение CO₂ почвой (мг/кг час) из-под томата сорта Волгоградский 5/95 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Интегральным показателем эффективности эксперимента является учет урожайности культуры и качества полученного урожая плодов томата. Учет этих показателей для сорта Волгоградский 5/95 дал следующую картину (Таблица 43).

Таблица 43 – Урожайность и качество плодов томата сорта Волгоградский 5/95 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Урожайность, т/га	Масса стандартного плода, г	Содержание сухого вещества, %	Содержание витамина С, мг%	Содержание общих сахаров, %	Кислотность плодов, %
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	17,18	153,0	5,82	25,80	2,88	0,60
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	24,30	124,0	5,72	28,50	3,11	0,47
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	31,18	165,0	5,99	27,40	3,30	0,45
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	31,90	129,5	6,67	34,29	2,46	0,41
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	26,71	162,0	6,50	32,09	3,23	0,42
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	28,01	166,0	5,82	31,14	2,67	0,40
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	29,13	130,0	6,03	27,60	2,77	0,69
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	30,31	143,0	6,37	32,00	3,18	0,57
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	29,48	118,0	6,37	24,54	2,86	0,52
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	32,81	149,0	5,92	23,39	3,14	0,49
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	32,37	157,0	5,69	26,30	2,72	0,48
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	39,50	84,0	4,82	33,60	3,08	0,38
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	39,77	144,5	4,62	24,80	2,02	0,40
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	23,03	104,2	4,47	22,60	2,60	0,41
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	31,51	161,5	5,92	35,20	3,07	0,40
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	25,49	150,0	5,00	22,34	2,82	0,45
НСР ₀₅	0,76					

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×28 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения (90+50) ×18 см. Наибольшая масса зрелых плодов томата отмечалась при густоте стояния растений 22,5

тысяч растений на 1 га и схеме размещения $(90+50) \times 64$ см, при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения 140×18 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га и схеме размещения $(120+60) \times 19$ см, при густоте стояния 80 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×14 см.

Лучшее качество зрелых плодов отмечено на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения 90×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения $(90+50) \times 36$ см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения $(90+50) \times 24$ см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения $(120+60) \times 14$ см.

Рассматривая динамику содержания доступного азота в данном опыте под томатом сорта Ракета, отмечаем, что наибольшее количество азота в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений 140×32 см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений 140×18 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения растений $(90+50) \times 24$ см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений $(120+60) \times 14$ см. Это говорит о том, что на этих вариантах потребление азота было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата (Таблица 44).

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения $(120+60) \times 49$ см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения $(90+50) \times 36$ см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения 140×9 см.

Рассматривая динамику содержания доступного фосфора в данном опыте под томатом сорта Ракета, отмечаем, что наибольшее количество фосфора в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений 140×32 см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений 140×18 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения растений $(90+50) \times 24$ см; при густоте

стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений (120+60)×14 см. Это говорит о том, что на этих вариантах потребление азота было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата (Таблица 45).

Таблица 44 – Динамика минерального азота в почве под томатом сорта Ракета (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Азот (NO ₃ /NH ₄), мг/100 г (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	5,8/17,2	3,6/24,8	4,1/22,7
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	7,3/18,7	5,1/26,3	5,6/24,3
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	3,5/14,9	1,9/22,5	2,4/20,4
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	4,9/16,2	2,7/23,9	3,2/21,8
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	4,9/16,3	2,8/23,9	3,3/21,9
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	7,2/18,6	5,1/26,2	5,6/24,1
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	5,2/16,5	3,0/24,1	3,4/22,1
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	5,4/16,9	3,2/24,5	3,7/22,4
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	5,5/16,8	3,3/24,4	3,8/22,3
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	5,0/16,6	2,8/24,1	3,3/22,0
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	3,8/15,1	1,7/22,8	2,2/20,9
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	3,2/14,8	1,3/22,3	1,8/20,3
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	3,2/14,6	1,3/22,2	1,8/20,1
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	3,1/14,5	1,1/22,1	1,6/20,1
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	4,9/16,4	2,8/23,9	3,3/21,8
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	4,8/16,3	2,6/23,8	3,1/21,8

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения (120+60)×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения (90+50)×36 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения 140×9 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения растений (120+60)×14 см. Это говорит о том, что на этих вариантах потребление калия было недостаточным для формирования высокого урожая плодов томата.

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения (120+60)×49 см; Таблица 45 – Динамика доступного фосфора в почве под томатом сорта Ракета (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Фосфор (P ₂ O ₅), мг/кг (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	130,1	85,2	75,1
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	135,5	95,5	80,4
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	121,2	84,5	69,5
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	124,6	84,6	72,9
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	124,9	84,9	73,3
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	137,3	97,3	82,3
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	122,9	86,2	71,5
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	123,8	87,1	72,0
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	123,6	83,6	69,2
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	124,9	84,9	69,5
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	122,2	82,2	67,2
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	119,2	79,2	64,2
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	119,4	79,4	64,3
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	118,1	78,1	63,1
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	124,5	84,5	69,5
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	125,0	85,1	70,1

Рассматривая динамику содержания обменного калия в данном опыте под томатом сорта Ракета, отмечаем, что наибольшее количество калия в почве по срокам определения было: при густоте стояния растений 22,5 тысячи на 1 га – схема размещения растений 140×32 см; при густоте стояния растений 40 тысяч на 1 га – схема размещения растений 140×18 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения растений (90+50)×24 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения (90+50)×36 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения 140×9 см (Таблица 46).

Таблица 46 – Динамика обменного калия в почве под томатом сорта Ракета (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Калий (K ₂ O), мг/кг (по срокам определения)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	127,0	97,0	111,9
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	133,2	103,1	118,2
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	111,7	81,6	96,7
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	117,8	87,9	102,9
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	117,4	87,5	102,5
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	133,6	96,9	111,9
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	114,3	84,6	99,6
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	116,5	86,6	101,6
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	116,4	86,6	101,6
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	118,0	87,6	102,9
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	112,3	82,6	97,6
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	111,1	81,0	96,1
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	111,0	81,0	97,6
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	109,7	79,8	94,8
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	118,2	88,1	103,1
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	118,0	87,9	102,9

Расчет площади листьев томата сорта Ракета по срокам определения показало, что лучшими вариантами были: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения (120+60)×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения (90+50)×36 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения 140×9 см (Таблица 47).

Определение биологической активности почвы (по Оганову) из-под томата сорта Ракета по срокам определения показало, что лучшими вариантами были: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения (120+60)×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения (90+50)×36 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения 140×9 см (Рисунок 26, Приложение Л).

Таблица 47 – Динамика площади листьев томата сорта Ракета (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Площадь листьев томата по срокам определения (м ² /га)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	12671	19251	28801
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	13350	19745	29473
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	12935	19954	29574
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	13387	19745	29481
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	12531	18974	28673
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	13181	19634	29290
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	13361	19764	29543
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	13373	19776	29513
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	12612	19064	28773
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	13332	18706	29431
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	12934	20035	29712
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	13127	19875	29601
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	12591	18934	28602
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	13342	19734	29443
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	12935	20014	29702
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	13452	19934	29620
НСР ₀₅	623,0		

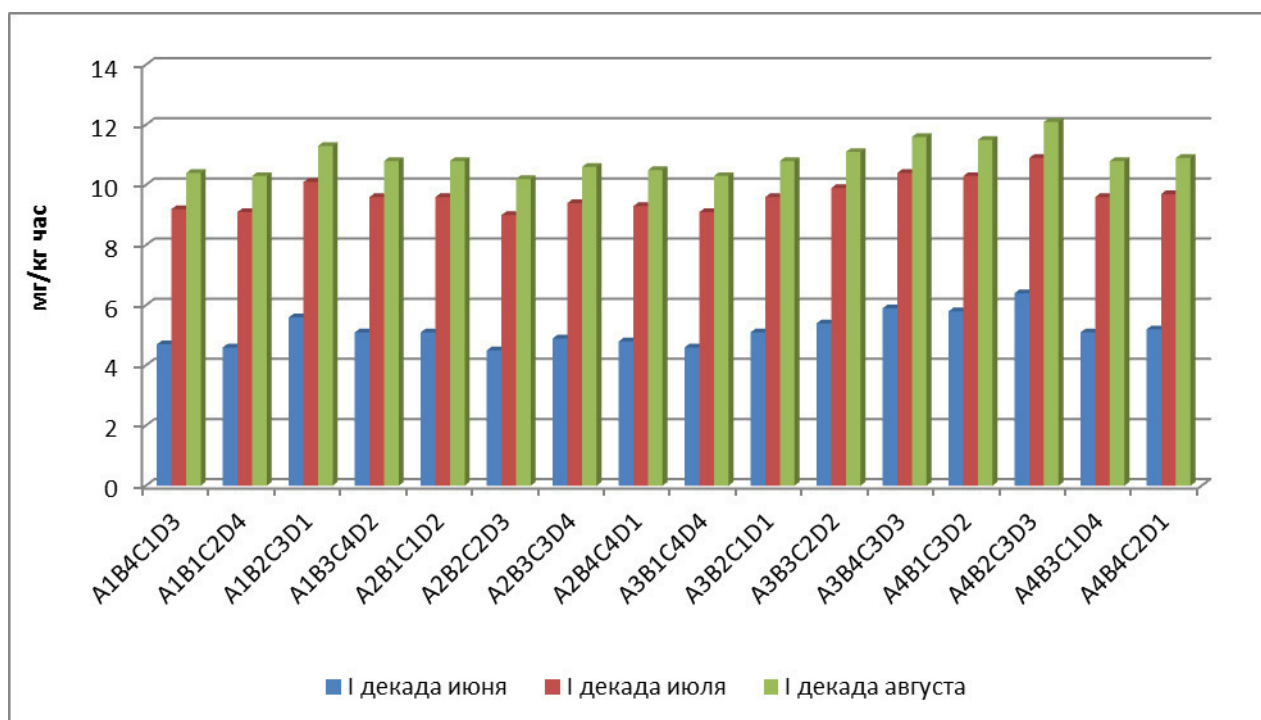


Рисунок 26 - Выделение CO₂ почвой (мг/кг час) из-под томата сорта Ракета (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Интегральным показателем эффективности эксперимента является учет урожайности культуры и качества полученного урожая плодов томата. Учет этих показателей для сорта Ракета дал следующую картину (Таблица 48).

Лучшее состояние в этом аспекте отмечалось на следующих вариантах: при густоте стояния 22,5 тысячи растений на 1 га – схема размещения (120+60)×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения (90+50)×36 см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×19 см; при густоте стояния растений 80 тысяч на 1 га – схема размещения 140×9 см.

Таблица 48 – Урожайность и качество плодов томата сорта Ракета (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Урожайность, т/га	Масса стандартного плода, г	Содержание сухого вещества, %	Содержание витамина С, мг%	Содержание общих сахаров, %	Кислотность плодов, %
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	13,95	48,2	5,85	19,09	2,43	0,47
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	12,73	46,2	5,52	18,51	2,87	0,46
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	23,81	41,2	5,90	20,56	3,01	0,43
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	18,98	38,6	5,13	18,51	2,12	0,47
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	18,10	44,5	5,31	19,68	2,30	0,49
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	12,65	38,1	5,38	16,77	2,47	0,54
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	15,88	41,4	5,71	18,36	2,24	0,52
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	14,69	42,0	5,63	20,02	2,33	0,48
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	13,47	52,0	5,83	16,16	2,67	0,50
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	17,43	46,6	6,41	15,87	3,40	0,56
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	22,53	49,5	6,09	20,51	2,89	0,50
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	25,58	44,2	5,48	28,07	2,28	0,47
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	25,30	45,6	5,80	18,98	2,75	0,51
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	34,27	54,6	5,32	22,02	2,08	0,47
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	19,46	50,9	4,47	18,21	2,15	0,51
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	19,56	55,7	4,60	22,03	3,08	0,62
НСР ₀₅	0,93					

Лучшее качество плодов томата отмечалось при густоте стояния растений 22,5 тысяч растений на 1 га – схема размещения (120+60)×49 см; при густоте стояния 40 тысяч растений на 1 га – схема размещения соответственно (120+60)×28

см; при густоте стояния растений 60 тысяч растений на 1 га – схема размещения 140×12 см; при густоте стояния растений 80 тысяч растений на 1 га – схема размещения 90×14 см. На последних вариантах была отмечена и наибольшая масса зрелых плодов томата.

В качестве итога рассмотрим, как изменялась **площадь листьев** в зависимости от влияющих факторов:

по сорту **Волгоградский скороспелый 323** – от схем посадки рассады зависимость примерно одинаковая, от количества растений на 1 га – максимальная площадь отмечалась при 60 тыс./га, меньше – при 40 и 80 тыс./га, дозы гидрела – лучший эффект наблюдался при использовании минимальных доз (1,0 и 1,3 кг/га д.в.), фаза применения гидрела – максимальный эффект отмечался в начальные фазы созревания урожая;

математические зависимости следующие:

схемы посадки - $y = 1 / (0,000015 / \exp x - 0,0000069 / x + 0,000039)$;

количество растений на 1 га - $y = \exp(-0,987 / \exp x + 0,418 / x + 10,11)$;

доза гидрела - $y = 1 / (0,00014 / \exp x + 0,0000709 \ln x - 0,0000157x)$;

фаза применения гидрела - $y = \sqrt{(2722700000 / \exp x + 1318500000 \ln x - 293660000x)}$;

по сорту **Волгоградский 5/95** – динамика по схемам посадки и количеству растений на 1 га была такова: лучшей была схема (120+60)/2, а по количеству растений лучшим была густота стояния в 40 тыс./га, дозы гидрела – лучший эффект наблюдался при использовании минимальных доз, фаза применения гидрела – максимальный эффект отмечался в фазу 10% зрелых плодов;

математические зависимости следующие:

схемы посадки - $y = 1 / (0,000066 / \exp x - 0,000031 / x + 0,00004)$;

количество растений на 1 га - $y = \sqrt{(-58220000 \ln x - 137110000 / x + 1032700000)}$;

доза гидрела - $y = 1 / (-0,000027 / \exp x + 0,000012 / x + 0,000031)$;

фаза применения гидрела - $y = 1 / (-0,0000015 \ln x - 0,0000027 / x + 0,000036)$;

по сорту **Ракета** – по схемам сравнительная выравненность, по количеству растений – лучший результат наблюдался при 40 и 80 тыс./га, по дозам гидрела и фазам применения – лучшие результаты наблюдались при минимальных дозах гидрела и в ранние фазы;

формализованная форма следующая:

$$\text{схемы посадки} - y = \sqrt{(3364900000 \exp x + 1664500000 \ln x - 37720000x)};$$

$$\text{количество растений на 1 га} - y = \sqrt{(3403700000 \exp x + 1652600000 \ln x - 369740000x)};$$

$$\text{доза гидрела} - y = 1/(0,000132/\exp x + 0,000066 \ln x - 0,000015x);$$

$$\text{фаза применения гидрела} - y = \ln(12488000000x^2 - 78522000000x + 647450000000).$$

Зависимости **урожайности томата** от изучаемых факторов были следующие:

сорт **Волгоградский скороспелый 323**: лучшая схема посадки – широко-рядная с междурядьями 90 см, максимум урожая – 60 тысяч/га, лучшие дозы гидрела – 1,0 и 1,3 кг/га д.в. и лучшая фаза применения – 20% и 30% зрелых плодов на участке;

формализованная форма:

$$\text{схемы посадки} - y = -4,68 \exp x + 194,81/x + 141,75x - 60,85;$$

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

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

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

сорт **Волгоградский 5/95**: лучшая схема посадки – ленточная (120+60)/2, максимум урожая при 60 и 80 тысяч/га (сорт штамбовый), лучшая доза гидрела – 1,0 и 1,3 кг/га д.в., по фазе применения – небольшой рост по мере увеличения количества зрелых плодов, что отчасти объяснимо тем, что сорт позднеспелый;

формализованная форма:

$$\text{схема посадки} -; y = -327,6E/\exp(x) + 146,6E/x$$

$$\text{количество растений на 1 га} -; y = -284,8E/\exp(x) + 134,9E/x$$

$$\text{доза гидрела} -; y = \exp(5,6/\exp(x)) - 38,8E - 3\exp(x) + 1,34x$$

фаза применения гидрела – $y = 1/(-343,6 - 3/\exp(x) + 158,8E-3/x)$

сорт **Ракета**: лучшая схема посадки – широкорядная с междурядьями 90 см, максимум урожая – при 60 тысяч/га, по дозе гидрела – лучшая доза – 1,0 кг/га д.в., по фазе применения – лучшие показатели отмечены при 30% зрелых плодов (что объясняется тем, что данный сорт предназначен для машинной уборки);

формализованная форма:

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

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

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

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

Зависимости по изменению **массы стандартного плода** от изучаемых факторов следующие:

сорт **Волгоградский скороспелый 323**: по схемам посадки – лучшая широко-рядная с междурядьями 90 см, по количеству растений на 1 га – постепенное уменьшение массы стандартного плода по мере увеличения количества растений, доза гидрела – лучшая доза 1,3 кг/га д.в., фаза применения – лучший результат получен при 30% зрелых плодов на участке;

формализованная форма:

схемы посадки - $y = \sqrt{-5170 \ln x + 2960x + 1090}$;

количество растений на 1 га - $y = 122/\exp x - 0,776 \exp x + 25,8x$;

доза гидрела - $y = \sqrt{-1,970/x - 392x + 6360}$;

фаза применения гидрела - $y = 1/(-0,000057 \exp x + 0,016)$;

сорт **Волгоградский 5/95**: лучшие схемы посадки – ленточная (90+50)/2 и широко-рядная с междурядьями 140 см, максимум урожая – при 60 тысяч/га, доза гидрела – лучшая доза 1,3 кг/га д.в., фаза применения гидрела – 20% зрелых плодов на участке;

формализованная форма:

схемы посадки - $y = \sqrt{(-10300x^2 + 1400 \exp x + 26700x)}$;

количество растений на 1 га - $y = \exp(7,2 \ln x + 6,7/x - 1,7x)$;

доза гидрела - $y = \exp(-0,000155 \exp x - 0,0131 \ln x + 0,0084x)$;

фаза применения гидрела - $y = \exp(-0,3278x^2 + 3,0/x + 2,3x)$;

сорт **Ракета**: лучшая схема – широкорядная с междурядьями 90 см, лучший результат при 22,5 тысяч/га, лучшая доза гидрела – 1,6 кг/га д.в., лучшая фаза применения – перед началом созревания плодов;

формализованная форма:

схемы посадки - $y = -361,9/\exp x + 0,936x^2 + 173,3/x$;

количество растений на 1 га - $y = \ln(-6,9 * 10^{18} \exp x - 1,2 * 10^{21} \ln x + 4,93 * 10^{18} x)$;

доза гидрела - $y = -287,4/\exp x + 128,9/x + 19,6$;

фаза применения гидрела - $y = \sqrt{(-246,9x^2 + 64,7 \exp x + 2600)}$;

Изменение **содержание сухого вещества** в плодах в зависимости от изучаемых факторов представлено так:

сорт **Волгоградский скороспелый 323**: лучшая схема посадки – ленточная (90+50)/2, лучший результат при 22,5 тысяч/га, лучшие дозы – 1,0 и 1,3 кг/га д.в., лучшая фаза применения – 10-20% зрелых плодов на участке;

формализованная форма:

схемы посадки - $y = -57,8/\exp x + 0,694 \ln x + 27,3/x$;

количество растений на 1 га - $y = \ln(2500/\exp x + 1200 \ln x - 267,8x)$;

доза гидрела - $y = 1/(-0,001 \exp x + 0,110/x + 0,048x)$;

фаза применения гидрела - $y = \sqrt{72,5/\exp x - 0,259 \exp x + 14,7x}$;

сорт **Волгоградский 5/95**: лучшие схемы – широкорядная с междурядьями 140 см и ленточная (90+50)/2 см, лучший результат при 22,5 тысяч/га, лучшая доза применения гидрела – 1,3 кг/га д.в., лучшая фаза применения – 20% зрелых плодов на участке;

формализованная форма:

схемы посадки - $y = \ln(-202,2x^2 + 20,1 \exp x + 571,6x)$;

количество растений на 1 га - $y = \exp(-0,0137\exp x + 1,26/x + 0,544x)$;

доза гидрела - $y = 1/(-0,0095x^2 + 0,1086/x + 0,0758x)$;

фаза применения гидрела - $y = \sqrt{(-0,633\exp x + 36,8 \ln x + 33,2/x)}$;

сорт **Ракета**: лучшая схема ленточная (120+60)/2 см, лучший результат при 22,5 тысяч/га, лучшая доза гидрела – 2,0 кг/га д.в., а лучшая фаза применения гидрела – перед началом созревания плодов;

формализованная форма:

схемы посадки - $y = \exp(-0,224x^2 - 1,85 \ln x + 1,95x)$;

количество растений на 1 га - $y = \exp(-0,014/\exp x - 0,002\exp x + 1,7)$;

доза гидрела - $y = 1/(0,537/\exp x - 0,06x^2 + 0,184 \ln x)$;

фаза применения гидрела - $y = 1/(-0,002\exp + 0,112/x + 0,069x)$;

Содержание витамина С в плодах в зависимости от изучаемых факторов представлено так:

сорт **Волгоградский скороспелый 323**: лучшая схема широкорядная с междурядьями 140 см, лучший результат при 60 тысяч/га, лучшая доза гидрела – 1,3 кг/га д.в., лучшая фаза применения – 30% зрелых плодов на участке;

формализованная форма:

схемы посадки - $y = 1/(0,078/\exp x - 0,000403\exp x + 0,015x)$;

количество растений на 1 га - $y = \exp(4,4/\exp x - 0,262x^2 + 1,8x)$;

доза гидрела - $y = 1/(0,076/\exp x - 0,000274\exp x + 0,014x)$;

фаза применения гидрела - $y = \sqrt{(16700/\exp x - 8300/x + 2600)}$;

сорт **Волгоградский 5/95**: лучшие схемы посадки – ленточная (90+50)/2 см и широкорядная с междурядьями 140 см, лучший результат – при 80 тысяч/га, лучшая доза гидрела – 1,0 кг/га д.в., лучшая фаза применения – 20% зрелых плодов на участке;

формализованная форма:

схемы посадки посадки - $y = 1/(0,0595/\exp x - 0,000302\exp x + 0,0134x)$;

количество растений на 1 га - $y = \ln(452,6 * 10^9 \exp x - 2100 * 10^9 \ln x - 790,3 * 10^9 x)$;

доза гидрела - $y = \exp(-0,0338x^2 + 0,0066\exp x + 3,4)$;

фаза применения гидрела - $y = \exp(4,1/\exp x - 0,292x^2 + 1,98x)$;

сорт **Ракета**: лучшая схема посадки – широкорядная с междурядьями 90 см, лучший результат при 80 тысяч/га, лучшая доза гидрела – 1,0 кг/га д.в., лучшая фаза применения гидрела – 30% зрелых плодов на участке;

формализованная форма:

схемы посадки - $y = 1/(-0,728/\exp x - 0,013\ln x + 0,32x)$;

количество растений на 1 га - $y = \sqrt{(937/\exp x - 1,6\exp x + 330\ln x)}$;

доза гидрела - $y = \ln(945000000/x + 212000000x - 812600000)$;

фаза применения гидрела - $y = \ln(12500000\exp x + 30740000/x - 80600000x)$.

Таким образом, резюмируя все вышесказанное, можно отметить следующее: основываясь на результатах четырехфакторного опыта и зависимостях, определенных в процессе обработки полученных данных, лучшими значениями указанных факторов по изучаемым сортам при одноразовой (ручной) уборке будут следующие:

сорт **Волгоградский скороспелый 323** – лучшая схема посадки (120+60)/2 см или 90 см; лучшая густота размещения 60 тысяч растений на 1 га; оптимальная доза гидрела 1,0-1,3 кг/га д.в. в фазе 10-20% зрелых плодов на участке;

сорт **Волгоградский 5/95** – лучшая схема посадки (120+60)/2 см или 90 см; лучшая густота размещения 40-60 тысяч растений на 1 га; оптимальная доза гидрела 1,0-1,3 кг/га д.в. в фазе 10-20% зрелых плодов на участке;

сорт **Ракета** – лучшая схема посадки 90 см; лучшая густота размещения 60 тысяч растений на 1 га; оптимальная доза гидрела 1,0-1,3 кг/га д.в. в фазе 20-30% зрелых плодов на делянке.

5 РОЛЬ СИДЕРАЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ В ОПТИМИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

5.1 Роль сидеральных растений в формировании экологической устойчивости овощных агроценозов

Одним из путей восстановления запасов гумуса в почве является внесение органических удобрений. Но этот прием в большинстве случаев не обеспечивает полного восстановления, так как не хватает самих органических удобрений. В этом случае более доступным мероприятием, обладающим разносторонним воздействием на почву, является использование сидератов [227, 228, 229].

Накопление гумуса при использовании сидеральных культур зависит от того, какая часть растения используется на удобрение, химического состава используемого растения, срока заделки сидерата, глубины его заделки [135, 419].

В Белоруссии заплата всей растительной массы бобового сидерата (многолетний люпин) способствовала накоплению гумуса и общего азота во всех слоях почвы. При заplatке же только надземной части растения (привозная зеленая масса) накопления гумуса не происходило, увеличивалась лишь продуктивность культур [133].

При сидерации летом под озимые культуры на легких по механическому составу почвах зеленое удобрение быстро разлагается (использовали бобовый сидерат), а высвободившиеся подвижные элементы питания могут вымываться осенне-зимними и ранневесенними осадками за пределы корнеобитаемого слоя. В этом отношении весенняя заплата сидерата создает лучшие условия для сохранения и накопления органического вещества [145, 220, 231, 232, 524, 526, 536, 543, 544, 545].

Исследования, проведенные в Предуралье и Прибайкалье, показали, что положительный эффект заплаты люпина на зеленое удобрение распространяется не только на продуктивность севооборота, но и на накопление гумуса в почве [494].

В тоже время в Саратовском СХИ исследования, проведенные на орошаемых землях, показали следующее: через 2 года после запашки надземной массы пожнивного сидерата тригонеллы (10-17 т/га) содержание гумуса в слое 0-30см увеличилось на 0,05-0,12% в сравнении с участком без использования сидерата. При введении же в севооборот сидерального пара содержание гумуса было еще более высоким. Но в конце 6-летней ротации севооборота количество гумуса уменьшалось даже по сравнению с исходным его содержанием [134].

Увеличение глубины заделки сидерата обуславливает замедление скорости разложения этой органической массы [182]. Более поздний срок заделки сидерата также способствует некоторому замедлению разложения (в том числе и бобового сидерата), так как соотношение C:N расширяется вследствие большего накопления лигнина и целлюлозы. Такой же эффект отмечен и при запашке зеленого (бобового) удобрения с соломой или другими органическими веществами с более широким отношением C:N [182, 550, 551, 554, 566, 568, 571, 573, 577, 578, 579].

Исследования, проведенные на обыкновенных среднесуглинистых черноземах южной лесостепи Западной Сибири, показали, что урожай зерна за ротацию севооборота (чистый пар-пшеница-пшеница) составил 4,3 т/га при отрицательном балансе гумуса (-2,6 т/га), а при использовании сидерального пара (донник желтый) – соответственно 4,3 т/га и +2,5 т/га [398].

В качестве резервов повышения почвенного плодородия специалисты ВНИПТИ органических удобрений называют более полное использование излишков соломы, широкое применение сидеральных культур, увеличение посева многолетних трав и т.п. [398].

При запашке растений в качестве зеленого удобрения в почве развиваются разные группы микроорганизмов: увеличивается количество аммонификаторов, нитрификаторов и актиномицетов [253].

5.2 Использование сидеральных удобрений в активизации почвенно-биологического фактора овощных агроценозов

Не вызывает сомнений, что основой рационального применения всех используемых в земледелии агроприемов должны служить данные о характере и направленности почвенно-микробиологических процессов [73]. Установлено, что внесение минеральных удобрений активизирует микробиологические и биохимические процессы в почве на протяжении двух лет, внесение органических удобрений и сидерата – четырех. Совместное же внесение сидерата (чина) и минеральных удобрений обеспечивало активизацию почвенных процессов в выщелоченном черноземе на протяжении шести лет [1].

С другой стороны, внесение нового органического вещества в агрофитоценозы решает и другие проблемы интенсивного земледелия, например все более усиливающееся однообразие агрофитоценозов вследствие растущей специализации сельскохозяйственного производства. Поэтому биоценотический подход к решению проблемы повышения продуктивности культур и уровня плодородия почвы позволяет исключить возможные, а в ряде случаев и неизбежные, нарушения экологического равновесия в агроценозах, что особенно ярко проявляется при орошении.

Функционирование почвенной биоты как главного компонента почвенного блока, зависит от жизнедеятельности сообщества растений. В естественных экосистемах большое разнообразие видов, слагающих это сообщество, обуславливает и разнообразие функциональных процессов круговорота веществ и энергии в экосистеме. В агроэкосистемах человек определяет, насколько разнообразным будет тот или иной ценоз растений исходя из своих интересов, часто не учитывая взаимосвязей, существующих между ценозами растений и почвенной биотой, в частности комплексом почвенных микроорганизмов. То есть видовое разнообразие микроорганизмов зависит от разнообразия трофических ресурсов, которое определяется видовым составом агрофитоценозов. Разнообразие микроорганизмов

определяет скорость и степень переработки органического вещества, поступающего в экосистему, а, следовательно, и продуктивность культур ценоза.

Использование орошения предполагает усиление интенсивности всех процессов, обуславливающих продуктивность ценоза растений. И в этом случае возрастает дефицит энергии для обеспечения продукционного процесса, поэтому введение в агроэкосистему дополнительного количества органического вещества должно, во всяком случае, замедлить процесс деградации агроэкосистемы.

Одним из приемов, обеспечивающих агроэкосистему дополнительным органическим веществом, является использование сидератов (в виде сидерального пара, пожнивной или поукосной культуры). Характер воздействия зависит от вида культуры, сроков заделки органической массы, количества этой массы [109, 168, 584, 592, 594, 597, 598, 599, 602, 606, 608, 625].

Микробиологические исследования были выполнены совместно с кандидатом сельскохозяйственных наук старшим научным сотрудником доцентом В.В. Рябчиковой и далее приводятся ее данные по сидератам под озимую пшеницу.

В таблицах 49 и 50 представлены результаты исследований по выявлению структуры комплекса почвенных микроорганизмов в зависимости от вида сидеральной культуры (использовался сидеральный пар).

Таблица 49 – Характеристика зимогенной микрофлоры почвы (млн/г) перед посевом озимой пшеницы

Группы микроорганизмов	Варианты опыта		
	Контроль	Сидерат 1 (донник)	Сидерат 2 (эспарцет)
Аммонификаторы	3,5	9,6	11,9
Бактерии, усваивающие минеральный азот	24,9	18,6	24,3
Микромицеты	0,13	0,12	0,11
Актиномицеты	2,0	1,9	2,8
Азотобактер	1,7	2,4	3,0

Данные таблиц показывают, что опытные варианты выделялись большим количеством аммонификаторов, что указывает на незаконченность процесса полной деструкции зеленой массы сидеральной культуры (как одной, так и другой). Усиливалась азотфиксирующая способность почвы (отмечен рост численности

азотобактера в сравнении с контролем) и увеличивалась общая биогенность почвы.

Таблица 50 – Характеристика группы олиготрофных микроорганизмов (млн/г) перед посевом озимой пшеницы

Варианты опыта	Бактерии	Актиномицеты	Микромицеты	Индекс олиготрофности
Контроль	17,5	1,40	0,04	4,8
Сидерат 1	22,0	2,90	0,13	2,3
Сидерат 2	19,9	3,86	0,20	1,7

Активность группы олиготрофных микроорганизмов характеризует завершенность процессов минерализации свежего органического вещества. Варианты с сидератами по численности превосходят контрольный вариант, причем более завершены процессы минерализации в варианте с сидератом 2 в сравнении с вариантом с сидератом 1. И оба этих варианта по индексу олиготрофности значительно отставали от контрольного варианта, что свидетельствует о более полном окончании процесса разложения легкогидролизуемой органики. Чтобы оценить длительность воздействия сидератов на агроэкосистему и почву в частности, были проведены анализы образцов почвы, отобранных в период цветения озимой пшеницы. Результаты представлены в Таблицах 51 и 52.

Рассматривая характеристики зимогенной микрофлоры в этот период, следует отметить, что общая биогенность почвы на опытных вариантах была значительно выше, чем на контроле. Это говорит о том, что процессы активизации почвенной микрофлоры при внесении сидеральной массы продолжались и в этом году. Причем отмечена более высокая биогенность на варианте с сидератом 1, что в совокупности с данными предыдущих таблиц дает представление о необходимости более длительного временного интервала для процесса разложения сидеральной массы в сравнении с сидератом 2. Активность всех групп микроорганизмов также была выше на опытных вариантах по сравнению с контролем.

Таблица 51 – Характеристика зимогенной микрофлоры (млн/г) почвы в период цветения озимой пшеницы

Группы микроорганизмов	Варианты опыта		
	Контроль	Сидерат 1	Сидерат 2
Аммонификаторы	5,1	10,4	8,7
Бактерии, усваивающие минеральный азот	22,9	39,0	33,6
Микромицеты	0,11	0,27	0,26
Актиномицеты	1,4	3,2	1,8

Таблица 52 – Характеристика группы олиготрофных микроорганизмов (млн/г) почвы в период цветения озимой пшеницы

Варианты опыта	Бактерии	Актиномицеты	Микромицеты	Индекс олиготрофности
Контроль	20,0	0,70	0,26	3,9
Сидерат 1	26,6	1,30	0,38	2,6
Сидерат 2	26,0	1,60	0,27	3,4

В этот период, характеризуя степень законченности процессов разложения органической массы сидеральных культур, можно отметить более близкие значения индекса олиготрофности по всем трем вариантам в сравнении с предыдущим сроком наблюдений. Но все же на опытных вариантах он был ниже, что свидетельствует о богатстве почвы минеральными веществами, образующимися при разложении органики.

В таблице 53 представлена общая характеристика биогенности почвы под озимой пшеницей.

Мы видим, что перед посевом озимой пшеницы относительный показатель (ОП) биогенности на опытных вариантах значительно выше, причем на варианте с сидератом 2 его значения больше, чем на варианте с сидератом 1 (это является свидетельством замедленной трансформации органической массы сидерата 1 по сравнению с сидератом 2). К моменту цветения озимой пшеницы ОП биогенности по опытным вариантам выравнивался и становился ниже такового на контроле, что свидетельствует о том, что на контрольном варианте увеличилось количество неразложившейся органики. Подтверждением последнего положения может

служить динамика коэффициента иммобилизации: на контроле его значения падали, на опытных вариантах – росли.

Таблица 53 – Характеристика биогенности почвы под озимой пшеницей

Варианты опыта	Перед посевом		В период цветения	
	Коэффициент иммобилизации	ОП биогенности	Коэффициент иммобилизации	ОП биогенности
Контроль	6,9	28,2	4,5	47,5
Сидерат 1	1,9	79,4	3,8	38,3
Сидерат 2	2,1	112,3	3,8	33,9

Так как озимая пшеница является хорошим предшественником для овощных культур, в частности для капусты белокочанной, то для использования ее в этих целях требуется характеристика и патогенной части комплекса почвенных микроорганизмов. Это тем более важно, что и на озимой пшенице, и на капусте белокочанной встречается один и тот же патоген – *Fusarium oxysporum*. В связи с этим были проведены анализы почвы на предмет характеристики последней с этой стороны. Результаты анализа представлены в таблице 54.

Таблица 54 – Характеристика патогенной части группы микромицетов (ед./г) почвы под озимой пшеницей

Варианты опыта	Общее количество фузариев	в том числе		Доля фузариев от общего количества микромицетов, %
		<i>F. oxysporum</i>	<i>F. sporotrichiella</i>	
Контроль	13678	8845	0	13,8
Сидерат 1	19765	13329	116	6,9
Сидерат 2	17896	12491	113	6,5

Мы видим, что использование сидератов способствует не только инициации почвенного пула микроорганизмов, но и сопровождается ростом численности фузариев. В таблице 60 приведена численность двух наиболее патогенных видов: в опытных вариантах также отмечался рост численности, причем во втором случае (по *F. sporotrichiella*) на контроле этого вида не было вовсе. Разумеется, факт роста абсолютной численности патогенной части группы микромицетов неприятен, но для полной характеристики мы приводим и расчеты относительной доли фуза-

риев в общем количестве микромицетов. Здесь картина совершенно иная: доля фузариев в опытных вариантах значительно (почти в 2 раза) меньше таковой на контроле. Это подтверждает сделанное нами ранее предположение о том, что увеличение количества и качества вещества и энергии в агроэкосистеме способствует большей сбалансированности процессов, происходящих в системе.

5.3 Эффективность использования сидерации в формировании устойчивости и продуктивности агроценозов овощных культур

В этом разделе мы приводим данные по определению микробиологической активности почвы под томатом в опыте с использованием сидератов (весенняя промежуточная культура) в связи с тем, что в этом случае сидераты (вико-овсяная смесь) применялись не в полной мере (то есть, как это принято), а в усеченном временном варианте. То есть в вариантах использования рассадной овощной культуры с посадкой рассады во второй половине – конце мая применялась сидеральная культура. С началом полевых работ весной проводился посев вико-овсяной смеси для заделки органической массы этой же весной. Затем перед посадкой рассады фрезой нарезались (с заделкой массы в почву) полосы для посадки, а спустя 10-14 дней заделывалась масса в междурядьях высаженной рассады (томата, поздней капусты, посева огурца). Результаты по томату в среднем за 1993-1997 и 2015-2018 годы представлены в Таблицах 55-57.

Общая биогенность почвы по мере роста и развития томата растет, причем в опытном варианте этот рост намного превышает таковой на контрольном варианте. Заметны структурные изменения в комплексе почвенных микроорганизмов: на опытном варианте отмечался более существенный рост численности группы аммонификаторов в сравнении с контролем. Это объясняется тем, что в почву поступило свежее легкоразлагаемое органическое вещество (сидеральная культура). В то же время численность бактерий, усваивающих минеральные формы азота, выросла в опытном варианте не столь существенно. Но рост этой группы микро-

организмов превысил таковой на контрольном варианте. Также в опытном варианте выросла численность азотобактера, в то время как на контроле изменения были несущественны. Последнее дает основание предположить улучшение азотного режима почвы. Проведенные учеты площади листовой поверхности томата в динамике подтвердили это предположение. Так, в опытном варианте она была существенно больше, чем на контрольном варианте.

Таблица 55 – Характеристика группы зимогенной микрофлоры в почве под томатом при использовании сидератов (млн/г абс. сухой почвы) (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Группы микроорганизмов	Варианты опыта	Перед высадкой рассады	Перед уборкой
Аммонификаторы	Контроль	4,3	7,9
	Опыт	4,4	12,3
Бактерии, усваивающие минеральный азот	Контроль	20,5	21,8
	Опыт	20,0	23,2
Азотобактер	Контроль	2,2	2,15
	Опыт	2,14	2,94
Актиномицеты	Контроль	1,4	1,6
	Опыт	1,53	1,71
Микромицеты	Контроль	0,11	0,09
	Опыт	0,12	0,08
Общая биогенность	Контроль	28,51	33,54
	Опыт	28,19	40,23

Характеристика биогенности почвы под томатом в этом эксперименте, результаты определения которой приведены в таблице 62, показали следующее: в контрольном варианте наблюдалось снижение коэффициента минерализации, что указывает на уменьшение количества легкоразлагаемой органики (экссудаты корневой системы томата); в то же время в опытном варианте отмечено еще большее снижение этого коэффициента, что в совокупности с большей численностью аммонификаторов указывало на еще большее уменьшение количества легкоразлагаемого вещества, то есть в данном случае не только разложилась масса сидеральной культуры, но это явилось своеобразным катализатором процесса разложения органики. В то же время и в контрольном, и в опытном вариантах отмечено уве-

личение относительного показателя биогенности (меньше на контроле, больше в опыте). Это указывает на увеличение в почве количества органического вещества, которое доступно для разложения бактериальной микрофлорой и уменьшение самого трудноразлагаемого свежего органического вещества, которое доступно для разложения только грибной микрофлоре. Своеобразным катализатором этого процесса также явилось внесение органического вещества сидеральной культуры. Таблица 56 – Характеристика биогенности почвы под томатом (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Показатели	Перед высадкой рассады		Перед уборкой	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Коэффициент минерализации	4,77	4,55	2,76	1,89
Относительный показатель биогенности	186,4	166,7	242,2	290,0

В эксперименте с изучением влияния весенней промежуточной сидеральной культуры на томат были получены следующие результаты (Таблица 57) по урожайности и качеству продукции.

Таблица 57 – Урожайность и качество плодов томата при использовании сидерата (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Показатели	Контроль	Опыт
Урожайность, т/га	20,5	25,2
Сухое вещество, %	5,0	5,3
Общие сахара, %	3,2	3,4
Кислотность, %	0,38	0,37
Сахаро-кислотный индекс	8,4	9,2
Витамин С, мг%	28,1	35,6
N-NO ₃ , мг/кг	72,0	50,0

Экспериментальные данные указывают на эффективность использования сидерата в качестве весенней промежуточной культуры под томат: отмечен рост урожайности основной культуры, увеличилось содержание сухого вещества, общих сахаров, аскорбиновой кислоты (витамина С), снизилось содержание нитратов в плодах.

Помимо этого, в 1994-1998 и 2005-2015 годах был проведен эксперимент по выявлению влияния сидератов на рост, развитие и продуктивность рассадных культур поздней белокочанной капусты и томата, а также посева огурца, в котором помимо сидерата использовался азотобактерин (опрыскивание посевов культурой *Azotobacter vinelandii* в дозе 150 л/га), в том числе в комбинации с сидератом.

Динамика доступного азота в почве под капустой белокочанной (Таблица 58) показывает, что в первый срок определения (перед применением азотобактерина) сумма доступных форм азота на варианте с сидератом была больше, чем в контрольном варианте. Это вполне объяснимо, так как в опытных вариантах с сидератом после заделки вико-овсяной смеси в почву поступило дополнительное количество, что и обусловило наблюдаемое увеличение. В дальнейшем в опытных вариантах сумма доступных форм азота была меньше, чем в контрольном варианте. Это объясняется более интенсивным использованием азота растениями после применения сидерата и азотобактерина, что, в конечном итоге, привело к повышению продуктивности растений.

Таблица 58 – Динамика минерального азота (мг/кг) в почве (0-30 см) под капустой белокочанной (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ +N H ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ +N H ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄
Контроль	4,9/20,8	25,7	6,2/20,4	26,6	4,1/20,6	24,7
Сидерат	4,6/26,3	30,9	7,4/13,9	21,3	5,1/19,4	24,5
Сидерат+Азотобактерин (одна обработка)	6,5/17,3	23,8	8,4/14,1	22,5	4,0/16,1	20,1

Что касается динамики доступных форм фосфора и калия (Таблица 59), то здесь картина проявилась практически такая же, что и по азоту. Несмотря на разное исходное содержание искомым питательных веществ в почве на контрольном и опытных вариантах, дальнейшее использование их было различным. Так, на контроле разница в содержании доступного фосфора в почве между первым и

третьим сроками определения была 25,9 мг/кг, а в варианте с использованием сидерата – 33,5 мг/кг (и это с учетом дополнительной органики, внесенной вместе с заделанной массой сидерата). Динамика доступного калия также показала более интенсивное использование растениями капусты белокочанной этого питательного вещества, причем эта интенсивность резко возросла в период между первым и вторым сроками определения. Это свидетельствует о стимулировании процессов, определяющих ростовые процессы растений капусты, с последующим увеличением урожайности культуры.

Таблица 59 – Динамика доступного фосфора (мг/кг) и обменного калия (мг/кг) в почве (0-30 см) под капустой белокочанной (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	139,9	122,8	112,4	104,7	114,0	100,1
Сидерат	177,8	145,0	164,5	97,6	144,3	135,5
Сидерат+Азотобактерин (одна обработка)	163,1	162,6	138,7	110,6	154,0	105,3

Определение биологической активности почвы (по Оганову) из-под капусты белокочанной показало, что и внесение органики в почву (в виде сидерата), и применение азотобактерина способствовало интенсификации биологических процессов в почве (особенно в период между первым и вторым сроками определения), что, в свою очередь, приводило к усилению процессов формирования органического вещества капустой белокочанной и, в конечном итоге, увеличению урожайности культуры (Рисунки 27 и Приложение М).

Использование сидерата и азотобактерина способствовало усилению ростовых процессов в формировании капустного растения, что приводило к существенному росту урожайности капусты белокочанной (Таблица 60).

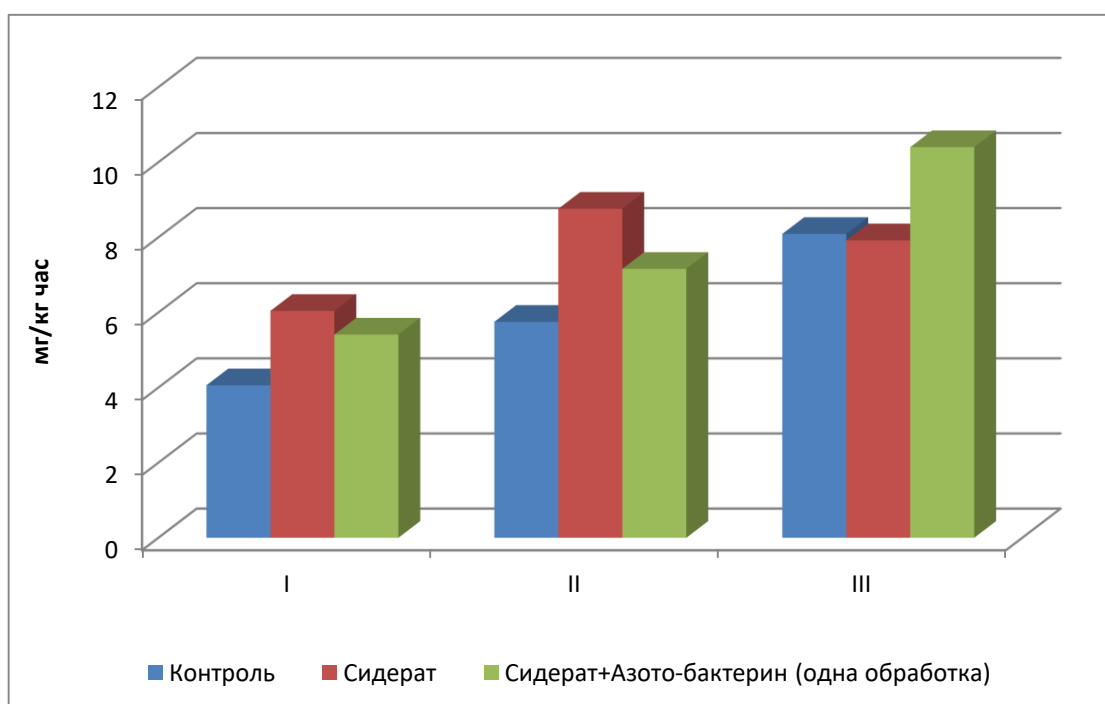


Рисунок 27 - Выделение CO₂ почвой (мг/кг час) из-под капусты белокочанной (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

В то же время увеличивалось содержание сухих веществ (на 0,4-0,7%) и содержание сахаров (на 2,33-3,24%) в кочанах капусты. Следует отметить, что применение сидератов и азотобактерина обуславливало существенное снижение накопления нитратов в кочанах капусты (до 592-668 мг/кг при содержании нитратов в контрольном варианте 1231 мг/кг). В то же время в опытных вариантах отмечалось снижение содержания витамина С (на 2,17-2,57 мг%).

Таблица 60 – Урожайность капусты белокочанной и качество продукции (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 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
Сидерат+Азотобактерин (одна обработка)	52,2	8,69	6,04	6,19	292
НСР ₀₅	1,44	0,34			

Динамика доступного азота в почве под огурцами показывает, что в первый срок определения (перед применением азотобактерина) сумма доступных форм азота на варианте с сидератом и обработкой азотобактерином была больше, чем в контрольном варианте (Таблица 61).

Это вполне объяснимо, так как в опытных вариантах после заделки вико-овсяной смеси и обработки азотобактерином в почву поступило дополнительное количество легкоразлагаемой органики и некоторое количество азотфиксаторов, что и обусловило наблюдаемое увеличение. В дальнейшем в опытных вариантах сумма доступных форм азота была меньше, чем в контрольном варианте. Это объясняется более интенсивным использованием азота растениями после применения сидерата и азотобактерина, что, в конечном итоге, привело к повышению продуктивности растений.

Таблица 61 – Динамика доступного азота (мг/кг) в почве (0-30 см) под огурцами (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄
Контроль	4,5/14,1	18,6	3,9/16,8	20,7	6,2/23,3	29,5
Сидерат	3,4/12,2	15,6	3,6/14,3	17,9	3,4/24,2	27,6
Сидерат+Азотобактерин (одна обработка)	3,5/19,0	22,5	3,5/19,1	22,6	2,5/26,4	28,9

Что касается динамики доступных форм фосфора и калия, то здесь картина проявилась практически такая же, что и по азоту. Несмотря на разное исходное содержание искомым питательных веществ в почве на контрольном и опытных вариантах, дальнейшее использование их было различным. Так, на контроле разница в содержании доступного фосфора в почве между первым и третьим сроками определения была 26,0 мг/кг, а в варианте с использованием сидерата – 57,2 мг/кг (и это с учетом дополнительной органики, внесенной вместе с заделанной массой сидерата) (Таблица 62).

Динамика доступного калия также показала менее интенсивное использование растениями огурца этого питательного вещества, причем эта интенсивность

была больше в период между первым и вторым сроками определения. Это свидетельствует о меньшей потребности растений огурца в этих элементах питания, и в то же время – о стимулировании процессов, определяющих ростовые процессы, с последующим увеличением урожайности культуры.

Таблица 62 – Динамика доступного фосфора (мг/кг) и доступного калия (мг/кг) в почве (0-30 см) под огурцами (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	171,6	154,8	133,4	95,8	145,6	79,0
Сидерат	184,1	156,3	138,6	114,4	126,9	129,2
Сидерат + Азотобактерин (одна обработка)	161,1	151,2	142,2	110,6	101,2	93,5

Определение биологической активности почвы (по Оганову) из-под огурцов показало (Рисунок 28 и Приложение М), что и внесение органики в почву (в виде сидерата), и применение азотобактерина способствовало интенсификации биологических процессов в почве (особенно в период между первым и вторым сроками определения), что, в свою очередь, приводило к усилению процессов формирования органического вещества растениями огурца и, в конечном итоге, увеличению урожайности культуры.

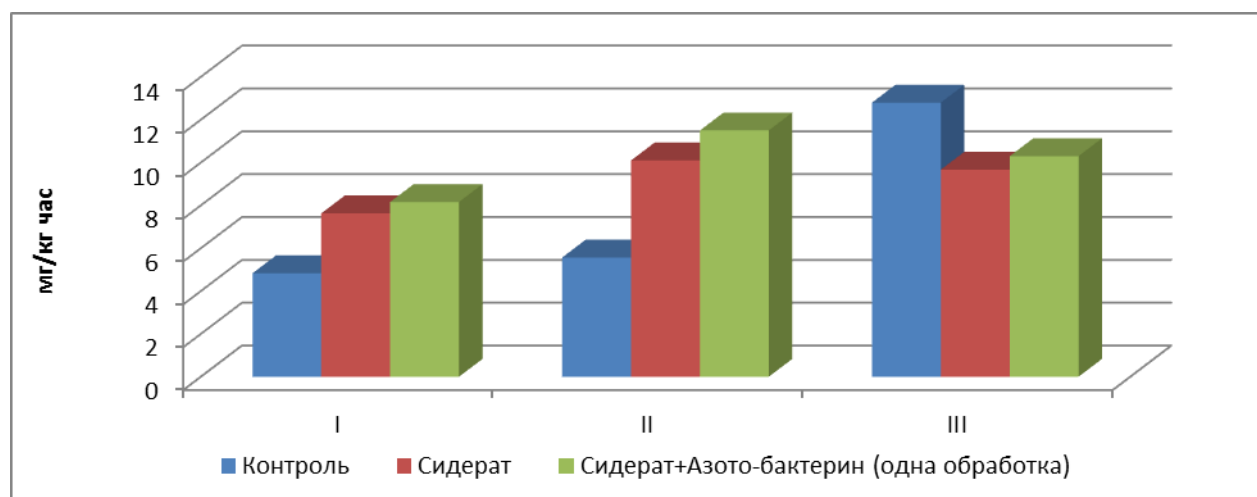


Рисунок 29 - Выделение CO₂ почвой (мг/кг час) из-под огурцов (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Использование сидерата и азотобактерина способствовало усилению ростовых процессов в формировании огуречного растения, что приводило к существенному росту урожайности огурца (Таблица 63).

В то же время увеличивалось содержание сухих веществ (на 0,44-0,66%) и содержание витамина С (на 1,14-2,43%) в плодах огурца. Следует отметить, что применение сидератов обуславливало существенное снижение накопления нитратов в плодах огурца (до 58,3 мг/кг при содержании нитратов в контрольном варианте 73,9 мг/кг). В то же время в опытных вариантах отмечалось снижение содержания сахаров (на 0,34-0,39 мг%).

Таблица 63 – Урожайность огурцов и качество продукции (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 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
Сидерат+ Азотобактерин (одна обработка)	18,3	3,95	9,33	1,83	73,2
НСР ₀₅	1,21	0,41			

Динамика доступного азота в почве под томатом показывает, что в первый срок определения сумма доступных форм азота на варианте с сидератом и азотобактерином была больше, чем в контрольном варианте (Таблица 64).

Это вполне объяснимо, так как в этих вариантах после заделки викоовсяной смеси и внесения дополнительного количества азотфиксаторов в почву поступило его дополнительное количество, что и обусловило наблюдаемое увеличение. В дальнейшем в опытных вариантах сумма доступных форм азота была больше, чем в контрольном варианте. Это объясняется более интенсивным формированием пула азота в почве после применения сидерата и азотобактерина и более рациональным использованием азота растениями томата, что, в конечном итоге, привело к повышению продуктивности растений.

Таблица 64 – Динамика минерального азота (мг/кг) в почве (0-30 см) под томатом (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄
Контроль	5,2/13,2	18,4	2,2/18,1	20,3	4,3/18,4	22,7
Сидерат	5,5/11,1	16,6	5,0/19,8	24,8	14,3/22,4	36,7
Сидерат+ Азотобактерин (одна обработка)	12,0/12,5	24,5	6,8/14,9	21,7	13,8/18,4	32,2

Что касается динамики доступных форм фосфора и калия, то здесь картина проявилась практически такая же, что и по азоту. Несмотря на разное исходное содержание искомым питательных веществ в почве на контрольном и опытных вариантах, дальнейшее использование их было различным. Так, на контроле разница в содержании доступного фосфора в почве между первым и третьим сроками определения была 47,2 мг/кг, а в варианте с использованием сидерата – 2,1-15,3 мг/кг (и это с учетом дополнительной органики, внесенной вместе с заделанной массой сидерата) (Таблица 65).

Таблица 65 – Динамика доступного фосфора (мг/кг) и обменного калия (мг/кг) в почве (0-30 см) под томатом (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	191,5	140,4	151,6	91,4	144,3	136,3
Сидерат	135,0	138,4	136,6	118,4	132,9	140,5
Сидерат+Азотобактерин (одна обработка)	149,2	131,5	160,8	98,5	133,9	110,0

Динамика доступного калия также показала более интенсивное использование растениями томата этого питательного вещества, причем эта интенсивность резко возросла в период между первым и вторым сроками определения. Это свидетельствует о стимулировании процессов, определяющих ростовые процессы томата, с последующим увеличением урожайности культуры.

Определение биологической активности почвы (по Оганову) из-под томата показало, что и внесение органики в почву (в виде сидерата), и применение азотобактерина способствовало интенсификации биологических процессов в почве (особенно в период между первым и вторым сроками определения), что, в свою очередь, приводило к усилению процессов формирования органического вещества томатным растением и, в конечном итоге, увеличению урожайности культуры (Рисунок 29 и Приложение М).

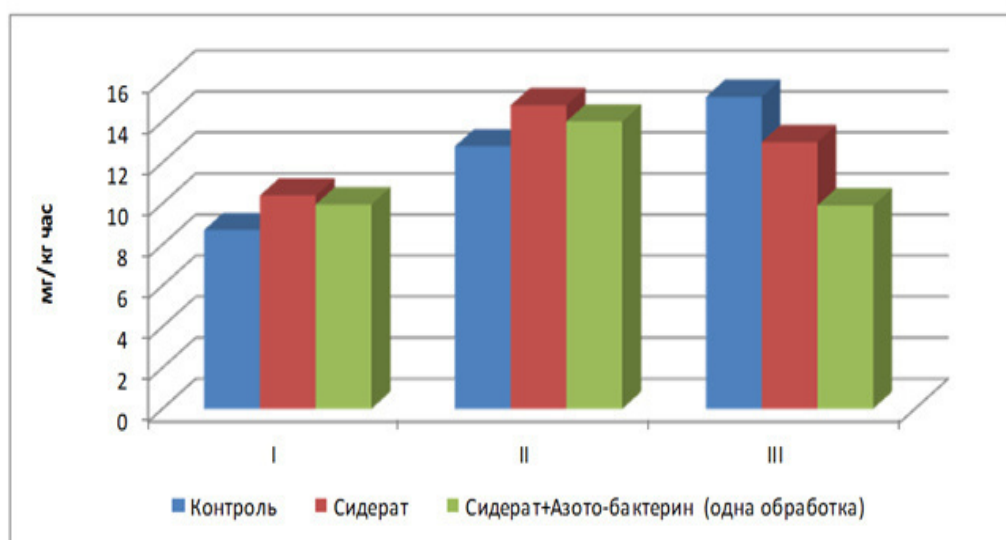


Рисунок 29 - Выделение CO₂ почвой (мг/кг час) из-под томата (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Таблица 66 – Урожайность томата и качество продукции (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 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
Сидерат+ Азотобактерин (одна обработка)	40,6	6,14	11,12	2,73	0,52	37,5
НСР ₀₅	1,13	0.13				

Использование сидерата и азотобактерина способствовало усилению формирования репродуктивных органов томатного растения, что приводило к существенному росту урожайности томата (Таблица 66).

В то же время увеличивалось содержание сухих веществ (на 0,16-0,19%) и сахаров (на 0,23-0,48%) в плодах томата. Следует отметить, что применение сидератов и азотобактерина обуславливало снижение накопления нитратов в плодах томата (до 37,5-40,5 мг/кг при содержании нитратов в контрольном варианте 43,2 мг/кг). В то же время в опытных вариантах отмечалось увеличение содержания витамина С (на 2,17-2,57 мг%).

6 БИОЛОГИЗАЦИЯ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ КАК ФАКТОР РЕГУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В АГРОЛАНДШАФТАХ

6.1 Биологизация агроэкосистем – ведущий фактор биологической устойчивости и экологической безопасности агроценозов овощных культур

Степень стабилизации и устойчивости изучаемых агроценозов вполне возможно определять с точки зрения состояния микробного сообщества почвы, так как жизнедеятельность последнего определяется биологическими и агротехническими особенностями возделываемых культур [122]. Набором трофических ресурсов определяется и видовое разнообразие микрофлоры [428]. Кроме того, к причинам видового разнообразия относится и влияние пространственной неоднородности – чем сложнее окружающая среда, тем разнообразнее биогеоценозы [427]. В хорошо развитых почвах формируются устойчивые комплексные сообщества микроорганизмов, характеризующиеся максимальной плотностью и видовой насыщенностью. Более сложные по структуре и богатые по числу входящих в них видов сообщества отличаются и более высокой устойчивостью, так как различные виды по-разному приспособлены к изменениям окружающей среды. Таким образом, с экологической точки зрения экосистема, имеющая большее число составляющих ее видов, обладает большей стабильностью [428].

Высокая степень биоиндикаторных свойств почвенных микроорганизмов обусловлена их обилием, сложной структурой сообществ, многообразием форм и высокой чувствительностью к различным факторам. Но последняя зависимость обладает возможностями к обратной связи, и соответственно, к смене приоритетов. Кроме того, изменяя структуру комплекса или воздействуя непосредственно на комплекс микроорганизмов, можно изменить и связи внутри системы, что, в конечном итоге, позволит изменить и структуру системы. Насколько длительны во времени будут эти изменения зависит от степени устойчивости системы и от

потенциальных возможностей воздействующего фактора. В качестве примера, иллюстрирующего данное предположение, можно привести следующее: внесение в почву азотобактерина способствует увеличению общего количества микроорганизмов и активизации некоторых процессов в почве – нитрификации, аммонификации, разложению целлюлозы, обуславливающих накопление подвижных форм элементов питания растений в почве [139, 170, 213, 282, 456, 477].

Нередки случаи, когда нитраты накапливаются в продукции в количествах, превышающих ПДК, на неудобренных участках. Здесь мы сталкиваемся с факторами, влияющими на процесс азотного обмена, управлять которыми в открытом грунте в полной мере нам не под силу. К таким факторам относят условия освещенности растений, гидротермические условия произрастания и т.п.[2]. В этом случае идут по пути ингибирования нитрификации. Но здесь есть существенное ограничение, так как в большинстве своем ингибиторы нитрификации являются искусственными веществами и при их внесении в почву нет никакой гарантии, что при включении их в метаболизм микрофлоры почвы не появятся вредные и токсичные вещества. Поэтому необходимы поиски веществ или препаратов естественной природы, обладающих достоинствами химических ингибиторов, но не имеющих недостатков последних. Одним из таких препаратов является азотобактерин (на основе активных штаммов бактерий рода *Azotobakter*).

Выявлено, что размножение *Az. chroococcum*, *Az. agile*, *Az. vinelandii* с максимальными темпами происходит при реакции почвенной среды, близкой к нейтральной или слабощелочной [84,184]. С другой стороны, азотфиксирующая способность почвы достигает максимума при влажности, близкой к полевой влагоемкости, и минимума – при влажности завядания растений [189, 201, 414]. Оптимальная температура развития этих бактерий лежит в диапазоне 25-30°C [405].

Из факторов биогенной природы активирующее воздействие на азотобактер оказывают целлюлозоразрушающие и другие почвенные организмы [490]. В то же время многие наблюдения свидетельствуют о том, что запас подвижного органического вещества в почве является одним из основных факторов, влияющих на развитие азотобактера [11,502]. Отмечено, что интенсивность фиксации азота ат-

мосферы зависит от структуры органического вещества (чем сложнее структура, тем выше продуктивность) [184,202]. В этой связи установлено, что обогащение почвы энергетическим материалом создает условия для роста азотфиксирующей активности [284, 457].

Экспериментально доказано, что внесение в почву органического вещества в виде клетчатки и зеленой массы растений снижает потери азота из минеральных удобрений, увеличивает закрепление его в микробной плазме и биологическую фиксацию азота свободноживущими фиксаторами. Растительные остатки и корневые эксудаты, являясь источником энергии для жизнедеятельности микроорганизмов, значительно усиливают азотфиксирующую активность гетеротрофных несимбиотических бактерий [490].

Установлено, что азотобактер интенсивнее развивается в ризосфере по сравнению с почвой [503, 523, 553, 561, 575, 586, 587, 588]. И в тоже время есть сведения о подавлении деятельности азотобактера корневыми системами некоторых растений, например томата [490].

Доказано, что нитраты и образующаяся в процессе денитрификации закись азота вызывают депрессию азотфиксирующих систем чистых культур азотобактера, суммарной азотфиксирующей активности черноземов [490].

Корневые выделения растений, в том числе и овощных культур, могут достигать 20-50% фотосинтезированного растениями углерода. Последний в количестве 25-37% непосредственно тратится на азотфиксацию [18]. Но в отличие от симбиотических бактерий, азот, фиксированный несимбионтами, в первый год недоступен растениям, так как включается в состав гумуса [164]. Другие исследователи утверждают, что примерно половина азота, фиксированного несимбиотическими азотфиксаторами, закрепляется в составе органического вещества почвы, другая половина может быть усвоена в значительной степени растениями [164].

Внесение удобрений влияет на активность азотфиксаторов по-разному: органические и фосфорные удобрения стимулируют их, а азотные минеральные удобрения нередко подавляют [96,456]. В то же время имеются данные, позволяющие заключить, что небольшие дозы азотных минеральных удобрений (напри-

мер, соли аммония) усиливают азотоусвоение, но более высокие концентрации подавляют этот процесс [202, 282, 540, 611]. С другой стороны, отсутствие или недостаток фосфора в среде замедляет развитие культуры азотобактера и снижает азотфиксацию [96, 269]. Что касается калийных удобрений, то степень их токсичности определяется анионной частью солей, но отмечается положительное действие на развитие азотобактера этих удобрений в дозах до 200 кг/га.

Помимо основных элементов питания, отмечена и взаимосвязь развития азотобактера, особенно *Az. vinelandii*, с наличием в почве кальция в определенной концентрации. Последнее не должно являться ограничивающим фактором на черноземах, так как эти почвы обладают достаточным запасом этого элемента.

Воздействие азотобактерина на растения сводится к двум взаимосвязанным процессам. С одной стороны, это улучшение азотного питания растений за счет увеличения запасов азота в почве. С другой стороны, это образование и выделение культурой азотобактера физиологически активных веществ, причем особенно отмечалось стимулирующее действие культур *Az. agile*, *Az. vinelandii* [125, 269, 325, 326, 429, 448, 449, 450, 589, 591, 596, 604]. Имеются сведения и о подавляющем влиянии азотобактерина на развитие грибной флоры, особенно на стадии прорастания семян [490].

Все исследователи отмечают, что положительное влияние азотобактерина на урожайность сельскохозяйственных культур тесно связано с качеством препарата (активность культуры азотобактера, приспособленность ее к экологическим условиям применения). Поэтому часто использование смеси штаммов дает более устойчивый результат. К тому же нередко наблюдается отрицательное действие на сельскохозяйственные культуры *Az. chroococcum* и положительное *Az. vinelandii*, что связано с неодинаковой способностью этих видов к образованию ростовых веществ (первый вид образует их значительно больше) [202,306,308,309,394,548,556]. Установлено, что чистая культура азотобактера действует эффективнее, чем другие препараты [302, 312, 313, 318, 420, 607, 610, 612, 615, 619, 622, 623, 630].

Применение биологически активных веществ (БАВ) возможно только при функционировании агроценоза, причем на разных этапах развития последнего результаты могут быть различны. Конечный результат с точки зрения производства сельскохозяйственной продукции оценивается по урожайности культуры и качеству получаемой продукции. В то же время, с точки зрения устойчивости агроэкосистем во времени, подобной оценки недостаточно, необходима оценка механизма воздействия, включающая и агроэкологические последствия, связанные с изменениями в структуре агрофитоценозов.

Применение гетероауксина, цитокинина и гиббереллина при предпосевной подготовке семян показало, что эти БАВ в одинаковой мере стимулируют прорастание семян, находящихся в неглубоком покое, обусловленном внешними факторами, и не проявляют действия на семена, находящиеся в глубоком покое, который обусловлен внутренними причинами функционирования растительного организма. Помимо этого, чувствительность к воздействию БАВ зависит от вида растений, то есть от генетической структуры последних, а также от особенностей сорта, то есть от скорости течения биохимических процессов, определяющих рост и развитие растений [376]. В ряде исследований установлено положительное влияние на семена других БАВ (тиамина, никотиновой кислоты, метиленовой сини), что выражалось в увеличении урожайности растений на 12-20% [148, 396, 518].

Применение БАВ при обработке семян овощных растений способствовало улучшению качества продукции, повышению иммунитета растений в ценозе как к биотическим факторам, так и к абиотическим. Например, растения томата, выращенные из обработанных семян, отличались более ранним и обильным цветением, большим количеством плодов и их массой, улучшением качества последних. Растения огурца при подобном воздействии отличались повышенной холодостойкостью, усиленным образованием женских цветков, что вело к повышению урожайности растений. В то же время положительное влияние БАВ на энергию прорастания и всхожесть семян возрастает при низком (в силу ряда причин) качестве семян [144].

При обработке семян БАВ получают более мощные проростки, всходы раньше включаются в процесс фотосинтеза, тем самым обуславливая лучшее развитие растений, большую площадь фотосинтетически активной поверхности, что в конечном итоге, повышает урожайность овощных растений [151]. Помимо этого, в листьях томата под действием некоторых БАВ (гетероауксина и янтарной кислоты) интенсивность фотосинтеза повышается на 6-28% [155].

При оценке процессов, определяющих жизнедеятельность растений, важную роль играет оценка дыхания. Так, энергия прорастания растений, семена которых были обработаны гетероауксином, повышалась на 17-33%, янтарной кислотой – на 13-22%. В то же время масса сухого вещества не уменьшалась, что указывает на соответствующее увеличение интенсивности процессов ассимиляции [151].

Обработка семян БАВ способствовала повышению содержания сахаров в листьях растений во все фазы развития растений. Все это в дальнейшем вело к увеличению урожайности овощных культур, например обработка семян моркови 0,07% раствором гетероауксина определила прибавку урожая на 20-21%, намачивание семян в растворах никотиновой кислоты (0,01%) и тиамин (0,01%) – на 14-15%. На столовой свекле прибавка урожая при использовании этих БАВ составила 27% (по никотиновой кислоте) и 19% (по гетероауксину) [129]. На других культурах действие на урожайность было идентичным: урожайность огурца в первых сборах повышалась в 1,5 раза при обработке семян янтарной кислотой (0,004%) и гетероауксином (0,05%), а прибавка урожая лука репчатого составила от 18% (при обработке семян янтарной кислотой в концентрации 0,004-0,006%) до 33% (при обработке семян гетероауксином в концентрации 0,06-0,08%) [152].

Другие БАВ – бензимидазол и его фосфорилированные производные в большей степени воздействуют на иммунную систему растений, повышая устойчивость последних к болезням. Эти препараты не обладают пестицидным действием, не оказывают видимого отрицательного действия на растения и в то же время изменяют обмен веществ растений в сторону, неблагоприятную для вредных организмов [444]. Некоторые БАВ дают эффект не только на обрабатываемые

мых растениях, но и в последующих поколениях. Подобный эффект отмечен на томате и огурце при обработке препаратами на основе гибберелловой кислоты, например при обработке семян огурца ГК ускорились рост и плодоношение на 33-56%, подобное влияние отмечалось и в потомстве [108].

Кроме того, некоторые препараты при обработке ими семян дают эффект в улучшении качества продукции. Так, обработка ивином (10 мг/л) семян томата и огурца способствовала увеличению сухого вещества в плодах (на 0,4-0,8%), аскорбиновой кислоты (на 2-10мг%), сахаров (на 0,2-0,9%) [221]. В то же время ивин положительно действует на энергию прорастания и всхожесть семян огурца (с 69 до 81%) при увеличении урожайности на 25% [146]. При безрассадном выращивании томата, особенно при неблагоприятных погодных условиях, обработка семян ивином повышала дружность появления всходов, растения были более устойчивы к макроспориозу и черной бактериальной пятнистости и более урожайны (на 11-22%) [141].

Другой препарат из этой серии – гумат натрия – имеет естественную природу. Использование его для вышеуказанных целей сопровождается усилением роста корневой системы и надземной части растений, активизацией обмена веществ, усилением дыхания и синтеза органического вещества, активизацией поступления минеральных солей из внешней среды. Кроме того, этот препарат стимулирует жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. Итогом такого многогранного воздействия является усиление роста растений, повышение качества получаемой продукции [150]. Под влиянием этого препарата увеличивается сопротивляемость растений неблагоприятным условиям среды – они более устойчивы к колебаниям температуры. Лучше переносят избыток удобрений (особенно азотных) и пестицидов, меньше накапливают остатков пестицидов в получаемой продукции [147].

Следующий временной интервал, в котором применяются БАВ с целью изменения роста и развития растений, это период выращивания рассады, особенно рассады томата и огурца.

Обработка рассады томата раннеспелого сорта (Киевский 139) декстрелом в концентрации 0,02% увеличивала площадь ассимилирующей поверхности (на 28-

74%), сырую массу корней (на 84-118%). Применение же двукратной обработки (в фазе рассады и в начале созревания плодов) повышало урожай зрелых плодов в первые десять дней сборов в 4,0-4,8 раза [237]. На огурце (сорт Харьковский) опрыскивание декстрелом в фазу 2-3 настоящих листьев увеличивало число женских цветков на растении (на 77%) и урожайность растений при однократной уборке (на 29%).

В условиях Белоруссии обработка рассады томата раннеспелых сортов (Доходный и Превосходный) декстрелом в фазе 3-4 настоящих листьев и повторно спустя неделю после первой обработки улучшало качество рассады, что в дальнейшем сказалось на урожайности растений: в первые две недели сборов урожай плодов был выше (на 44%), увеличилась товарность урожая (на 16%) [149]. Улучшение качества рассады отмечено и под влиянием обработки растений раствором ТУРа. Использование последнего в концентрации 0,2% в 1,5-2,0 раза уменьшало высоту главного стебля, увеличивало его толщину и число листьев. Такая рассада отличалась повышенной засухоустойчивостью, холодостойкостью, приживаемостью. В то же время выход ранней продукции при многосборовой схеме уборки увеличивался на 25-30% [237].

В наших опытах с использованием гидрела на рассаде томата сортов разной скороспелости Волгоградский скороспелый 323, Драгоценность 341, Волгоградский 5/95 были получены следующие результаты: созревание ускорялось на 7-8 дней, ранний урожай (за первые две недели сборов) увеличился на 17%, а общий – на 19%. Из характеристик рассады мы отметили лишь увеличение мощности корневой системы и приживаемости рассады [296]. На среднепоздних сортах огурца (Воронежский, Нежинский местный) обработка растений в фазе 2-3 настоящих листьев гидрелом в 0,02% концентрации обуславливала образование большого количества женских цветков и, соответственно, увеличение урожайности растений [295]. Подобные же результаты, но на других сортах огурца и других тыквенных культур, были получены в Молдавии, в Приднестровье, в Западной Сибири, в Подмосковье [20, 90, 91, 93, 108, 142].

Следующим этапом, когда применение БАВ дает эффект, является стадия взрослого растения, например томата. Так, использование гидрела на томате с целью получения возможности в дальнейшем провести одноразовую уборку дало положительный эффект в опытах различных научных учреждений во всех природных зонах нашей страны [21, 195, 296].

В наших исследованиях установлено, что применение гидрела в дозах 1-2 кг/га д.в. в фазе созревания 10% плодов в ценозе томата способствует ускорению развития всех сформировавшихся плодов на растении, что обусловило проведение спустя 10-14 дней на этом участке одноразовой уборки, причем на сортах, которые для такой схемы уборки не предназначены (Волгоградский скороспелый 323, Волгоградский 5/95). При этом качество плодов существенно не изменялось, а затраты на уборку сократились. Основываясь на этих результатах и подбирая сорта разной степени скороспелости мы предложили схему конвейерной уборки томата столовых сортов, которая позволила сделать более равномерной нагрузку при уборке урожая и увеличить период поступления зрелых плодов из открытого грунта [296].

В условиях Молдавии максимальный эффект наблюдался от применения гидрела в дозах 2,0-2,4 кг/га д.в. в фазе 10-15% зрелых плодов на участке: уборка начиналась на 9-12 дней раньше при количестве зрелых плодов на растениях 95-99% с качеством, существенно не отличавшимся от контрольных [142].

Таким образом, приведенный краткий обзор результатов исследований по эффективности применения БАВ на культурных растениях показывает, что используя БАВ на разных этапах роста и развития растений, можно изменять функциональные связи в агроценозах, в частности овощных растений, в сторону усиления продукционного процесса. Важный момент, который следует отметить, это и то, что большинство используемых препаратов являются аналогами природных соединений либо при взаимодействии с тканями растений разлагаются до простых химических соединений, безвредных для растений.

6.2 Использование факторов биологизации в обеспечении условий формирования овощных агроценозов

В процессе исследований влияния биологически активных препаратов на функционирование агроценозов овощных культур нами были проведены анализы почвы пахотного слоя на содержание доступных форм азота. Динамика этого элемента питания растений была взята нами в качестве теста по нескольким причинам. Во-первых, эти формы в почве наиболее лабильны и в то же время азот является одним из главных компонентов, составляющих органическое вещество растений. Во-вторых, динамика этих форм довольно тесно коррелирует с накоплением нитратов в конечной продукции, что позволяет судить об исследуемых приемах или препаратах и с этой точки зрения. Результаты влияния разных препаратов на культуре томата представлены в таблице 67.

Таблица 67 – Содержание доступного азота в пахотном (0-20 см) слое почвы под томатом (мг/кг) (в среднем за 1991-1997 гг.)

Варианты опыта	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃ ⁺ N-NH ₄
Через 21 день после обработки			
Контроль	11,0	3,5	14,5
Азотобактерин 1	12,4	5,2	17,6
Азотобактерин 2	9,5	4,8	12,3
Иммунофит-М	9,2	4,8	14,0
Эпин	14,7	5,0	19,7
Через 60 дней после обработки			
Контроль	20,1	17,4	37,5
Азотобактерин 1	8,1	11,5	19,6
Азотобактерин 2	7,8	10,4	18,2
Иммунофит-М	7,3	10,9	18,2
Эпин	32,9	9,2	42,1

Анализируя полученные данные, следует отметить следующее: азотобактерин и иммунофит-М обуславливали ингибирование процессов нитрификации в почве, причем по второму препарату эффект проявлялся сразу (это видно по данным и на 21-й день, и на 60-й день после применения), а по азотобактерину – эф-

фekt сразу проявлялся только при удвоенной дозе; в то же время при одинарной дозе эффект проявлялся позже, чем через три недели. Помимо этого препараты воздействуют и на продуцирование в почве аммонийного азота, но проявляется это с определенной временной задержкой.

Рассматривая воздействие последнего препарата – эпина, отмечаем довольно четкое стимулирование процессов нитрификации, усиливающееся во времени, в то же время по второму сроку определения заметна тенденция к ингибированию продуцирования аммонийного азота.

Таким образом, можно говорить о том, что азотобактерин и иммунофит-М при использовании на томате действуют как ингибиторы нитрификации в почве.

Определение доступного азота в почве под пасленовыми культурами при применении указанных биологически-активных веществ позволило выявить тенденцию стимулирования использования доступного азота почвы при обработке растений томата азотобактерином и иммунофитом-М (Таблица 68).

Таблица 68 – Содержание минерального азота в почве (0-20 см) под пасленовыми культурами (в среднем за 1991-1997 гг.)

Варианты опыта	Культуры											
	Томат						Перец сладкий					
	Через 3 недели после обработки			Через 8 недель после обработки			Через 3 недели после обработки			Через 8 недель по- сле обработки		
	NO ₃	NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃ + NH ₄
Контроль	9,6	2,0	11,6	18,5	11,3	29,8	6,4	7,4	13,8	6,9	5,6	12,5
Азотобактерин 1	11,3	3,6	14,9	6,6	9,5	16,1	6,3	7,1	13,4	5,6	7,4	13,0
Азотобактерин 2	8,0	2,2	10,2	6,2	8,2	14,4	6,4	7,1	13,5	5,7	7,3	13,0
Иммунофит-М	7,6	2,2	9,8	5,7	8,7	14,4	12,6	8,7	21,3	20,7	9,2	29,9
Эпин	13,6	3,3	16,9	35,8	7,0	42,8	23,2	7,5	30,7	28,5	7,0	35,5

Более детальное исследование воздействия азотобактерина включало определение нитрификационной способности почвы под разными культурами в качестве критерия динамики азотного режима. Рассматривая результаты этих иссле-

дований, мы отмечаем неодинаковое воздействие культур в качестве фона для действия азотобактерина (Приложение А, Таблица 9).

Например, под огурцами после одной обработки азотобактерином нитрификационная способность почвы (НСП) осталась на уровне показателей, характерных для почвы до применения азотобактерина (Рисунок 30 и Приложение Н).

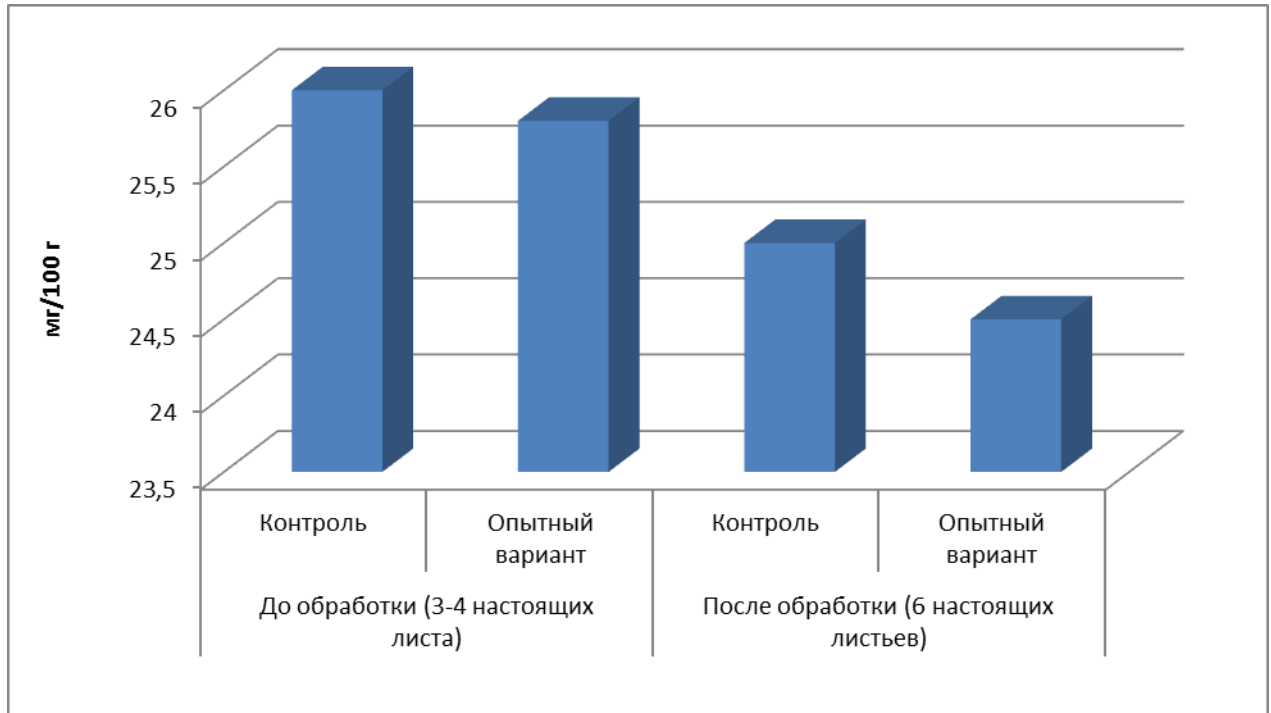


Рисунок 30 - Динамика нитрификационной способности почвы (НСП) под огурцами при обработке азотобактерином (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

И если учесть, что почва контрольного варианта в этот момент характеризуется значительно более низкой НСП по сравнению с моментом до обработки, то можно предположить следующее: корневые выделения огурца активизировали деятельность ризосферной микрофлоры и в этом процессе вносимый препарат играл роль ингибитора процесса. Но в дальнейшем происходит затухание этих процессов стимуляции микрофлоры, так как растения огурца становятся более возрастными и у них изменяется как количественный, так и качественный состав экссудатов (растения огурца вступают в стадию плодоношения). Поэтому следующие определения НСП не обнаруживают различий между вариантами.

Капуста белокочанная на фоне применения азотобактерина определяла следующую динамику НСП (Рисунок 31 и, Приложение Н).

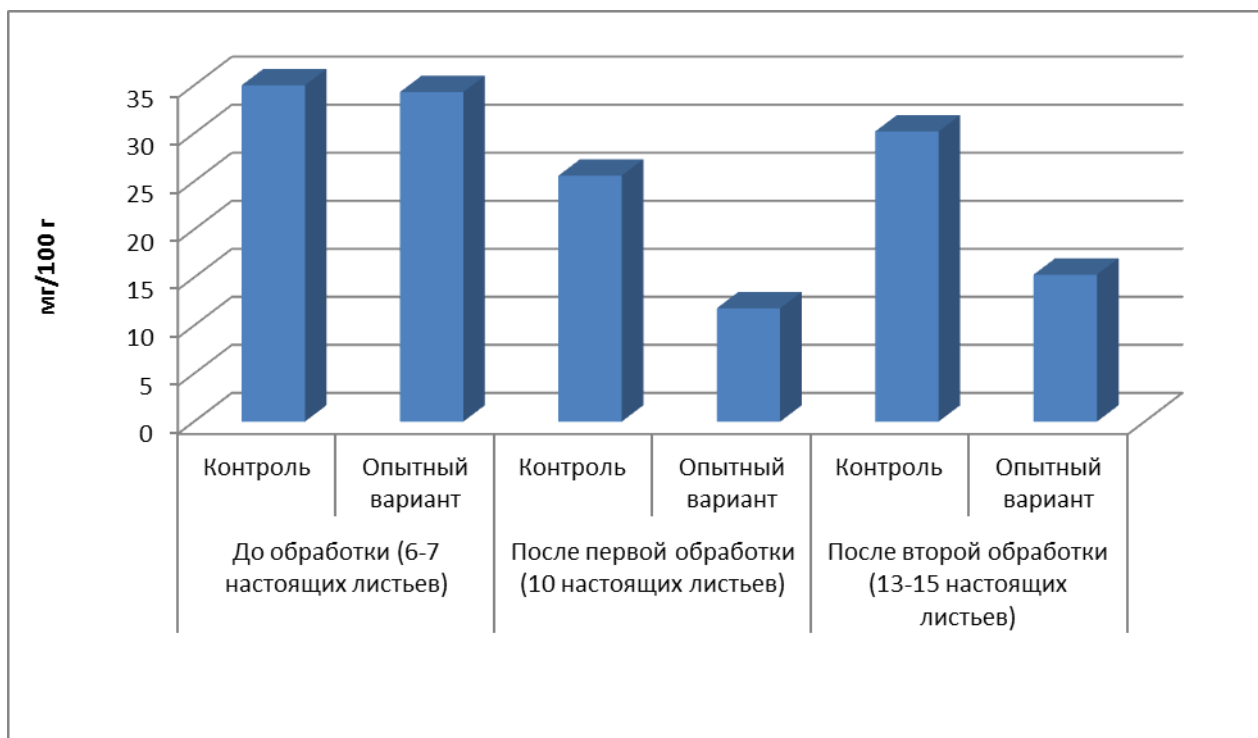


Рисунок 31 - Динамика нитрификационной способности почвы (НСП) под капустой белокочанной при обработке азотобактерином (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Мы отметили резкое подавление НСП на опытных вариантах в сравнении с контролем и можем предположить, что в данном случае корневые экссудаты культуры не способствуют активизации ризосферной микрофлоры. Причем можно говорить даже о продленном ингибировании НСП на опытных вариантах, так как увеличение этого показателя хотя и наблюдается, но не достигает величин, характерных для контрольной почвы. Повторная же обработка азотобактерином еще больше задерживает восстановление НСП до исходных величин.

Томат в ряду рассматриваемых культур занимает срединное положение: почва контрольного варианта по показателю НСП характеризовалась такой же динамикой, как и у рассмотренных выше культур, но амплитуда колебаний этого показателя была меньше. Подобное положение можно целиком отнести к специ-

фике взаимодействия микрофлоры почвы и корневой системы данного вида растений. В опытном варианте обработка азотобактерином обуславливала снижение НСП, хотя и не столь значительное, которое было отмечено на капусте белокочанной (Рисунок 32 и Приложение Н).

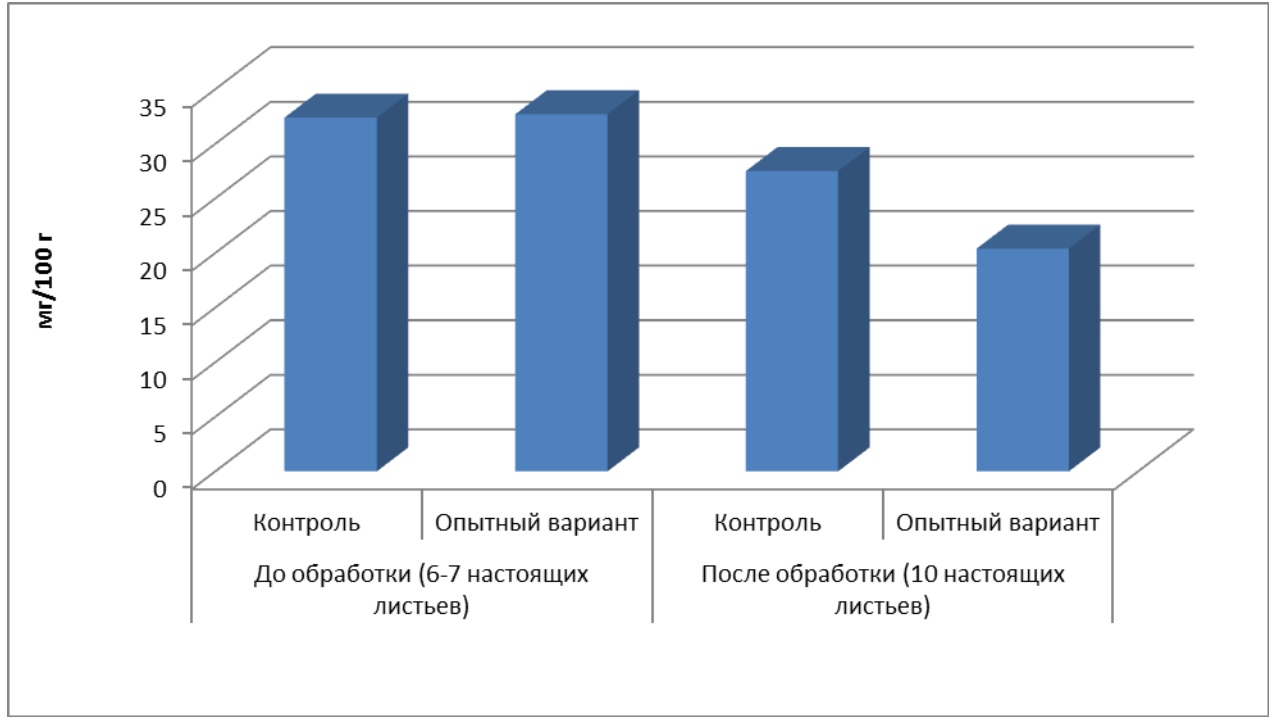


Рисунок 32. Динамика нитрификационной способности почвы (НСП) под томатом при обработке азотобактерином (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Структура и динамика комплекса почвенных микроорганизмов как показателя состояния почвенной биоты являются весьма лабильными, и поэтому, воздействуя на этот компонент агроэкосистемы, можно изменять и всю структуру взаимосвязей внутри этой агроэкосистемы. Ограничивающим фактором в этом случае становятся экологические последствия, то есть воздействие должно иметь предсказуемость в последствиях. Одним из таких воздействий является применение биологических препаратов, созданных на основе какой-либо культуры микроорганизмов, имеющей большое сродство комплексу почвенных микроорганизмов. Проверая эту гипотезу, мы провели исследования по выявлению последствий применения азотобактерина на комплекс почвенных микроорганизмов выщелоченного чернозема под растениями огурца и капусты белокочанной и попытались

выяснить дальнейшие связи изменений комплекса почвенных микроорганизмов с изменениями в ценозах растений.

При изучении процессов микробиологической активности мы придерживались схемы структуры микробного ценоза почвы Е.Н. Мишустина [284].

Зимогенная микрофлора, разлагающая в аэробных и анаэробных условиях разнообразные растительные и животные остатки, характеризовалась структурой и динамикой различных физиологических групп микроорганизмов, учтенных на богатых питательных средах. Олиготрофы, разлагающие остаточные продукты деструкции органических соединений, характеризующиеся медленным развитием и использованием источников энергии в низкой концентрации, выделялись на бедных питательных средах [377].

Для характеристики активности процессов деструкции органического вещества в почве рассчитывались коэффициент минерализации, указывающий на интенсивность мобилизационных процессов [284], относительный показатель биогенности (ОП), оценивающий разложение легкогидролизуемого органического вещества [34] и индекс олиготрофности, характеризующий завершенность процессов минерализации [377].

В Таблицах 69 и 70 приведены данные по динамике микробиологической активности почвы под огурцами.

Рассматривая динамику группы зимогенной микрофлоры, отмечаем, что растения огурца инициируют активность почти всех групп микроорганизмов (за исключением микромицетов). Отмечено существенное увеличение количества бактерий, усваивающих минеральный азот, что свидетельствует об увеличении в среде легкоразлагаемого органического вещества (по-видимому, экзометаболизмов огурца).

Увеличивалось общее количество азотфиксаторов и азотобактера в том числе, отмечен и рост численности нитрифицирующих бактерий, что подтверждает повышенную активность корневой системы огурца в экзометаболизме с окружающей средой.

Внесение азотобактерина не изменяло течение процессов микробиологической активности почвы за исключением динамики двух групп микроорганизмов: это микромицеты, численность которых существенно выросла, и нитрификаторы и микромицеты, разлагающие клетчатку, численность которых, наоборот, снизилась. Влияния отмеченных групп микроорганизмов на общую биогенность почвы не отмечено, так как их численность мала по сравнению с другими выделенными группами.

Таблица 69 – Характеристика группы зимогенной микрофлоры в почве под огурцами (тыс./г абс. сухой почвы) (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Группы микроорганизмов	Варианты опыта	Внесение азотобактерина	
		до обработки	после обработки
Аммонификаторы	Контроль	11417	11508
	Опыт	12336	14421
Бактерии, усваивающие минеральный азот	Контроль	29124	33461
	Опыт	35502	40872
Азотобактер	Контроль	1752	3927
	Опыт	2557	4226
Азотфиксаторы (общее количество)	Контроль	21258	31489
	Опыт	26241	35561
Актиномицеты	Контроль	2787	3947
	Опыт	2777	4266
Микромицеты	Контроль	107	86
	Опыт	88	218
Нитрифицирующие бактерии	Контроль	18	26
	Опыт	25	19
Микромицеты, разлагающие клетчатку	Контроль	6,0	6,1
	Опыт	6,3	3,8
Общая биогенность	Контроль	66463	84450
	Опыт	79536	99587

Динамика группы олиготрофных микроорганизмов показала следующее: на контроле по мере роста и развития огурца происходило существенное снижение количества бактериальной флоры, в то же время в опытном варианте подобное уменьшение количества бактерий характеризовалось меньшей амплитудой.

То есть можно говорить о том, что под влиянием азотобактерина происходит уменьшение поступления в почву экссудатов огурца, то есть легкоразлагаемо-

го органического вещества. По актиномицетам и микромицетам отмечено увеличение их численности, причем относительно большее на контроле в сравнении с опытным вариантом. Это также подтверждает высказанное выше предположение об эксудативной активности корневой системы огурца.

Таблица 70 – Характеристика группы олиготрофных микроорганизмов в почве под огурцами (тыс./г абс. сухой почвы) (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Группы микроорганизмов	Варианты опыта	Внесение азотобактерина	
		до обработки	после обработки
Бактерии	Контроль	40423	28256
	Опыт	38492	32889
Актиномицеты	Контроль	814	1669
	Опыт	1145	1756
Микромицеты	Контроль	121	420
	Опыт	188	269

Капуста белокочанная как основной компонент другого фитоценоза обусловила иную динамику микробиологических процессов в почве. Эти данные приведены в таблицах 71 и 72.

При рассмотрении характеристик зимогенной микрофлоры обращает на себя внимание разнонаправленная динамика аммонификаторов: на контроле отмечалось увеличение этой группы, а в опытном варианте – уменьшение после двукратного применения азотобактерина. Та же картина наблюдалась при рассмотрении динамики бактерий, усваивающих минеральные формы азота, азотфиксаторов (общего количества) и нитрифицирующих бактерий.

Следует отметить, что корневые выделения капусты белокочанной в большей степени, чем таковые у огурца, инициируют бактерии, усваивающие органические формы азота. Это подтверждается и снижением численности микромицетов (общее количество) и микромицетов, разлагающих клетчатку. Общая биогенность почвы под капустой белокочанной увеличилась (почти в 1,3 раза) по мере роста и развития последней.

Таблица 71 – Характеристика группы зимогенной микрофлоры в почве под капустой белокочанной (тыс./г абс. сухой почвы) (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Группы микроорганизмов	Варианты опыта	Внесение азотобактерина	
		до обработки	после обработки
Аммонификаторы	Контроль	9145	10515
	Опыт	12736	11388
Бактерии, усваивающие минеральный азот	Контроль	27372	32256
	Опыт	35717	28557
Азотобактер	Контроль	2629	2641
	Опыт	3847	2750
Азотфиксаторы (общее количество)	Контроль	20912	23502
	Опыт	30199	26464
Актиномицеты	Контроль	2355	2775
	Опыт	2737	2727
Микромицеты	Контроль	99	82
	Опыт	78	181
Нитрифицирующие бактерии	Контроль	16	23
	Опыт	27	18
Микромицеты, разлагающие клетчатку	Контроль	6,2	2,9
	Опыт	9,9	4,8
Общая биогенность	Контроль	62534	71797
	Опыт	85347	72090

Таблица 72 – Характеристика группы олиготрофных микроорганизмов в почве под капустой белокочанной (тыс./г абс. сухой почвы) (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Группы микроорганизмов	Варианты опыта	Внесение азотобактерина	
		до обработки	после обработки
Бактерии	Контроль	41611	26684
	Опыт	52493	34131
Актиномицеты	Контроль	726	1494
	Опыт	1023	1641
Микромицеты	Контроль	144	328
	Опыт	195	307

Применение азотобактерина снижало общую биогенность почвы (почти на 16%), обуславливая ингибирование основных групп микроорганизмов; снижалось количество азотфиксаторов и азотобактера в том числе, нитрифицирующих бактерий.

Динамика численности группы олиготрофных микроорганизмов показывает, что под капустой в контрольном и опытном вариантах идут однонаправленные процессы. То есть по этой динамике составить мнение о влиянии азотобактерина на эту группу микроорганизмов не представляется возможным. Можно говорить только о темпах (скорости течения) того или иного процесса, так как отмечалось снижение численности бактерий и увеличение численности актиномицетов и микромицетов.

Расчет различных относительных коэффициентов в качестве характеристик общей биогенности почвы подтвердил различную динамику процессов в почве под капустой белокочанной и огурцами, что выражалось как во влиянии культуры, так и во влиянии биологического препарата (Таблица 73).

Таблица 73 – Общая биогенность почвы при использовании азотобактерина (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Показатели	Варианты опыта	Внесение азотобактерина	
		до обработки	после обработки
Капуста белокочанная			
Коэффициент минерализации	Контроль	3,1	3,3
	Опыт	2,4	2,5
Относительный показатель биогенности	Контроль	74,4	126,7
	Опыт	131,6	76,1
Коэффициент олиготрофности	Контроль	4,7	2,7
	Опыт	4,4	3,0
Огурец			
Коэффициент минерализации	Контроль	2,5	3,1
	Опыт	3,0	2,7
Относительный показатель биогенности	Контроль	82,6	131,2
	Опыт	111,7	71,1
Коэффициент олиготрофности	Контроль	3,5	2,6
	Опыт	3,2	2,6

Коэффициент минерализации под обеими культурами увеличился, что говорит об увеличении легкоразлагаемого органического вещества в почве (корневые экссудаты культур), несколько больше под огурцами. Рост относительного показателя биогенности, который обусловлен увеличением легкоразлагаемой органики в почве, также отмечен под обеими культурами. Коэффициент олиготрофности

уменьшался (в большей степени под капустой белокочанной), что свидетельствует об увеличении содержания органического вещества в почве. Применение азотобактерина обусловило изменение динамики этих показателей.

Так, в опытных вариантах коэффициент минерализации для капусты белокочанной увеличился в меньшей степени по сравнению с контрольным вариантом, а для огурца снизился, что указывает на увеличение под огурцами не столь легко разлагаемого органического вещества. Динамика относительного показателя биогенности была одинакова для обеих культур и противоположна таковой в контрольных вариантах. То есть в опытных вариантах происходило увеличение общего количества трудноразлагаемой органики, что подтверждается и динамикой в опытных вариантах индекса олиготрофности. Таким образом, внесение азотобактерина вызывает ингибирование олиготрофных микроорганизмов, снижает скорость разложения корневых выделений культур, особенно капусты белокочанной.

Резюмируя все вышесказанное, следует отметить следующее: во-первых, велико значение определяющей ценоз культуры во взаимосвязях блоков «почва» и «ценоз растений». Так, если корневые выделения огурца стимулировали активность всех групп микроорганизмов, то выделения капусты белокочанной ингибировали активность азотфиксаторов, в том числе азотобактера, и грибной флоры; во-вторых, с этим связаны и последствия от применения биологических препаратов в агроценозах: внесение азотобактерина в ценозе капусты белокочанной обуславливало более значительные изменения в микрофлоре почвы, чем таковые в почве под огурцами. Последнее своим результатом имело снижение численности бактерий, использующих минеральные формы азота (что было следствием снижения количества таких форм в почве), а также снижение активности нитрифицирующих бактерий. Все это обусловило снижение количества минеральных форм азота в почве (NO_2 и NO_3), то есть явилось своеобразным ингибированием нитрификации в почве, что в дальнейшем приводило к снижению накопления нитратов в конечной продукции.

Определение нитрификационной способности почвы под растениями белокочанной капусты показало, что обработка азотобактерином существенно изменяет нитрификационный процесс в почве (Таблица 74).

Таблица 74 – Динамика нитрификационной способности почвы (НСП) под капустой белокочанной при обработке азотобактерином, мг/кг (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Варианты опыта	Сроки отбора образцов		
	До обработки	Через 40 дней после обработки	Через 56 дней после обработки
Контроль	30,9	25,4	28,6
Азотобактерин (одна обработка)	27,9	10,6	17,1
Азотобактерин (две обработки)	30,5	10,6	14,5

Определение нитрификационной способности почвы под растениями огурца показало, что применение азотобактерина в данном случае не приводило к каким-либо изменениям в нитрификационном процессе почвы (Таблица 75).

Таблица 75 – Динамика нитрификационной способности почвы (НСП) под огурцами при обработке азотобактерином, мг/кг (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Варианты опыта	Сроки отбора образцов	
	До обработки	Через 35 дней после обработки
Контроль	28,6	26,7
Азотобактерин (одна обработка)	28,5	27,4

Рассмотрение структуры группы зимогенной микрофлоры почвы под огурцами позволяет отметить следующее: применение азотобактерина стимулировало увеличение группы аммонификаторов, азотфиксаторов, актиномицетов, микромицетов, в то же время отмечено снижение количества грибов, разлагающих клетчатку, и нитрифицирующих бактерий. Отмечено также увеличение общего количества учтенных микроорганизмов (Таблица 76).

Таблица 76 – Характеристика группы зимогенной микрофлоры в почве под огурцами, тыс./г (в среднем за 1991-1997, 2005-2007 гг.)

Группы микроорганизмов	Варианты опыта	Перед внесением азотобактерина	После внесения азотобактерина
Аммонификаторы	Контроль	11483	13032
	Опыт	11647	16294
Бактерии, усваивающие минеральный азот	Контроль	29584	34753
	Опыт	36731	48011
Азотобактер	Контроль	1620	4670
	Опыт	2401	4840
Азотфиксаторы (общее количество)	Контроль	22364	36883
	Опыт	26378	41581
Актиномицеты	Контроль	3044	4440
	Опыт	2861	4995
Микромицеты	Контроль	123	92
	Опыт	91	201
Грибы, разлагающие клетчатку	Контроль	5,9	5,9
	Опыт	6,1	3,6
Нитрифицирующие бактерии	Контроль	20	27
	Опыт	25	20
Общая биогенность	Контроль	68243,9	93902,9
	Опыт	80140,1	115945,6

Группа олиготрофных микроорганизмов в почве под огурцами также претерпевала некоторые изменения: после внесения азотобактерина группа бактерий сокращалась медленнее по сравнению с контролем, группа актиномицетов росла значительно медленнее по сравнению с контролем, также как и группа микромицетов (Таблица 77).

Таблица 77 – Характеристика группы олиготрофных микроорганизмов в почве под огурцами, тыс./г (в среднем за 1991-1997, 2005-2007 гг.)

Группы микроорганизмов	Варианты опыта	Перед внесением азотобактерина	После внесения азотобактерина
Бактерии	Контроль	36230	29447
	Опыт	38363	33423
Актиномицеты	Контроль	1130	2007
	Опыт	1647	1853
Микромицеты	Контроль	108	409
	Опыт	202	230

Рассматривая группу зимогенной микрофлоры в почве под капустой белокочанной, следует отметить следующее: под действием азотобактерина количество аммонификаторов снижается, в то время как на контроле оно растет, то же отмечается и для бактерий, усваивающих минеральный азот (Таблица 78).

Таблица 78 – Характеристика группы зимогенной микрофлоры в почве под капустой белокочанной, тыс./г (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Группы микроорганизмов	Варианты опыта	Перед внесением азотобактерина	После внесения азотобактерина
Аммонификаторы	Контроль	9145	10515
	Опыт	12736	11388
Бактерии, усваивающие минеральный азот	Контроль	27372	32286
	Опыт	35717	28554
Азотобактер	Контроль	2629	2641
	Опыт	3847	2750
Азотфиксаторы (общее количество)	Контроль	20886	23172
	Опыт	30199	26464
Актиномицеты	Контроль	2355	2775
	Опыт	2737	2726
Микромицеты	Контроль	99	82
	Опыт	78	181
Грибы, разлагающие клетчатку	Контроль	11,3	12,8
	Опыт	16,4	11,3
Нитрифицирующие бактерии	Контроль	9,1	10,5
	Опыт	14,5	12,4
Общая биогенность	Контроль	62250	71486
	Опыт	85345,3	72087,0

Количество азотобактера в почве опытного варианта снижается при неизменном его количестве в почве контрольного варианта, в то же время на контроле количество азотфиксаторов увеличивается, а в контрольном варианте оно снижается. Численность актиномицетов в почве контрольного варианта увеличивается, а применение азотобактерина сохраняет эту численность на прежнем уровне, в то же время численность микромицетов под действием азотобактерина существенно растет, в контрольном же варианте этот показатель снижается. В контрольном варианте количество грибов, разлагающих клетчатку, и нитрифицирующих бакте-

рий увеличивается, а при обработке растений азотобактерином эти показатели снижаются, причем существенно больше по сравнению с увеличением на контроле.

Динамика группы олиготрофных микроорганизмов в почве под капустой белокочанной и в контрольном варианте, и в опытном варианте схожа между собой, разница отмечается только в степени изменения численности групп микроорганизмов: количество бактерий в опытном варианте уменьшалось в большей степени по сравнению с контролем, а количество актиномицетов в опытном варианте увеличивалось в меньшей степени по сравнению с контролем, также и в случае с микромицетами (Таблица 79).

Таблица 79 – Характеристика группы олиготрофных микроорганизмов в почве под капустой белокочанной, тыс./г (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Группы микроорганизмов	Варианты опыта	Перед внесением азотобактерина	После внесения азотобактерина
Бактерии	Контроль	41445	26687
	Опыт	52493	34131
Актиномицеты	Контроль	926	1494
	Опыт	1256	1641
Микромицеты	Контроль	144	328
	Опыт	195	307

Рассчитывая относительные показатели биогенности почвы, характеризующие динамику микробоценоза под огурцами, следует отметить, что коэффициент минерализации после применения азотобактерина растет в большей степени, чем на контроле; относительный показатель биогенности в опытном варианте снижается после обработки азотобактерином, в то время как на контроле этот показатель растет. Индекс олиготрофности снижается в обоих вариантах (Таблица 80).

Динамика общей биогенности почвы под капустой белокочанной под действием азотобактерина изменялась в сравнении с контрольным вариантом. Так, коэффициент минерализации в контрольном варианте увеличивался, а в опытном варианте – снижался, также как и относительный показатель биогенности. И только индекс олиготрофности снижался в обоих вариантах (Таблица 81).

Таблица 80 – Влияние азотобактерина на общую биогенность почвы под огурцами (в среднем за 1991-1997, 2005-2007 гг.)

Показатели	Варианты опыта	Перед внесением азотобактерина	После внесения азотобактерина
Коэффициент минерализации	Контроль	2,6	2,8
	Опыт	3,4	3,0
Относительный показатель биогенности	Контроль	82,1	142,4
	Опыт	110,0	85,7
Индекс олиготрофности	Контроль	3,2	2,3
	Опыт	3,5	2,4

Таблица 81 – Влияние азотобактерина на общую биогенность почвы под капустой белокочанной (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Показатели	Варианты опыта	Перед внесением азотобактерина	После внесения азотобактерина
Коэффициент минерализации	Контроль	3,1	3,3
	Опыт	2,7	2,5
Относительный показатель биогенности	Контроль	74,4	126,5
	Опыт	131,6	76,1
Индекс олиготрофности	Контроль	4,7	2,7
	Опыт	4,4	3,0

В следующем опыте была поставлена задача по выявлению степени воздействия биологических приемов на функционирование агроценозов овощных культур, в том числе и при совместном воздействии. Так, обработка азотобактерином растений белокочанной капусты не приводила к существенному изменению азотного режима почвы под растениями как по суммарному показателю, так и по отдельным видам доступного азота (Таблица 82).

Применение же сидератов обусловило более интенсивное потребление азота растениями капусты, особенно при совместном применении сидератов и азотобактерина.

Таблица 82 – Динамика минерального азота (мг/кг) в почве (0-30 см) под капустой белокочанной (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄
Контроль	4,9/20,8	25,7	6,2/20,4	26,6	4,1/20,6	24,7
Азотобактерин (одна обработка)	8,0/20,0	28,0	7,8/17,7	26,5	6,0/24,4	30,4
Азотобактерин (две обработки)	4,6/20,0	24,6	5,7/19,3	26,0	4,0/22,7	26,7
Сидерат	4,6/26,3	30,9	7,4/13,9	21,3	5,1/19,4	24,5
Сидерат+ Азотобактерин (одна обработка)	6,5/17,3	23,8	8,4/14,1	22,5	4,0/16,1	20,1

Биологические приемы (и азотобактерин, и сидерат) обусловили увеличение количества как доступного фосфора, так и обменного калия в почве под капустой. Причем большее влияние оказывало применение сидератов, что вполне понятно, так как в этом случае в почву поступает дополнительное количество легкодоступной органики (Таблица 83).

Таблица 83 – Динамика доступного фосфора (мг/кг) и обменного калия (мг/кг) в почве (0-30 см) под капустой белокочанной (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	139,9	122,8	112,4	104,7	114,0	100,1
Азотобактерин (одна обработка)	120,6	109,7	127,4	139,9	118,1	118,1
Азотобактерин (две обработки)	147,2	143,7	128,1	108,1	123,2	134,7
Сидерат	177,8	145,0	164,5	97,6	144,3	135,5
Сидерат+ Азотобактерин (одна обработка)	163,1	162,6	138,7	110,6	154,0	105,3

Определение биологической активности почвы (по Оганову) из-под капусты белокочанной показало, что оба биологических приема активизируют процессы в почве, это выражается в росте абсолютных показателей биологической активности (Рисунок 33 и Приложение П).

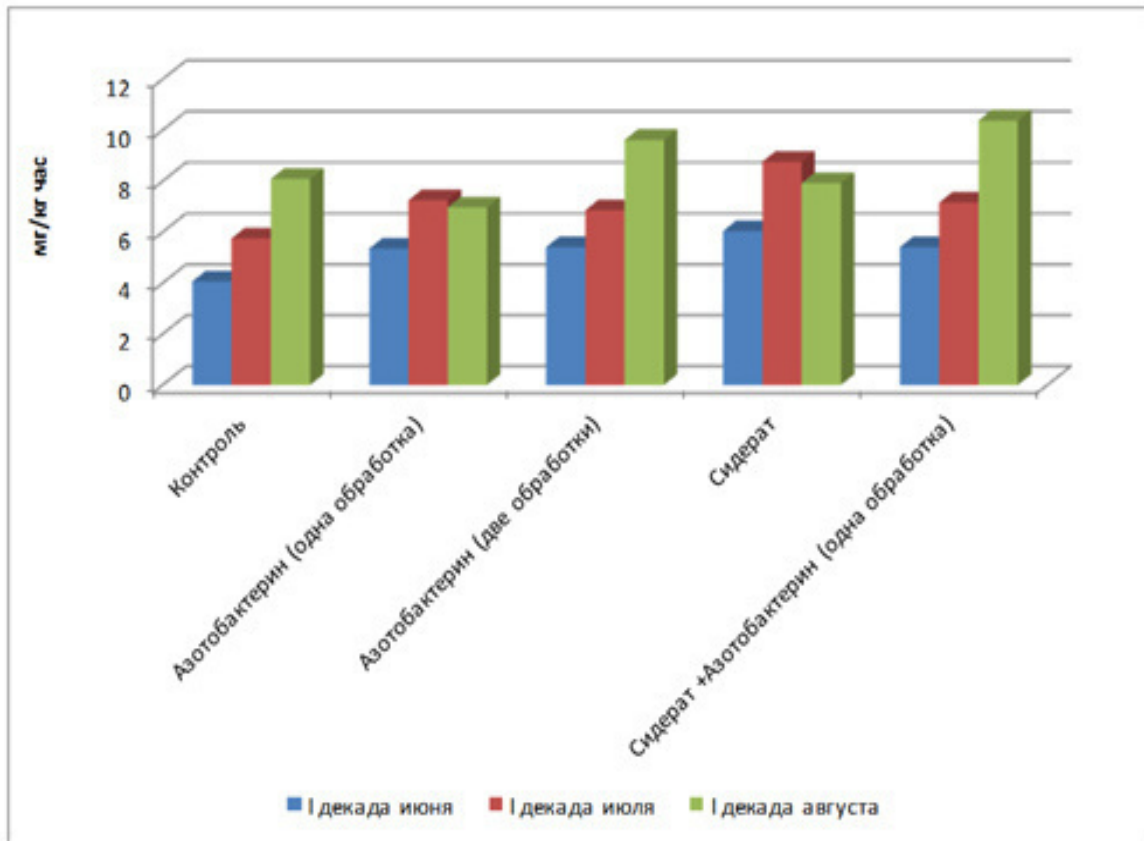


Рисунок 33 - Выделение CO_2 почвой ($\text{мг/кг}\times\text{час}$) из-под капусты белокочанной (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Следует отметить, что усиление применения биологических приемов (двукратная обработка азотобактерином, совместное применение азотобактерина и сидерата) обусловило увеличение выделения CO_2 из почвы.

Таким образом, упомянутые системы применения биологических приемов способствуют усилению биологической активности почвы, что, в свою очередь, увеличивает количество доступных форм питательных веществ в почве.

Применение указанных биологических приемов на огурце также активизировало биологические процессы в почве. Это показано в таблице 84, где представлена динамика содержания доступного азота в почве под огурцами.

На контрольном варианте суммарное количество доступного азота в течение вегетации увеличивается, что говорит об уменьшении потребления его растениями огурца, в опытных вариантах также наблюдается увеличение содержания суммарного азота, но здесь общее количество доступного азота было больше, чем на контроле, так как были активизированы почвенные процессы или за счет стимуляции (азотобактерин), или за счет внесения дополнительного органического вещества.

Таблица 84 – Динамика минерального азота (мг/кг) в почве (0-30 см) под огурцами (в среднем за 1991-1997, 2005-2007 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄
Контроль	4,5/14,1	18,6	3,9/16,8	20,7	6,2/23,3	29,5
Азотобактерин (одна обработка)	4,4/15,3	19,7	7,2/17,3	24,5	4,2/24,2	28,4
Азотобактерин (две обработки)	4,3/12,6	16,9	4,2/17,5	21,7	3,8/24,0	27,8
Сидерат	3,4/12,2	15,6	3,6/14,3	17,9	3,4/24,2	27,6
Сидерат+ Азотобактерин (одна обработка)	3,5/19,0	22,5	3,5/19,1	22,6	2,5/26,4	28,9

Динамика содержания доступного фосфора и обменного калия в почве под огурцами при применении биологических приемов также была однотипной, как и по доступному азоту (Таблица 85).

Поэтому можно сделать вывод о том, что данные биологические приемы, активизируя почвенные процессы, усиливают процессы обеспечения питательными веществами растений огурца.

Таблица 85 – Динамика доступного фосфора (мг/кг) и обменного калия (мг/кг) в почве (0-30 см) под огурцами (в среднем за 1991-1997, 2005-2007 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	171,6	154,8	133,4	95,8	145,6	79,0
Азотобактерин (одна обработка)	173,1	160,7	121,6	115,3	162,2	90,7
Азотобактерин (две обработки)	173,4	144,7	143,0	108,1	136,2	103,9
Сидерат	184,1	156,3	138,6	114,4	126,9	129,2
Сидерат+ Азотобактерин (одна обработка)	161,1	151,2	142,2	110,6	101,2	93,5

Определение биологической активности почвы из-под огурца показало, что биологические приемы несколько ограничивают развитие биологических процессов в почве (Рисунок 34 и Приложение П).

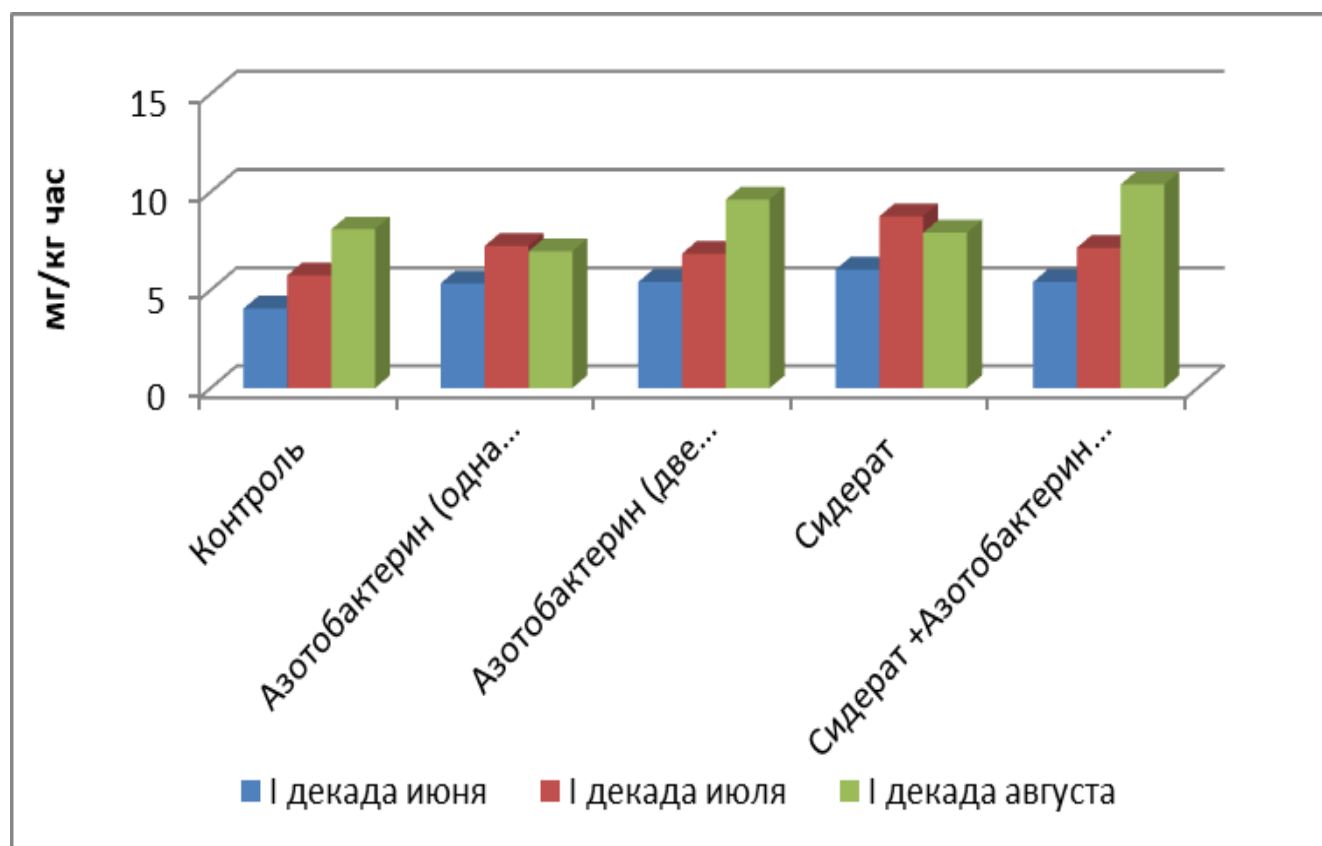


Рисунок 34 - Выделение CO₂ почвой (мг/кг×час) из-под огурца (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Это является следствием влияния культуры, хотя и довольно специфическим, так как урожайность культуры на опытных вариантах увеличивалась.

6.3 Применение приемов биологизации с целью увеличения продуктивности овощных агроценозов

Влияние азотобактерина на ростовые процессы и процессы развития овощных культур было также неоднозначно, как и влияние его на процессы в почве. Результаты учета урожайности культур в эксперименте и учета качества урожая приведены в таблице 86.

Таблица 86 – Накопление нитратов в продукции и урожайность овощных культур (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Варианты опыта	Огурец	Капуста бело- кочанная	Томат
Содержание нитратов в продукции, мг/кг			
Контроль	205/131	750	83
Азотобактерин (одна обработка)	141/85	470	49
Азотобактерин (две обработки)	-	397	-
Урожайность, т/га			
Контроль	13,6	33,6	22,7
Азотобактерин (одна обработка)	14,8	52,7	25,8
Азотобактерин (две обработки)	-	50,3	-
НСР ₀₅	0,80	1,12	1,04
Дробью дано содержание нитратов в продукции огурца: числитель – начало уборки, знаменатель – окончание уборки.			

Так, применение азотобактерина обуславливало снижение накопления нитратов и в огурцах, и в кочанах капусты белокочанной (сорт позднеспелый), и в плодах томата (сорт позднеспелый), причем двукратная обработка капусты белокочанной сопровождалась существенным снижением содержания нитратов в кочанах (почти в два раза в сравнении с контролем). Следует отметить закономерное снижение содержания нитратов в плодах огурца от начала уборки к ее концу.

Урожайность культур изменялась неодинаково при применении азотобактерина: незначительно она увеличивалась на огурцах (причем это увеличение было в пределах ошибки опыта), в то же время отмечено было укорачивание периода плодоотдачи огурца под влиянием азотобактерина, что в перспективе можно использовать при ступенчатых посевах данной культуры с целью более рациональной организации труда при возделывании огурца.

По помидору отмечена существенная разница между вариантами (с превышением опытного варианта над контрольным). По капусте белокочанной отмечен существенный рост урожайности при применении азотобактерина, причем следует отметить, что увеличение кратности обработки не влечет за собой увеличения урожайности, влияя только на содержание нитратов в кочанах. Это объясняется тем, что первая обработка препаратом проходит при открытой верхушечной почке, а все остальные обработки – когда эта почка уже закрыта листьями формирующегося кочана. В связи с этим ограничивается действие стимуляторов роста, биологически-активных веществ, выделяемых в культуральную жидкость азотобактером.

В другом эксперименте проводили испытание влияния различных биологически-активных веществ на урожайность и качество плодов помидора в сравнении. Результаты представлены в таблице 87. Данные таблицы показывают, что все биологически-активные вещества в эксперименте обусловили повышение урожайности помидора (на 1,3-3,0 т/га). Следует отметить, что кратность обработок азотобактерином сопровождалась увеличением урожайности. Минимальный эффект отмечен был по этому показателю на эрленмие. Содержание сухого вещества в опыте также увеличивалось в сравнении с контролем (на 0,11-0,34%), причем минимальные значения опять отмечены были по эрленмие. Содержание нитратов в плодах помидора под действием азотобактерина снижалось, в то же время кратность обработок не влекла за собой существенного изменения этого показателя. Влияния иммунофита-М на этот показатель почти не отмечено (в сравнении с контролем), а по эрленмие отмечена тенденция к росту содержания нитратов в плодах помидора.

Таблица 87 – Урожай и качество плодов томата при применении биопрепаратов (в среднем за 1989-1991 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Качество плодов	
		Сухое вещество, %	N-NO ₃ , мг/кг
Контроль	19,1	5,00	76,4
Азотобактерин (одна обработка)	21,9	5,20	59,8
Азотобактерин (две обработки)	22,7	5,16	57,4
Иммунофит-М	22,1	5,34	73,3
Эпин	20,4	5,11	80,1
НСР ₀₅	1,15	0,14	

Продолжение этой работы с увеличением количества испытываемых культур (за счет введения в программу эксперимента перца сладкого) показало, что реакция пасленовых культур на обработку разными биологически-активными веществами сходна (Таблица 88).

Таблица 88 – Урожайность и качество плодов пасленовых культур (в среднем за 1991-1995 гг.)

Варианты опыта	Культуры					
	Томат			Перец сладкий		
	Урожайность, т/га	Содержание сухого вещества, %	Накопление нитратов, мг/кг	Урожайность, т/га	Содержание сухого вещества, %	Накопление нитратов, мг/кг
Контроль	18,8	5,15	62,1	13,9	4,81	23,7
Азотобактерин 1	21,6	5,37	49,0	16,2	5,09	29,8
Азотобактерин 2	21,9	5,38	48,2	15,4	5,00	23,1
Иммунофит-М	21,5	5,40	61,2	15,6	5,19	58,1
Эпин	19,7	5,20	66,9	14,4	5,01	27,9
НСР ₀₅	1,13	0,16		1,12	0,21	

Так, применение азотобактерина (как в однократной, так и двукратной системах) способствовало существенному увеличению урожайности, увеличению содержания сухого вещества в плодах томата и снижению накопления нитратов в зрелых плодах; использование иммунофита-М также увеличивало урожайность

томата и содержание сухого вещества в плодах и практически не влияло на накопление нитратов в плодах томата. Подобные же закономерности отмечались и на перце сладком, за исключением варианта с применением иммунофита-М, где отмечено увеличение накопления нитратов в плодах.

Применение биологических приемов на культуре томата также позволяет регулировать процессы формирования и агроценоза, и биотопа (Таблица 89). На всех вариантах опыта динамика доступного азота в почве под томатами была однотипной, но, поскольку, и азотобактерин, и сидерат, а, тем более, их совместное применение активизирует почвенные процессы формирования пула доступных питательных веществ, то использование их растениями томата в опытных вариантах было больше, чем на контроле.

Таблица 89 – Динамика минерального азота (мг/кг) в почве (0-30 см) под томатом (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄	NO ₃ / NH ₄	NO ₃ + NH ₄
Контроль	5,2/13,2	18,4	2,2/18,1	20,3	4,3/18,4	22,7
Азотобактерин (одна обработка)	4,0/15,5	19,5	8,5/14,8	23,3	7,9/14,8	22,7
Азотобактерин (две обработки)	3,7/14,2	17,9	6,2/9,1	15,3	4,7/16,7	21,4
Сидерат	5,5/11,1	16,6	5,0/19,8	24,8	14,3/22,4	36,7
Сидерат+Азотобактерин (одна обработка)	12,0/12,5	24,5	6,8/14,9	21,7	13,8/18,4	32,2

Использование биологических приемов в агроценозах томата изменяло динамику доступного фосфора и обменного калия в почве под данной культурой (Таблица 90).

Так, в контрольном варианте содержание доступного фосфора по мере роста растений уменьшалось, а в опытных вариантах картина изменялась в зависимости от характеристик биологического приема. Однократная обработка азотобактерином приводила к увеличению количества доступного фосфора во второй половине вегетации, а двукратная обработка – способствовала увеличению этого количе-

ства уже к концу первой половины вегетации; применение сидерата приводило к ситуации, когда количество доступного фосфора почти не менялось при определении этого показателя во времени, совместное же применение сидерата и азотобактерина обуславливало такую же динамику, что и при двукратной обработке азотобактерином.

Таблица 90 - Динамика доступного фосфора (мг/кг) и обменного калия (мг/кг) в почве (0-30 см) под томатом (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Варианты опыта	Сроки определения					
	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	191,5	140,4	151,6	91,4	144,3	136,3
Азотобактерин (одна обработка)	166,0	145,1	143,9	95,6	150,1	109,1
Азотобактерин (две обработки)	158,3	141,6	169,7	105,1	136,4	122,4
Сидерат	135,0	138,4	136,6	118,4	132,9	140,5
Сидерат+Азотобактерин (одна обработка)	149,2	131,5	160,8	98,5	133,9	110,0

Применение биологических приемов в агроценозах томата обуславливало увеличение урожайности культуры (Таблица 91).

Таблица 91 – Урожайность томата и качество продукции (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 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
Азотобактерин (одна обработка)	35,2	5,97	16,44	2,35	0,48	34,8
Азотобактерин (две обработки)	35,3	5,76	15,34	2,77	0,53	40,9
Сидерат	34,7	6,11	12,71	2,48	0,52	40,5
Сидерат+Азотобактерин (одна обработка)	40,6	6,14	11,12	2,73	0,52	37,5
НСР ₀₅	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 и витамина С в плодах томата при некотором увеличении содержания общих сахаров и кислотности.

При применении сидерата отдельно и в совокупности с азотобактерином также получились разные результаты: совместное применение приемов обусловило максимальную урожайность томата в опыте, максимальное накопление сухих веществ и общих сахаров в плодах, но снизилось количество витамина С и накопление нитратов в плодах томата.

Реакция капусты белокочанной на применение биологических приемов была сходной (Таблица 92).

Применение азотобактерина и сидерата по отдельности сопровождалось существенным повышением урожайности культуры, а совместное применение этих двух приемов проявляло синергетический эффект, что давало еще большее увеличение урожайности капусты. Двукратная обработка азотобактерином не приводила к повышению урожайности в сравнении с однократным применением этого приема.

Таблица 92 – Урожайность капусты белокочанной и качество продукции (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 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
Азотобактерин (одна обработка)	50,1	8,20	7,93	4,79	432
Азотобактерин (две обработки)	49,9	8,32	8,32	5,04	320
Сидерат	48,4	8,99	6,44	7,08	368
Сидерат+Азотобактерин (1 обработка)	52,2	8,69	6,04	6,19	292
НСР ₀₅	1,24				

Качество продукции под действием применения данных биологических приемов улучшается: увеличивается содержание сухих веществ и сахаров, снижается содержание нитратов (причем здесь также отмечается синергетический эффект).

Применение биологических приемов обуславливает повышение урожайности и огура, причем совместное применение сидерата и азотобактерина дало максимальный эффект (Таблица 93).

Таблица 93 – Урожайность огурцов и качество продукции (в среднем за 1991-1997, 2005-2007 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
Азотобактерин (одна обработка)	17,9	3,97	8,24	2,40	104,2
Азотобактерин (две обработки)	17,9	3,77	9,45	2,31	77,1
Сидерат	16,9	4,17	10,62	1,78	58,9
Сидерат+Азотобактерин (одна обработка)	18,3	3,95	9,33	1,83	73,2
НСР ₀₅	1,16	0,28			

Следует отметить, что применение биологических приемов улучшает качество продукции: растет содержание сухого вещества, витамина С. При применении азотобактерина увеличивается накопление общих сахаров в плодах огура, а при использовании сидерата, в том числе и совместно с азотобактерином, снижает накопление нитратов в плодах.

7 ПРОДУКТИВНОСТЬ И АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗАХ

7.1 Возможности регулирования функционального состояния агроценозов

Одно из первых применений в нашей стране регуляторов роста на овощных культурах связано с именем академика Ю. В. Ракитина. Известно, что после опыления и оплодотворения цветка образуется плод, который формируется из завязи и прилегающих к ней органов, а из зародышевой и эндоспермальной ткани образуется семя. Быстрое разрастание завязи происходит вследствие активного притяжения пластических веществ, связанного с накоплением в ней ауксинов после оплодотворения. Особенно много ауксинов обнаруживается в развивающихся семенах, эндосперм которых является основным центром их производства. От количества ауксинов зависит развитие плода и его дальнейший рост и созревание.

Максимальное количество ауксина содержится в завязи только после оплодотворения. Но внешние условия не всегда благоприятны для опыления и оплодотворения. Если опыления и оплодотворения не происходит, то завязывания плодов также не произойдет, что приводит к массовому сбрасыванию завязей вследствие недостатка в них ауксинов.

Таким образом, существует прямая зависимость между интенсивностью роста завязи и количеством ауксинов в ней. И чем больше семян в плоде, тем больше вырабатывается ауксинов.

Но существуют растения, которые могут образовывать бессемянные, то есть партенокарпические плоды, в которых накопление ауксинов даже больше, чем в плодах с семенами. Последнее дает возможность развития завязей и образования плодов без оплодотворения. Эту закономерность и использовал акад. Ю. В. Ракитин, когда разрабатывал технологию получения бессемянных укрупненных плодов томата путем обработки растений в самом начале цветения регуляторами ро-

ста, обладающими ауксиновым эффектом [411]. Подобное оказалось возможным не только на культуре томата, но и перца, баклажана, арбуза, наконец, огурца (в последнем случае в дальнейшем были получены гибриды, образующие партенокарпические плоды за счет изменения генотипа). Следует отметить, что плоды получают более высокого качества, а также они более технологичны при переработке.

Со сказанным выше связана реализация возможности управления процессом плодообразования. И здесь применение регуляторов роста также дало блестящие результаты. Были проведены исследования по выявлению оптимальных условий применения регуляторов роста с учетом сортовых особенностей растений, физиологическим состоянием, комплексом агротехники, почвенно-климатическими условиями, состоянием погоды, а также по определению групп наиболее эффективных веществ в химическом отношении, их концентрации и способов применения. Например, для томата Ю.В. Ракитин установил высокую эффективность применения таких индолпроизводных, как 2,4Д; 2,4,5Т; 2,4ДМ. Их применение позволяет получить 100% завязываемость плодов. Здесь же было отмечено, что применение регуляторов ускоряет рост и созревание плодов томата на 8-18 дней [410].

Обработка регуляторами роста обуславливала также улучшение пищевых и вкусовых качеств плодов томата, увеличивая содержание сахаров и витамина С, а также повышая количество сухих веществ.

Ракитин Ю. В. отмечал, что обработка томата регуляторами роста значительно увеличивает общую урожайность культуры (в защищенном грунте – в 1,5-2 раза, в открытом – на 25-30%). Это происходит вследствие того, что под действием обработки растений в них резко повышается активность окислительных ферментов и повышается интенсивность дыхания. Все это способствует усилению притока питательных веществ и воды к обработанным завязям [410].

Успешное применение регуляторов роста возможно только с учетом условий внешней среды. Для достижения максимального эффекта обработку регуляторами роста проводят в оптимальных условиях, главным из которых является

температура воздуха. Как высокие, так и низкие температуры понижают эффективность применения регуляторов роста. Помимо этого, существенную роль играют обеспеченность светом и элементами минерального питания [74, 198, 418].

К тому же действие регуляторов роста в значительной степени зависит от почвенно-климатических условий. Так, регуляторы роста, показавшие высокую эффективность в одной почвенно-климатической зоне на определенной культуре, могут не оказать такого же действия на тот же сорт в другой зоне [549, 562, 590, 603, 613, 614, 628]. Поэтому и необходимо проведение экспериментов на разных культурах и сортах с целью выявления наиболее эффективных регуляторов роста, адекватных конкретным условиям почвенно-климатических зон [420, 421, 422].

В практике овощеводства иногда приходится сталкиваться с необходимостью продления покоя растений (хранение клубней картофеля или корнеплодов моркови, свеклы, пастернака, луковиц лука репчатого и других культур) или выведения их из этого состояния. На прерывании периода покоя основывается выгонка зелени свеклы, петрушки, сельдерея, лука репчатого в ранние сроки или посадка картофеля свежесобранными клубнями для получения второго урожая культуры в этом же году на юге нашей страны. Причем в последнем случае получают клубни, характеризующиеся высокими семенными качествами, содержащие повышенное количество крахмала, лучше хранящиеся.

Продление периода покоя особенно важно при длительном хранении картофеля и овощей, так как прорастание приводит к большим потерям клубнями и корнеплодами запасных питательных веществ и влаги, снижается их устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды (как абиотического, так и биотического характера), вследствие чего происходит их быстрая порча.

В связи с этим использование синтетических регуляторов роста для продления периода покоя растительных организмов оказалось очень перспективным для предотвращения прорастания картофеля и овощей при длительном хранении [74, 199, 200, 412, 441]. Для этих целей применяли метиловый эфир альфа-нафтилуксусной кислоты, раствор гидразида малеиновой кислоты, раствор гидрела (этрела, этефона) и др.

Вопросы ускорения созревания плодов на растениях особенно важны в условиях средней и северной зон овощеводства нашей страны. Например, плоды томата полностью вызревают на растении только на юге страны, в средней полосе созревшие плоды составляют примерно половину всего урожая, а в северной зоне овощеводства созревшая часть урожая составляет около 10-15%. В этом случае также возможно использование регуляторов роста. Причем это использование может быть осуществлено двумя путями: обработка растений с целью изменения соотношения стимуляторов и ингибиторов, обуславливающих процессы созревания плодов, и обработка недозревших плодов, уже снятых с растения, в условиях хранилища. Академик Ракитин Ю. В. [410] выяснил, что развитие плода томата (и других пасленовых культур) проходит два этапа: первый – от завязывания плода до окончания его роста (при этом происходит рост и деление клеток, увеличение размеров и массы плода, накопление сложных запасных соединений – крахмала, белков, жиров), второй – от окончания формирования семян до полного их созревания (при этом процессы синтеза веществ затухают и преобладают гидролитические процессы, переводящие крахмал в сахар, нерастворимый протопектин в растворимый и т.п.). Во втором периоде прекращается выделение ауксинов семенами в околоплодник и резко увеличивается образование этилена в клетках, что определяет созревание плода. Процесс дыхания также интенсифицируется.

Учитывая вышесказанное, Ракитин [410, 412] предложил обрабатывать недозревшие плоды томата экзогенным этиленом, что способствовало значительному ускорению созревания плодов (5-6 дней вместо 10-12 без этилена).

Ускорение созревания плодов на растении связано с использованием 2-хлорэтилфосфоновой кислоты и ее производных (этрела, гидрела, дигидрела, этефона и др.). Так, применение гидрела (отечественный стимулятор созревания) на разных сортах томата давало устойчивый эффект в ускорении созревания плодов (на 5-7 дней) и уменьшении периода уборки, а также в увеличении товарного урожая [21, 295, 296, 297, 299, 300, 301].

Применение метода «гармонизации» семян путем использования гетероауксина, цитокинина и гиббереллина не дало устойчивых результатов, так как здесь

не учитывался тип покоя семян, что влияло на реакцию семян при обработке их гиббереллином и цитокининами [26, 56, 145, 210, 193, 471, 497]. Было отмечено, что обработка ими стимулирует прорастание семян, находящихся в неглубоком физиологическом покое, и не оказывает (в большинстве случаев) положительного влияния на семена, находящиеся в глубоком физиологическом покое. Помимо этого была отмечена различная реакция на обработку семян у разных сортов одного и того же вида растений [290].

В процессе экспериментов было установлено положительное влияние гетероауксина, метиленовой сини, никотиновой кислоты, тиаминна на рост и развитие овощных растений [147, 396, 518].

Положительное влияние регуляторов роста на энергию прорастания и всхожесть семян особенно возрастает при низком качестве семян [144].

В результате обработки семян регуляторами роста и витаминами образуются более мощные проростки, а появившиеся всходы раньше включаются в процесс фотосинтеза. Это обуславливает лучшее развитие растений, положительно влияет на накопление сырой массы, увеличивает количество листьев и индекс листовой поверхности, что в итоге повышает продуктивность овощных культур [144, 147, 148, 149, 150, 314, 294, 415, 417, 325, 326, 327]. Так, в листьях томата под влиянием обработки семян гетероауксином и янтарной кислотой увеличивалась интенсивность фотосинтеза в листьях на 6,4 и 28,4%. Существенно увеличивалась энергия дыхания листьев (на 17,0-32,8% и 13,4-21,8%), при этом происходило увеличение массы сухого вещества, то есть процессы ассимиляции усиливались в большей степени под действием указанных регуляторов роста, чем процессы диссимиляции [153].

Под действием гетероауксина изменялся и азотный обмен в растениях томата, моркови, столовой свеклы, лука репчатого. Наблюдаемое увеличение содержания в листьях азотистых веществ авторы объясняют общей сбалансированностью обмена веществ под влиянием регуляторов роста [153].

Увеличение продуктивности отмечено и на корнеплодах (морковь и столовая свекла) при обработке их семян гетероауксином, янтарной кислотой, никоти-

новой кислотой и тиамином (в пределах от 11,5 до 21,0% по моркови; от 18,5 до 26,2% по столовой свекле). К тому же эта обработка обуславливала улучшение качества продукции – увеличивалось содержание сухого вещества (на 0,5-0,6%) и сахаров (на 0,8-1,0%).

При обработке семян огурца янтарной кислотой и гетероауксином увеличивался ранний урожай плодов (в 1,5 раза), а обработка семян лука репчатого гетероауксином и янтарной кислотой увеличивала урожайность соответственно на 30-35% и 16-20% [144, 151].

По данным экспериментов в Ленинградском СХИ препараты – производные бензимидазола – оказывали положительное влияние на энергию прорастания и всхожесть семян, рост и развитие различных овощных растений [328, 444, 509, 513] из групп капустных, корнеплодных и плодовых культур.

Установлена эффективность предпосевной обработки семян томата и огурца гибберелловой кислотой – значительно повышалась урожайность [26].

Для обработки семян овощных культур используют ивлин и гумат натрия, которые способствуют как повышению урожайности томата и огурца [141, 145, 147, 148, 234, 288], так и улучшению минерального питания растений (гуматы) [423]. Отмечено, что однолетние растения лучше реагируют на гумат натрия в начале своего развития и в момент образования репродуктивных органов. При этом в растениях усиливаются ростовые процессы в корневых системах и надземных частях, усиливается синтез хлорофилла в листьях (что обуславливает усиление фотосинтеза), активизируется обмен веществ и усиливается поступление минеральных солей из почвы. Последнее является следствием не только активизации обмена веществ в растениях, но и оптимизации жизнедеятельности почвенных (ризосферных) микроорганизмов. При этом гумат натрия (и другие виды гуматов) не является источником питания для растений, а лишь повышает коэффициент использования минерального питания.

Отмечено также, что гуматы увеличивают сопротивляемость растений неблагоприятным условиям среды [147, 148, 423], то есть они действуют на овощные культуры как своеобразные адаптогены.

Положительное действие регуляторов роста отмечено при обработке рассады томата и огурца. Здесь максимальный эффект был отмечен при использовании хлорхолинхлорида, этрела, гидрела, дигидрела [21, 142, 146, 223, 237, 266, 288, 296, 297, 298].

В УкрНИИОБ обработка рассады томата декстрелом усиливала ростовые процессы растений, а дополнительная обработка растений в начале созревания плодов увеличивала урожайность в первую декаду уборки в 4 раза. Обработка огурца сорта Харьковский в фазе 2-3 настоящих листьев декстрелом повысила урожайность при одноразовой уборке на 29% [241].

В БелНИИКПО обработка рассады декстрелом в фазе 3-4 настоящих листьев и повторно через 7 дней улучшала качество рассады (биометрические характеристики), увеличивала ранний урожай плодов томата (на 43%) и общую урожайность (на 16%) [149].

Улучшению качества рассады томата способствовала и обработка хлорхолинхлоридом, которая помимо этого увеличивала выход ранней продукции на 25-30% [145]. Подобное наблюдалось и в опытах ДальНИИСХ на сорте томата Хабаровский розовый [220].

Использование гидрела на рассаде томата не изменяло высоту растений и диаметр стебля, но увеличивало выход ранней продукции (до 15%) [146]. Опрыскивание огурца в фазе 3-4 настоящих листьев также способствовало увеличению выхода ранней продукции (на 42-86%) и общей урожайности (на 49-67%), причем с возрастанием товарности урожая [147].

В УкрНИИОБ применение гидрела на томате дало увеличение доли красных плодов при одноразовой уборке до 70-75% (на контроле – 30%) (Баранов, 1982). В Воронежском СХИ подобный эффект был подтвержден, правда, при одноразовой уборке сортов столового назначения, а не сортов, предназначенных для машинной уборки [298].

Применение же гидрела на огурце способствовало увеличению товарного урожая за первые три сбора на 3-5 т/га [21].

Для завязывания плодов большинство овощных растений нуждается в опылении и оплодотворении. Причиной плохого завязывания плодов у многих овощных культур часто является неблагоприятная погода в период цветения. Естественные гормоны, вызывающие завязывание плодов, при этом не образуются или образуются в небольшом количестве, недостаточном для регулирования процесса. Поэтому и возникла идея компенсировать недостаток естественных гормонов внесением их синтетических аналогов. Впервые это было сделано на томате, когда вытяжка ауксина (в виде пасты) наносилась на рыльце пестика. Этот способ оказался малопрактичным, а эффективным был способ опрыскивания соцветий водными растворами химических регуляторов роста.

Для стимуляции плодообразования у томата использовали: 2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту (2,4Д – 5-10 мг/л), нафтоуксусную кислоту (40-60 мг/л), гиббереллин (5-50 мг/л), гибберсиб (5-100 мг/л), янтарную кислоту (40-50 мг/л), никотиновую кислоту (100 мг/л) и т.д. [153].

Лучшим сроком для обработки является период, когда на кисти томата раскрывается основная масса бутонов, но завязи еще не оплодотворены. Плоды при этом вырастают более крупными, с улучшенными показателями качества [26, 146, 291].

При обработке томата гиббереллином и его производными образуются бессемянные плоды. Но действие гиббереллина зависело от физиологического состояния, возраста растения, особенностей сорта и условий выращивания [290, 499].

Гиббереллины играют важную роль в переходе растений к цветению, что особенно четко проявляется в несвойственных для данной культуры условиях внешней среды. Так, если длиннодневные растения обработать гиббереллином, то они зацветают в условиях короткого дня и наоборот. К тому же отмечается более раннее созревание плодов (например, томата), а плоды формируются крупнее.

Помимо этого, обработка гиббереллином томата (трехкратная) обуславливала в условиях Молдавии снижение пораженности растений грибковыми и бактериальными заболеваниями [471].

Обработка гиббереллином приводила к повышению урожайности сельдерея, петрушки, укропа. Для первых двух культур предложена трехкратная обработка, начиная с фазы 5-6 настоящих листьев, что дает повышение урожая листьев в 1,5-2 раза. Также положительно реагируют на обработку гиббереллином салат и шпинат, особенно при осенне-зимней культуре [74].

Высокая эффективность была получена при обработке гиббереллином растений цветной капусты: увеличивалась плотность и размер головки [74].

Регуляторы роста являются эффективным средством для управления процессом созревания плодов томата, причем не только на материнском растении, но и на плодах, отделенных от него. В качестве стимулятора созревания используют химические вещества, которые относятся к группе этиленпродуцирующих.

Для дозаривания снятых с растения плодов томата применяют способ, разработанный акад. Ю. В. Ракитиным. Сущность способа состоит в том, что плоды помещают в камеру, заполненную этиленом, при температуре 18-22°C и влажности около 85%. При этом сформированные зеленые плоды томата созревают за 5-6 суток (контрольные – за 10-12 суток). Причем дозаренные плоды по качеству не отличаются от дозревших на растении [412].

В опытах УкрНИИОБ применяли для той же цели погружение зеленых плодов томата в растворы этилен продуцирующих веществ (этрела, кампозана, декстрела и гидрела). Быстрее всего дозревали плоды, обработанные в растворах гидрела и этрела (за 10 дней – до 79-96% созревших плодов) [21, 223, 234]. Другим способом является обработка растений томата, причем обрабатывают их как в фазе рассады, так и в конце вегетации.

Обработка рассады томата гидрелом ускоряет развитие растений и сокращает сроки созревания (количество красных плодов увеличивается на 30%). Опрыскивание гидрелом растений в начале созревания (10-15% зрелых плодов на растении) ускоряет период созревания на 8-10 дней [21].

В наших опытах обработка растений томата сортов разных сроков созревания в начале созревания (10-15% зрелых плодов на растении) ускоряло созревание плодов на 7-9 дней, увеличивая количество зрелых плодов на 33-42% [296,301].

В опытах МолдНИИОЗиО с томатом отмечалось, что максимальные темпы ускорения созревания плодов наблюдались при обработке растений в более ранние фазы и большими дозами препаратов (гидрела или этрела). Это приводило к ускорению созревания плодов на 9-12 дней при количестве зрелых плодов на растении 95-99%. При пониженных температурах эффективность применения этих препаратов возрастала.

В Краснодарском крае применение гидрела на огурцах увеличивало выход стандартных плодов на 147% (на сортах женского типа) [237].

Эффект ускорения развития растений и соответственно увеличения доли раннего урожая томата (на 25-30%) отмечался при обработке рассады этой культуры хлорхолинхлоридом [21]. Еще больший эффект в увеличении выхода ранней продукции (на 60%) был получен при обработке рассады томата хлорхолинхлоридом с последующим опрыскиванием первых цветочных кистей культуры раствором кинетина [165].

Таким образом, мы видим, что на овощных культурах возможно эффективное применение регуляторов роста из разных физиологических групп для достижения конкретных целей в зависимости от биологии культуры.

Статистическая обработка данных выполнялась методом дисперсионного анализа (двухфакторный опыт). Для расчета параметров, характеризующих адаптивную способность и стабильность агроценозов томата, использовали методику, разработанную А.В.Кильчевским и Л.В.Хотылевой [192].

7.2 Применение регуляторов роста на капустных культурах

При выращивании растений нескольких видов капустных культур изучались различные регуляторы роста для достижения разных целей: стимулирование прорастания семян и первоначального роста растений, предотвращение вытягивания рассады при отсутствии или недостаточности оптимального сочетания факто-

ров внешней среды (прежде всего обеспеченность светом и оптимизация температурного режима), улучшение приживаемости рассады при высадке ее в открытый грунт, повышение устойчивости растений при неблагоприятных условиях выращивания, ускорение развития растений, увеличение урожайности и улучшение качества получаемой продукции [7, 8, 9, 10, 215, 226, 260, 261, 376, 448].

7.2.1 Динамика адаптивных свойств агроценозов капусты белокочанной

Наибольший эффект от обработки семян белокочанной капусты разных сортов регуляторами роста проявляется при работе с семенами с пониженной всхожестью, это общая закономерность, проявляющаяся не только на капусте.

В Красноярском крае исследовали влияние гумата натрия при обработке семян белокочанной капусты в рассадной и безрассадной культуре на основные параметры роста и развития растений [434]. Было отмечено ускорение появления всходов на 2 дня и повышение урожайности на 7 т/га.

Подобная же закономерность была отмечена и в опытах, проводившихся в Ленинградском СХИ на сорте Амагер 611 с гуматом натрия, ивином, производными бензимидазола [41]. Также положительная динамика была отмечена при изучении препаратов группы экост во ВНИИССОКе [266]. При этом не только повышалась всхожесть семян, но и увеличивалась масса растений рассады (на 30%), масса корней растений рассады (на 100%), площадь листовой поверхности (на 30%).

В ТСХА в качестве регуляторов роста при обработке семян белокочанной капусты использовали терпеновые соединения (α -пинен и п-ментен), которые обусловили стимуляцию прорастания семян (на 9-12%) и их дальнейший рост. Так, площадь листовой поверхности у рассады капусты увеличилась при обработке этими препаратами на 11-13% [439, 440].

Во Всероссийском НИИ овощеводства изучали действие новых и уже известных регуляторов роста на основе полимера хитозана, а также иммуноцитифита и агата-25К на капусте сорта Амагер 611. Было установлено, что обработка семян, а тем более системное применение регуляторов роста (обработка семян+обработка рассады+опрыскивание растений в поле), стимулирует ростовые процессы, увеличивает урожайность культуры (на 12-26%), снижает поражаемость капусты «черной ножкой» и килой [19, 236].

При выращивании рассады белокочанной капусты одной из главных проблем является недопущение вытягивания растений рассады. Это важно, с одной стороны, для того, чтобы можно было их высаживать с помощью рассадопосадочной машины, а с другой стороны, – чтобы не нарушался внутренний биохимический комплекс растения и его внутренняя структура. Для решения этой задачи используют ретарданты, в частности хлорхолинхлорид, который замедляет рост стебля, способствуя его утолщению (вследствие ингибирования синтеза гиббереллинов) [271, 486]. При этом увеличивалась приживаемость безгоршечной рассады капусты (до 98-99%) [17, 516].

В Белоруссии изучали действие предпосевной обработки семян капусты регуляторами нового поколения как на основе гуматов (аминогумат, оксигумат, гидрогумат), так и другими (дублин, мальтамин, феномелан, таболин). Было отмечено, что обработка семян капусты в оптимальных дозах способствует ускорению прорастания семян, выравниванию всходов, стимулированию дальнейшего роста растений и повышению урожайности культуры [160].

В Воронежском ГАУ нами были проведены в 2005-2017 гг. опыты по выяснению влияния обработки семян белокочанной капусты регуляторами роста на посевные свойства сортов Горлица и Касатка [342]. Результаты учетов приведены в таблице 110.

Из данных таблицы 94 видно, что обработка семян регуляторами роста способствовала сокращению периода «посев – всходы» на один день и повышению полевой всхожести за счет интенсификации обмена веществ в проростках. Следует отметить, что препараты альбит, эпин экстра и циркон обусловили максималь-

ный эффект по этому показателю; другие регуляторы роста давали несколько меньшую разницу с контролем (но тем не менее эта разница была достоверной).

Таблица 94 – Влияние предпосевной обработки регуляторами роста на посевные свойства семян сортов белокочанной капусты Горлица и Касатка в 2005-2017 гг.

Варианты опыта	Сорта капусты			
	Горлица		Касатка	
	всходы (дней после посева)	полевая всхожесть, %	всходы (дней после посева)	полевая всхожесть, %
Контроль	4	65	4	67
Агат-25К	3	75	3	77
Альбит	3	77	3	79
Крезацин	4	74	3	73
Циркон	3	77	3	79
Эпин экстра	3	78	3	80
НСР ₀₅		7,3		8,1

Наблюдения за дальнейшим ростом и развитием растений белокочанной капусты позволили отметить некоторые особенности формирования фотосинтетического аппарата растений под действием различных регуляторов роста. Результаты этих наблюдений представлены (Рисунки 35, 36 и Приложение Р).

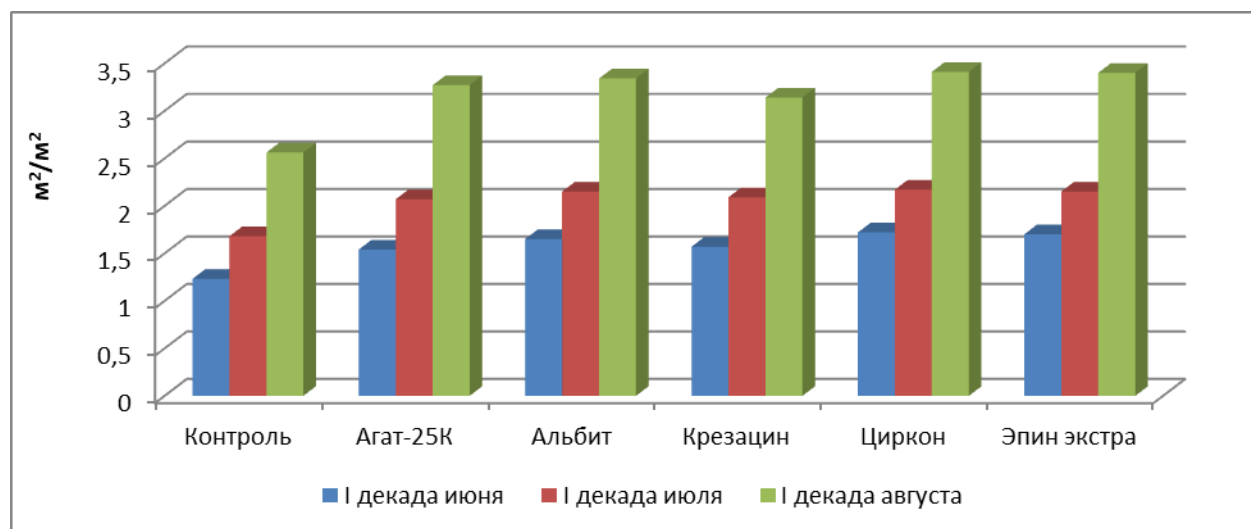


Рисунок 35 – Влияние на динамику листовой поверхности растений белокочанной капусты сорта Горлица предпосевной обработки семян регуляторами роста (2005-2017 гг.)

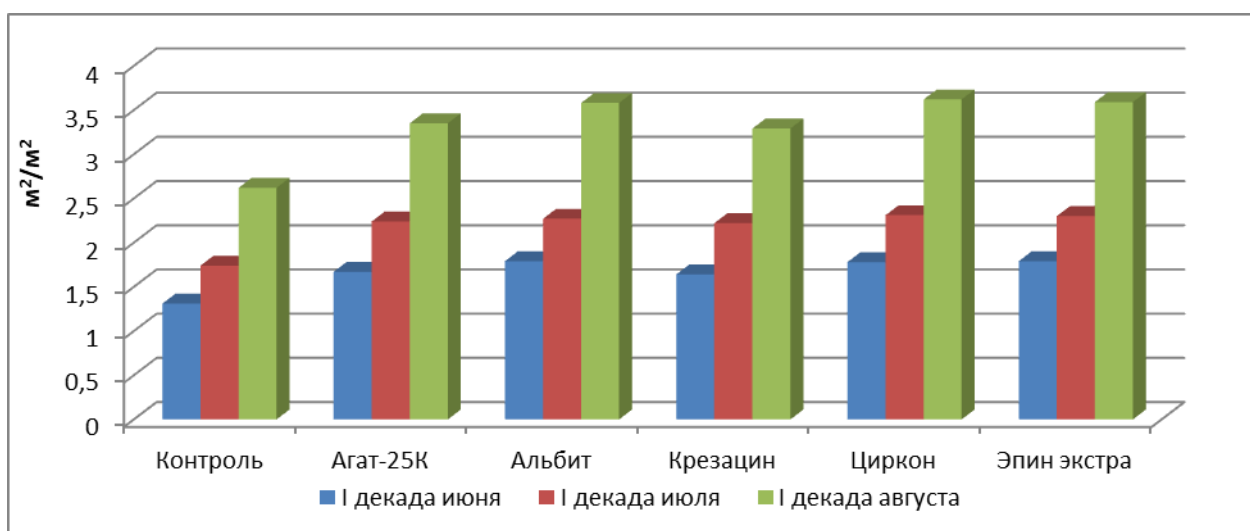


Рисунок 36 – Влияние на динамику листовой поверхности растений белокачанной капусты сорта Касатка предпосевной обработки семян регуляторами роста (2005-2017 гг.)

Оценивая динамику площади листьев растений капусты после обработки семян различными регуляторами роста, можно выделить две группы фитогормонов по их воздействию: первая (давшая максимальный эффект) – альбит, циркон, эпин экстра, обусловившие прибавку площади листьев (по сравнению с контролем) – 0,31-0,49 м²/м² у сорта Горлица и 0,47-0,48 м²/м² у сорта Касатка (первый срок определения); 0,47-0,49 м²/м² у сорта Горлица и 0,53-0,57 м²/м² у сорта Касатка (второй срок определения); 0,78-0,85 м²/м² у сорта Горлица и 0,96-1,00 м²/м² у сорта Касатка (третий срок определения); вторая (эффект несколько слабее) – агат-25К, крезацин, перекись водорода, обусловившие прибавку площади листьев (по сравнению с контролем) – 0,30-0,31 м²/м² у сорта Горлица и 0,33-0,38 м²/м² у сорта Касатка (первый срок определения); 0,38-0,39 м²/м² у сорта Горлица и 0,48-0,50 м²/м² у сорта Касатка (второй срок определения); 0,51-0,65 м²/м² у сорта Горлица и 0,67-0,76 м²/м² у сорта Касатка (третий срок определения). Но и по сорту Горлица, и по сорту Касатка обработка семян всеми изучаемыми фитогормонами давала статистически достоверное увеличение площади листьев уже в первый срок учета, и далее эта разница постепенно увеличивалась, так как лучшее перво-

начальное развитие растений обуславливало и в дальнейшем наращивание темпов синтеза органического вещества.

Чтобы оценить динамику листовой поверхности растений белокочанной капусты под действием обработки семян регуляторами роста, нами были проведены расчеты, касающиеся продуктивности фотосинтетического аппарата, которые приведены в таблице 95.

Таблица 95 – Влияние на показатели фотосинтетической деятельности сортов Горлица и Касатка предпосевной обработки семян белокочанной капусты регуляторами роста (2005-2017 гг.)

Варианты опыта	ИЛП перед уборкой, м ² /м ²	ФСП, тыс.м ² сут./га	Продуктивность, г/м ² сут.			Хозяйственная продуктивность, т/тыс. м ²
			ЧПФ	по площади листьев	по сухому веществу товарной продукции	
Контроль	2,56/	2048/	24,8/	12,4/	2,06/	1,99/
	2,62*	2096	21,2	11,6	1,82	1,70
Агат-25К	3,27/	2616/	20,0/	10,0/	1,70/	1,60/
	3,35	2680	17,6	8,8	1,55	1,41
Альбит	3,34/	2672/	20,5/	10,3/	1,72/	1,64/
	3,58	2864	17,0	8,5	1,47	1,36
Крезацин	3,14/	2512/	21,3/	10,7/	1,79/	1,70/
	3,29	2632	20,0	10,0	1,74	1,60
Циркон	3,41/	2728/	21,6/	10,8/	1,86/	1,73/
	3,62	2896	18,6	9,8	1,66	1,49
Эпин экстра	3,40/	2720/	19,3/	9,7/	1,64/	1,54/
	3,59	2872	16,5	8,3	1,47	1,32

* числитель – сорт Горлица, знаменатель – сорт Касатка

Более интенсивное развитие листовой поверхности при использовании регуляторов роста обусловило и увеличение фотосинтетического потенциала на этих вариантах как по сорту Горлица, так и по сорту Касатка. Причем это увеличение выражается в существенных цифрах: от 464 до 680 тыс. м²×сут./га по сорту Горлица и от 536 до 800 тыс. м²×сут./га по сорту Касатка.

К сожалению, интенсивное увеличение площади листовой поверхности не сопровождалось соответствующим увеличением тех составляющих биохимиче-

ского комплекса, которые «отвечают» за его функционирование в деталях. Так, чистая продуктивность фотосинтеза при применении фитогормонов снижалась в той или иной степени по обоим сортам. То же самое отмечается и по удельной продуктивности, рассчитанной на основе площади листьев и накопленного сухого вещества в товарной продукции. Это не могло не сказаться на хозяйственной продуктивности капусты в эксперименте – она также снижалась в опытных вариантах.

Для окончательной оценки влияния обработки семян регуляторами роста нами были проведены учеты урожайности культуры и анализ качества полученной продукции, результаты которых приводятся в таблице 96.

Таблица 96 – Влияние на продуктивность растений белокочанной капусты сортов Горлица и Касатка и качество продукции предпосевной обработки семян регуляторами роста (2005-2017 гг.)

Варианты опыта	Урожай кочанов, т/га	Урожай листьев, т/га	Биохимический состав			
			Сухое вещество, %	Сахара, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль	50,8/	27,3/	8,3/	4,5/	26,7/	456/
	44,4*	13,0	8,6	4,7	28,4	433
Агат-25К	52,2/	29,7/	8,5/	4,6/	29,1/	513/
	47,1	15,2	8,8	4,9	29,9	497
Альбит	54,7/	29,5/	8,4/	4,6/	28,7/	520/
	48,5	15,7	8,7	4,8	31,0	491
Крезацин	53,5/	28,9/	8,4/	4,7/	30,0/	500/
	52,5	18,3	8,7	4,8	31,1	491
Циркон	59,0/	32,3/	8,6/	4,6/	28,3/	531/
	54,0	17,8	8,9	4,9	30,4	505
Эпин экстра	52,4/	29,8/	8,5/	4,6/	30,4/	521/
	47,4	17,2	8,9	4,9	31,2	501
НСР ₀₅	1,45/ 1,46	2,1/1,3	0,2/0,12			
* числитель – сорт Горлица, знаменатель – сорт Касатка						

Результаты учета урожайности показывают, что по сорту Горлица применение агата-25К не приводило к достоверному повышению урожайности капусты, все остальные препараты обуславливали достоверную разницу в урожае кочанов

по сравнению с контролем. Максимальный эффект проявился при применении перекиси водорода и циркона (разница с контролем составила 8,1-8,2 т/га), по остальным вариантам разница составляла от 1,6 до 3,9 т/га (при НСР₀₅ = 1,45 т/га).

По сорту Касатка применение всех регуляторов роста обусловило достоверное повышение урожайности культуры (разница по вариантам составила от 2,7 до 9,6 т/га (при НСР₀₅=1,46 т/га). Максимальный эффект проявился при использовании крезацина и циркона (разница с контролем 8,1-9,6 т/га).

Обращает на себя внимание тот факт, что по урожаю листьев на сорте Горлица все варианты с применением регуляторов роста характеризовались превышением данного показателя над контролем. По сорту Касатка подобная картина также наблюдалась: здесь воздействие того или иного регулятора роста обуславливало интенсификацию процессов синтеза органического вещества в такой же степени, что увеличивалась и масса кочанов капусты, и масса листьев.

Что касается качества продукции (капусты) в этом варианте, то можно констатировать, что по исследуемым показателям качество продукции не ухудшается: отмечено даже некоторое улучшение (по содержанию витамина С, по накоплению сахаров, по содержанию сухого вещества).

Некоторое увеличение накопления нитратов в кочанах капусты не приводит к тому, что продукция по этому показателю выходит за пределы ПДК. Поэтому данное увеличение не играет существенной роли в комплексном определении качественного состояния полученной продукции.

Помимо обработки семян белокочанной капусты изучалась и обработка растений как в фазе рассады, так и после высадки последней в поле. Так, в УкрНИИ-ОБ обработка семян и рассады белокочанной капусты биостимулятором биомос-Т способствовала повышению раннего урожая на 19%, а общего – на 8% [515]. Комплексная обработка (семян и рассады) белокочанной капусты производными бензимидазола в Ленинградской области приводила к увеличению урожайности сортов Слава 1305 и Харьковская зимняя (на 15-20%) и улучшению биохимического состава кочанов [42].

Использование хлорхолинхлорида на белокочанной капусте (многократное опрыскивание рассады) позволяло не только добиваться того, что получалась стандартная (не переросшая) рассада с улучшенными биометрическими показателями, но и получать прибавку урожайности (+ 9,7-11,5%) [516].

Исследования по выявлению действия регуляторов роста из группы гуматов, проведенные в БелНИИКПО показали, что при поливе рассады (при посадке) растворами этих препаратов урожайность капусты белокочанной повышается всего лишь на 5,7-9% (при урожайности на контроле 67-75 т/га) [17]. В то же время подобная обработка растений белокочанной капусты приводила к существенному снижению (на 19-46%) накопления нитратов в кочанах [17].

Производные бензимидазола, ивин, гумат натрия, декстрел при опрыскивании рассады белокочанной капусты обуславливали увеличение содержания сухих веществ (на 1,1-1,9%), витамина С (на 12,1-34,6 мг%), сахаров (на 1,3-1,8%) и сокращение накопления нитратов (почти на 50%) [42].

В Санкт-Петербургском агроуниверситете были проведены эксперименты на сорте Слава 1305 по изучению влияния обработки семян и рассады, в том числе комбинированной, различными регуляторами роста (ивином, гуматом натрия, дифосэтом, трибифосом, кампозаном, декстрелом, тебеласом, ССС). Выяснено, что максимальный эффект получен при обработке семян дифосэтом с последующим опрыскиванием рассады этим же препаратом. Прибавка урожая кочанов составила в среднем 44% [259]. Дальнейшее изучение комбинированной обработки с включением в программу новых регуляторов роста и новых вариантов обработок (обработка вегетирующих растений) позволило выявить, что наиболее эффективное влияние на продуктивность капусты сорта Амагер 611 оказывает сочетание обработки семян, рассады и вегетирующих растений в поле препаратами хитофосом и цитохитом: масса кочанов увеличивалась на 28-32%, урожайность – на 22,5-26,5%, соотношение массы кочана и общей массы растения – на 19,5% [261,2662]. Комплексное применение агата-25К повышало урожайность этого сорта капусты на 11,9%, а иммуноцитифита – на 16,9% [262].

Положительная реакция капусты белокочанной на комплексную обработку различными регуляторами роста отмечалась в экспериментах, проведенных во Всероссийском НИИ овощеводства [44,45], в Уфимском научном центре РАН [519], Новгородском госуниверситете [264,265].

Нами в Воронежском аграрном университете были проведены исследования по выявлению реакции современных сортов белокочанной капусты (селекции Воронежской овощной опытной станции ВНИИО) на комплексную обработку различными регуляторами роста. Она включала в себя обработку семян перед посевом и опрыскивание растений капусты после высадки. Наблюдения за динамикой фотосинтетической деятельности растений капусты выразились в определении показателей, приведенных в таблице 97.

Таблица 97 – Влияние комплексной обработки белокочанной капусты регуляторами роста на показатели фотосинтетической деятельности сортов Горлица и Касатка (2005-2017 гг.)

Варианты опыта	ИЛП перед уборкой, м ² /м ²	ФСП, тыс.м ² сут./га	Продуктивность, г/м ² сут.			Хозяйственная продуктивность, т/тыс. м ²
			ЧПФ	по площади листьев	по сухому веществу товарной продукции	
Контроль	2,84/	2272/	23,46/	12,73/	1,97/	1,88/
	2,93*	2344	20,01	10,00	1,70	1,60
Агат-25К	3,54/	2832/	19,31/	9,66/	1,62/	1,55/
	3,64	2912	17,03	8,52	1,46	1,36
Альбит	3,65/	2920/	19,59/	9,80/	1,67/	1,57/
	3,89	3112	16,39	8,20	1,43	1,31
Крезацин	3,43/	2744/	20,41/	10,21/	1,69/	1,63/
	3,57	2856	19,26	9,63	1,62	1,54
Циркон	3,75/	3000/	20,50/	10,25/	1,74/	1,64/
	3,94	3152	17,96	8,98	1,51	1,44
Эпин экстра	3,72/	2976/	18,45/	8,23/	1,55/	1,48/
	3,87	3096	16,12	8,06	1,32	1,29

*числитель – сорт Горлица, знаменатель – сорт Касатка

Определение продуктивности растений (в качестве результирующего показателя) и качества полученной продукции приведено в таблице 210.

По сорту Горлица применение агата-25К и эпина экстра не приводило к достоверному превышению урожайности капусты над контролем, максимальный же эффект был получен в вариантах с использованием перекиси водорода и циркона, в остальных вариантах превышение контроля было достоверным.

По сорту Касатка, также как и в случае обработки только семян, применение всех фитогормонов в опыте давало положительные результаты: также максимальный эффект получен в вариантах с использованием циркона и крезацина, а минимальный – в вариантах с применением агата-25К и эпина экстра.

Таблица 105 – Влияние комплексной обработки регуляторами роста на продуктивность растений белокочанной капусты сортов Горлица и Касатка и качество продукции (2005-2017 гг.)

Варианты опыта	Урожай кочанов, т/га	Урожай листьев, т/га	Биохимический состав			
			Сухое вещество, %	Сахара, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль	53,3/	29,4/	8,4/	4,4/	25,3/	428/
	46,9*	15,1	8,5	4,4	27,9	441
Агат-25К	54,7/	23,2/	8,4/	4,5/	26,1/	451/
	49,6	17,3	8,6	4,5	27,8	463
Альбит	57,2/	26,6/	8,5/	4,5/	27,2/	463/
	51,0	17,6	8,7	4,5	28,1	465
Крезацин	56,0/	27,8/	8,3/	4,3/	26,5/	475/
	55,0	20,5	8,4	4,4	28,3	478
Циркон	61,5/	28,4/	8,5/	4,6/	25,8/	458/
	56,6	19,9	8,4	4,5	28,4	464
Эпин экстра	54,9/	27,9/	8,4/	4,4/	26,1/	462/
	49,9	19,4	8,2	4,4	28,8	470
НСР ₀₅	2,05/ 2,34	3,2/1,9	0,13/0,21			

* числитель – сорт Горлица, знаменатель – сорт Касатка

Комплексная обработка семян и растений капусты подтвердила уже отмеченные закономерности в формировании фотосинтетического потенциала данного ценоза: по сорту Горлица увеличение этого показателя по сравнению с контролем составило 472–728 тыс. м²×сут./га, а по сорту Касатка – 512–808 тыс. м²×сут./га. Причем и в одном, и в другом случае эта разница достоверна и указывает на существенное усиление процессов синтеза органического вещества.

Ранее отмеченные закономерности по динамике других показателей, характеризующих состояние фотосинтетической поверхности данных сортов, подтверждаются и в этом опыте: так, чистая продуктивность фотосинтеза в опытных вариантах снижается по сравнению с контролем, снижаются и показатели удельной продуктивности, рассчитанные на основе площади листовой поверхности и содержания сухого вещества в товарной продукции, снижается и показатель хозяйственной продуктивности посева.

Формирование массы листьев в опыте с сортом Горлица подтвердило отмеченную закономерность для опыта с обработкой фитогормонами только семян, а именно: снижение этой массы по всем вариантам, кроме перекиси водорода (здесь этот показатель был выше контроля).

По показателям качества продукции, полученной в опытных вариантах, указанные ранее закономерности подтверждаются.

Результаты дисперсионного анализа показывают существенные влияния как генотипов (сортов), регуляторов роста, так и взаимодействия изучаемых факторов. Расчеты существенных различий в двухфакторном опыте показали, что почти все регуляторы роста при их применении для обработки семян всех изучаемых сортов капусты белокочанной приводили к статистически доказанному повышению продуктивности (Таблица 106, 107).

Таблица 106 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность белокочанной капусты (2005-2017 гг.)

Варианты опыта	Сорта белокочанной капусты (т/га)	
	Горлица	Касатка
Контроль	53,3	46,9
Агат-25К	54,7	49,6
Альбит	57,2	51,0
Крезацин	56,0	55,0
Циркон	61,5	56,6
Эпин экстра	54,9	49,9
НСР ₀₅	1,80	

Таблица 107 – Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта

Параметры	SS	df	MS	F	Доля влияния фактора, %
Фактор А	110,88	1	776,18	635,47	40,22
Фактор В	105,43	6	35,14	28,77	38,25
Взаимодействие А и В	25,15	6	8,38	6,86	9,12
Случайные отклонения	34,2	28	1,22		12,41
Итого	275,66	41			
НСР ₀₅ (общее) = 1,80 т/га					
НСР ₀₅ (по сортам) = 0,70 т/га					
НСР ₀₅ (по регуляторам) = 1,28 т/га					

Оценивая общую адаптивную способность разных сортов капусты белокочанной, отмечаем максимальный эффект у сорта Горлица (2,81), а минимальный – у сорта Касатка (-2,82). Показатель продуктивности также был выше у сорта Горлица (57,0), а минимален – у сорта Касатка (51,37). Оба изучаемых агроценоза капусты белокочанной проявили нестабильность (проявляется дестабилизирующий эффект) вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (1,92). Коэффициент нелинейности показал, что отклики обоих агроценозов капусты белокочанной в опыте носят в значительной степени нелинейный характер (5,6-6,4%) (Таблица 108).

Таблица 108 – Параметры адаптивной способности и стабильности агроценозов

Параметры	Сорта	
	Горлица	Касатка
1. $u+v_i$	57,0	51,37
2. v_i	2,81	-2,81
3. $\sigma^2(G+E)_{gi}$	1,92	1,92
4. $\sigma^2(CAC)_i$	10,32	10,77
5. $\sigma(CAC)_i$	3,21	3,28
6. l_{gi}	0,186	0,178
7. s_{gi}	5,6%	6,4%
8. СЦГ _i	30,26	24,05
9. K_{gi}	1,24	1,29

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что самым высоким он был у сорта Горлица (30,26), а наименьшим – у сорта Касатка (24,05). То есть можно сказать,

что наиболее отзывчивым к набору регуляторов роста, использовавшемуся в эксперименте, был агроценоз сорта Горлица, несколько меньшим – агроценоз сорта Касатка.

7.2.2 Динамика адаптивных свойств агроценозов капусты цветной

Цветная капуста в нашей стране в основном выращивается рассадным способом. Это связано с тем направлением в научном обосновании технологий выращивания данной культуры, которое нацеливало селекционеров создавать сорта, относящиеся к группе скороспелых, в крайнем случае – среднеранних, и на основе их создавать конвейер в поступлении данной продукции на стол потребителя. Другое отличие от белокочанной капусты – это проблематичность длительного хранения продукции цветной капусты в свежем виде. В последнее время появились химические препараты, обрабатывая которыми головки цветной капусты можно существенно продлить период хранения, но при этом ухудшаются органолептические свойства продукции, что обязательно влияет на её потребительские качества. Поэтому создание конвейера поступления продукции цветной капусты при минимизации затрат на её производство остается одной из главных целей как научного изучения культуры, так и её производства.

В отличие от белокочанной капусты работ по изучению влияния регуляторов роста на показатели качества рассады цветной капусты существенно меньше, хотя проблема получения выровненной, качественной, пригодной для механизированной посадки рассады цветной капусты не намного меньше, учитывая большее количество сроков посадки этой культуры в течение периода вегетации.

В связи с этим в Ленинградском СХИ под руководством профессора В. Е. Советкиной было изучено влияние обработки семян и двукратного опрыскивания рассады хлорхолинхлоридом. Такая технология позволила (концентрация препарата 0,05%) уменьшить высоту рассады (на 33%), увеличить площадь листьев рассады (на 35%), улучшить её приживаемость в поле, увеличить содержание в ли-

стях рассады хлорофилла (на 8%), что, в конечном итоге, приводило к повышению урожайности культуры [445].

В дальнейшем здесь же было изучено действие регуляторов роста, созданных на основе производных бензимидазола, в том числе на рост, развитие и продуктивность цветной капусты [107, 258]. Эти препараты при комплексной обработке цветной капусты (обработка семян и опрыскивание растений в фазе 3-х настоящих листьев) обуславливали получение высококачественной рассады с улучшенной приживаемостью и получение дополнительно 1,5-2 т/га ранней продукции цветной капусты [257, 442].

Сравнительное изучение действия разных регуляторов роста на цветную капусту в Ленинградской области показало преимущество в получении высококачественной рассады двух препаратов (в связи с поставленными целями): хлорхлинхлорида и дифосэта [510, 512].

Широкое изучение большого набора регуляторов роста, охватывающее почти все группы веществ этого класса (ауксины, гиббереллины, цитокинины, гуматы), с точки зрения их влияния на рост и развитие основных овощных культур показало, что обработка семян цветной капусты увеличивает как их всхожесть, так и урожайность (на 23-35%), обработка рассады улучшает приживаемость рассады (на 10-15%) и повышает устойчивость к «черной ножке» и киле [104].

Комплексная обработка семян и растений цветной капусты производными бензимидазола в условиях Ленинградской области повышала энергию прорастания и всхожесть семян цветной капусты на 6-10%, улучшала качество рассады, стимулировала образование и рост головок. Последнее способствовало увеличению урожайности (по сорту Отечественная) на 15-18% [107], причем это сопровождалось и улучшением качества продукции: прибавка сухого вещества – до 1,5%, аскорбиновой кислоты – до 7 мг%. Дальнейшее изучение комплексной обработки семян и растений цветной капусты расширенным составом регуляторов роста, включающим все группы регуляторов роста (ауксины, гиббереллины, цитокинины, ретарданты, продуценты этилена), подтвердило высокую агробиологическую ценность препаратов на основе бензимидазола [446].

Расширение исследований по цветной капусте позволило выявить следующее: в экспериментах в Санкт-Петербургском ГАУ и Новгородском ГУ при рассадной культуре максимально высокий ранний урожай головок цветной капусты был получен при применении трибифоса и дифосэта (группа цитокининов), а также хлорхолинхлорида и квартизина (группа ретардантов) – прибавка к контролю составила от 23 до 31%. При этом повысилась и общая урожайность (на 29-45%) [512, 513]. Это было следствием комплексной обработки семян и растений цветной капусты указанными препаратами. При безрассадной культуре указанная обработка обеспечила несколько меньшую прибавку общего урожая головок (увеличение на 11-21%) [511], но качество продукции (в случае использования трибифоса и дифосэта) при этом было наилучшим в данном эксперименте.

Изучение действия регуляторов роста, созданных на основе производных бензимидазола, показало их положительное влияние на рост, развитие и продуктивность цветной капусты [258]. Эти препараты при комплексной обработке цветной капусты (обработка семян и опрыскивание растений в фазе 3-х настоящих листьев) обуславливали получение высококачественной рассады с улучшенной приживаемостью и получение дополнительно 1,5-2 т/га ранней продукции цветной капусты [442, 443, 510].

В условиях Голландии отмечено положительное влияние многократного опрыскивания растений цветной капусты растворами гиббереллинов (ГК_{4.7}): повышалась урожайность вследствие увеличения размера головок [289].

Проведение экспериментов с цветной капустой в Карелии показало высокую эффективность препаратов циркон и эпин экстра как в варианте обработки семян, так и в комплексной обработке семян и растений – повышается урожайность (на 18%), улучшается качество продукции [57, 58, 59, 60, 61, 62, 63], похожие исследования были проведены во ВНИИО [51].

В опытах Воронежского ГАУ использование регуляторов роста для обработки семян цветной капусты перед посевом способствовало повышению урожайности культуры (на 8-9%) [323, 329].

Нами, совместно с аспирантом А.О. Кузнецовым, в 2005-2012 гг. были проведены эксперименты по выявлению влияния обработки регуляторами роста семян трех гибридов цветной капусты (Винсон, Кортес, Тетрис) на их рост, развитие и продуктивность [332, 349].

Обработка семян регуляторами роста способствовала сокращению периода «посев-всходы» на один день по всем сортам и повышению полевой всхожести за счет интенсификации обмена веществ в проростках. Следует отметить, что препараты эпин экстра и циркон обусловили максимальный эффект по последнему показателю (на 8-9% по всем сортам); другие регуляторы роста давали несколько меньшую разницу с контролем (на 5-7% по всем сортам, но тем не менее и эта разница была достоверной).

Наблюдения за дальнейшим ростом и развитием растений цветной капусты позволили отметить некоторые особенности формирования фотосинтетического аппарата растений под действием различных регуляторов роста.

Оценивая динамику площади листьев растений капусты цветной после обработки семян различными регуляторами роста, можно выделить две группы фитогормонов по их воздействию: первая (давшая максимальный эффект) – циркон, эпин экстра, обусловившие прибавку площади листьев (по сравнению с контролем) – 0,21-0,23 м²/м² в первый срок определения; 0,32-0,33 м²/м² во второй срок определения; 0,48-0,50 м²/м² в третий срок определения; вторая (эффект несколько слабее) – завязь, иммуноцитифит, обусловившие прибавку площади листьев (по сравнению с контролем) – 0,15-0,17 м²/м² в первый срок определения; 0,22-0,24 м²/м² во второй срок определения; 0,31-0,35 м²/м² в третий срок определения.

Более интенсивное развитие листовой поверхности при использовании регуляторов роста обусловило и увеличение фотосинтетического потенциала на этих вариантах по изучаемым сортам. Причем это увеличение выражается в существенных цифрах – от 264 до 380 тыс. м²×сутки/га.

К сожалению, чистая продуктивность фотосинтеза при применении фитогормонов снижалась в той или иной степени по изучаемым сортам. То же самое

отмечается и по удельной продуктивности, рассчитанной на основе площади листьев и накопленного сухого вещества в товарной продукции.

Результаты по их продуктивности в опыте приведены в таблице 109.

Таблица 109 – Урожайность цветной капусты (т/га) после обработки семян регуляторами роста в 2005-2012 гг.

Варианты опыта	Гибриды цветной капусты		
	Винсон	Тетрис	Кортес
Контроль	32,6	33,4	35,2
Бутон	32,8	34,1	35,3
Гумат 7+	36,6	35,6	38,3
Завязь	33,1	34,0	35,3
Новосил	34,8	34,6	37,3
Эпин экстра	35,1	34,8	37,8
Иммуноцитифит	32,8	33,8	35,8
Циркон	36,8	36,6	38,5
НСР ₀₅	0,61	0,59	0,68

Результаты учета урожайности показывают, что по всем сортам применение новосила, бутона и гумата 7+ не приводило к достоверному повышению урожайности цветной капусты, все остальные препараты давали достоверную разницу в урожае головок капусты по сравнению с контролем. Максимальный эффект проявился при применении эпина экстра и циркона (разница с контролем составила 2,2-4,2 т/га), по остальным указанным вариантам разница составляла от 1,2 до 2,6 т/га.

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта с цветной капустой приведены в таблице 110.

Что касается качества продукции цветной капусты в опыте, то можно констатировать, что по исследуемым показателям качество продукции не ухудшается: отмечено даже некоторое улучшение (по содержанию витамина С, по накоплению сахаров, по содержанию сухого вещества).

Расчеты существенных различий в двухфакторном опыте показали, что большая часть регуляторов роста при их применении для обработки семян всех изучаемых сортов капусты цветной приводила к статистически доказанному повышению продуктивности.

Таблица 110 – Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта

Параметры	SS	df	MS	F	F _{табл.}	Доля участия (%)
Фактор А	26,94	2	107,77	118,92	3,15	84,51
Фактор В	40,71	7	17,45	19,25	2,17	1,7
Взаимодействие А и В	3,27	14	1,4	1,55	1,84	1,1
Ошибка внутри группы	43,5	48	0,91			0,7
Итого	114,42	71				
НСР ₀₅ (общее) = 1,58 т/га; НСР ₀₅ (по сортам) = 0,91 т/га; НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,57 т/га						

Оценивая общую адаптивную способность разных сортов капусты цветной, отмечаем максимальный эффект у сорта Кортес (1,81), а минимальный – у сорта Тетрис (-1,32). Показатель продуктивности также был выше у сорта Кортес (34,0), а минимален – у сорта Тетрис (23,4). Все изучаемые агроценоза капусты цветной проявили нестабильность (проявляется дестабилизирующий эффект) вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (1,42). Коэффициент нелинейности показал, что отклики всех агроценозов капусты цветной в опыте носят в значительной степени нелинейный характер (4,3-4,4%).

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что самым высоким он был у сорта Кортес (24,26), а наименьшим – у сорта Тетрис (20,05). То есть, можно сказать, что наиболее отзывчивым к набору регуляторов роста, использовавшемуся в эксперименте, был агроценоз сорта Кортес, несколько меньшим – агроценоз сорта Тетрис.

7.2.3 Динамика адаптивных свойств агроценозов брокколи

Культура брокколи сравнительно недавно появилась в ассортименте овощных растений. Но, являясь близким родственником цветной капусты (хотя здесь

есть нюансы и в биологии, и в агротехнике), она постепенно увеличивает занимаемые площади как в открытом, так и в защищенном грунте [225].

Экспериментов, которые имеют целью выяснить реакцию брокколи на применение регуляторов роста, в нашей стране проводится мало. Можно назвать, пожалуй, только Санкт-Петербургский ГАУ, где эти опыты с перерывами ведутся с 80-х гг. XX в. Так, обработка семян и растений брокколи сортов Тонус и Витаминная в условиях Ленинградской области способствовала формированию высококачественной рассады, улучшению приживаемости последней, повышению урожайности (до 23%) и улучшению биохимического состава соцветий брокколи, причем лучше всего действовали препараты дифосэт и трибифос [77, 80].

Также было выяснено, что брокколи (по сравнению с цветной капустой) является более устойчивой культурой при комплексном применении фунгицидов (в частности, ТМТД) и регуляторов роста – она менее восприимчива к фитотоксическому действию ТМТД [76].

Дальнейшее изучение раздельного и совместного действия разнообразных регуляторов роста на растения брокколи выявило, что максимальный урожай соцветий брокколи был получен в вариантах обработки семян дифосэтом и при сочетании обработки семян с последующим двукратным опрыскиванием рассады дифосэтом. Прибавка урожайности достигала 40% [249].

Повышение продуктивности брокколи в экспериментах было обусловлено повышением продуктивности боковых побегов растений, что вполне отвечает биологии данной культуры (прищипка верхушки растения для стимулирования развития боковых побегов является одним из элементов технологии выращивания брокколи) [50, 249, 459].

Совместное применение регуляторов роста и гербицидов на посевах брокколи показало, что регуляторы роста снижают фитотоксический эффект гербицидов. При этом повышалась урожайность брокколи (на 23-30%) и улучшалось качество продукции: увеличилось содержание сахаров – на 0,3%, сухих веществ – на 1,5%, витамина С – на 23 мг% и снижалось накопление нитратов – на 35-40 мг/кг [106,207].

В опытах Воронежского ГАУ использование регуляторов роста для обработки семян брокколи перед посевом способствовало повышению урожайности культуры (на 8-11%) [323, 329].

Нами, совместно с аспирантом А. О. Кузнецовым, в 2005 -2012 гг. были проведены эксперименты по выявлению влияния обработки регуляторами роста семян двух гибридов брокколи (Фиеста, Монтоп) на их рост, развитие и продуктивность.

Результаты по учету их продуктивности в опыте приведены в таблице 111.

Таблица 111 – Урожайность брокколи (т/га) после обработки семян регуляторами роста в 2005-2010 гг.

Варианты опыта	Сорта брокколи	
	Фиеста	Монтоп
Контроль	22,9	28,6
Бутоп	23,7	29,5
Гумат 7+	25,4	30,6
Завязь	23,7	29,0
Новосил	23,5	28,7
Эпин экстра	23,8	28,9
Иммуноцитифит	26,4	30,6
Циркон	25,7	28,8
НСР ₀₅	0,75	0,68

Гибриды брокколи показали неодинаковую реакцию на обработку семян фитогормонами. Так, семена гибрида Фиеста оказались более «чувствительны» к подобной обработке: обеспечили достоверное превышение контроля варианты с применением бутона, завязи, эпина экстра, иммуноцитифита и циркона. В то же время по гибриду Монтоп вариантов, показавших достоверное превышение контроля по продуктивности, было значительно меньше: бутон, гумат 7+ и иммуноцитифит. Обусловлено это только генетическими причинами, связанными с особенностями состава генотипа, формирующегося при создании того или иного гибрида.

Предпосевная обработка семян брокколи обусловила разные результаты по продуктивности ценоза у различных сортов (Таблица 112). Мы видим, что обра-

ботка семян регуляторами роста дает эффект, но различный как по разным препаратам, так и по сортам.

Таблица 112 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность брокколи (т/га)

Варианты опыта	Сорта		x_i
	Фиеста	Монтоп	
Контроль	22,9	28,6	25,8
Бутоп	23,7	29,5	26,6
Гумат 7+	25,4	30,6	28,0
Завязь	23,7	29,0	26,4
Новосил	23,5	28,7	26,1
Эпин экстра	23,8	28,9	26,4
Иммуноцитифит	26,4	30,6	28,5
Циркон	25,7	28,8	27,3
x_k	24,4	29,3	26,9

Результаты дисперсионного анализа показывают существенное влияние генотипов (сортов) и значительно меньшее влияние регуляторов роста (табл. 113).

Таблица 113 – Результаты дисперсионного анализа

Параметры	SS	Df	MS	F	$F_{\text{табл.}}$	Доля участия (%)
Фактор А (сорта)	98,01	1	784,08	833,57	4,08	99,31
Фактор В (регуляторы)	13,08	7	3,74	3,97	2,25	0,47
Взаимодействие А и В	2,77	7	0,79	0,84	2,25	0,1
Случайные отклонения	30,1	32	0,94			0,12
НСР ₀₅ (общее) = 1,61 т/га						
НСР ₀₅ (по сортам) = 1,14 т/га						
НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,57 т/га						

Расчеты существенных различий в двухфакторном опыте показали, что все регуляторы роста при их применении для обработки семян сорта Фиеста приводили к статистически доказанному повышению продуктивности, а на сорте Монтоп только применение гумата 7+ и иммуноцитифита давало достоверную прибавку урожайности.

Оценивая общую адаптивную способность разных сортов брокколи (показатель 2), отмечаем больший эффект у сорта Монтоп и меньший – у сорта Фиеста (Таблица 114).

Таблица 114 – Параметры адаптивной способности и стабильности агроценозов

Параметры	Сорта	
	Фиеста	Монтоп
1. $u+v_i$	24,4	29,3
2. v_i	-2,5	2,4
3. $\sigma^2(G+E)_{gi}$	0,20	0,07
4. $\sigma^2(CAC)_i$	1,36	0,41
5. $\sigma(CAC)_i$	1,17	0,64
6. I_{gi}	0,15	0,17
7. s_{gi}	5,57%	1,40%
8. $i_i (K_{gi})$	2,27	0,68
9. $СЦГ_i$	4,91	23,4

Показатель продуктивности (показатель 1) также был выше у сорта Монтоп. Агроценозы обоих сортов брокколи были нестабильны (проявляется дестабилизирующий эффект) вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (показатель 3). Но в то же время относительная стабильность генотипа (показатель 7) была выше у сорта Фиеста по сравнению с сортом Монтоп. Коэффициент нелинейности показал, что отклики всех агроценозов брокколи в опыте носят линейный характер (показатель 6).

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что значительно выше он был у сорта Монтоп по сравнению с сортом Фиеста. То есть можно сказать, что наиболее отзывчивым к набору регуляторов роста, использовавшемуся в эксперименте, был агроценоз сорта Монтоп, несколько меньшим – агроценоз сорта Фиеста.

7.3 Применение регуляторов роста на корнеплодных культурах

Корнеплодные овощные культуры в большинстве своем относятся к двулетним растениям, у которых в первый год жизни формируется продуктивный орган – корнеплод (хотя у многих культур используют в пищу и молодые листья), способный к длительному хранению. Последнее позволяет продлить период потребления этих культур практически до нового урожая. Двулетний цикл развития корнеплодов накладывает определенный отпечаток на весь биохимический комплекс растения, что, правда, в связи с широкой изученностью биологии основных столовых корнеплодов не мешает определять наиболее «чувствительные» периоды, когда применение регуляторов роста дает максимальный эффект. В связи с этим использование любых новых регуляторов роста или использование уже известных на новых сортах или культурах этой группы предполагает проведение так называемых «рекогносцировочных» экспериментов по выявлению оптимальных доз воздействия и оптимальных фаз развития культуры или сорта и только потом проведение основной серии экспериментов с целью определения структуры воздействия на данный сорт или культуру для достижения максимального системного эффекта [331, 337].

7.3.1 Динамика адаптивных свойств агроценозов столовой свёклы

Столовая свёкла в группе корнеплодных культур находится в определенно более выигрышном положении, так как при планировании экспериментов с этой культурой можно использовать (с достаточно высокой долей оправдываемости) теоретические наработки в изучении сахарной свёклы (как очень близкого «родственника» столовой свёклы). Однако следует иметь в виду разнонаправленное использование продукции этих культур, что требует более внимательного учета воздействия на биохимический состав получаемой продукции. Последнее относится в большей степени к таким факторам воздействия на биохимический ком-

плекс, обуславливающий формирование продуктивности данной культуры, как применение удобрений и средств защиты растений. Что же касается регуляторов роста (учитывая, что в настоящее время используются в большинстве случаев регуляторы естественной природы или аналоги последних), то здесь подобная опасность существенно снижена и связана она, по нашему мнению, не с серьезными нарушениями комплекса биохимических реакций, приводящих к резким структурным изменениям внутри растения, что влечет за собой в том числе накопление избыточного количества веществ, которые в принципе необходимы растениям (но в случае избытка действуют на организм человека как яд) или синтез сравнительно опасных для человека веществ (что связано с нарушениями экологических законов функционирования агроэкосистем), а с некоторой корректировкой биохимического состава конечной продукции. Применение регуляторов роста на столовой свёкле возможно путем обработки семян (в качестве элемента системы подготовки семян к посеву) и путем обработки вегетирующих растений. Рассмотрим эти приемы воздействия на указанную культуру.

Предпосевная подготовка семян нацелена прежде всего на получение дружных и ранних всходов культуры [25, 65, 203, 294]. Следует отметить, что столовая свёкла – культура, отзывчивая на обработку семян регуляторами роста. После обработки в прорастающих семенах активизируются процессы обмена веществ, что обуславливает повышение полевой всхожести и энергии прорастания (последнее увеличивает дружность появления всходов, что сокращает затраты на формирование оптимальной густоты стояния растений). В дальнейшем подобное развитие растений может привести и к повышению продуктивности. Так, исследования в Белоруссии с использованием для обработки семян столовой свёклы гетероауксина, янтарной кислоты, тиамин и никотиновой кислоты показали, что это стимулирует прорастание семян (повышалась полевая всхожесть) и обуславливает интенсификацию роста корней и листьев в период формирования листового аппарата. В дальнейшем это дает увеличение продуктивности столовой свёклы (прибавка к контролю от 10,2 до 21,3%) и улучшение биохимического состава корнеплодов [151, 153].

В Московской сельхозакадемии имени К.А.Тимирязева сравнивали обработку семян столовой свёклы гиббереллином, хлорхолинхлоридом и терпеновыми соединениями (на основе пинена и ментена) [440]. Было отмечено, что обработка терпеновыми соединениями (в отличие от обработки гиббереллином) стимулировала прорастание семян столовой свёклы, но без снижения содержания хлорофилла в листьях. В дальнейшем это приводило к увеличению урожайности культуры.

В Ленинградском СХИ (позднее Санкт-Петербургском ГАУ) проведен большой комплекс исследований по использованию разнообразных регуляторов роста (в том числе регуляторов роста, синтезированных в лаборатории этого вуза). При этом были выявлены новые регуляторы роста – производные бензимидазола, которые обуславливают устойчивый положительный эффект [258, 446, 447, 460, 461]. Так, предпосевная обработка препаратами ЭБФ-5 и БИФ-5 способствовала увеличению энергии прорастания и всхожести семян столовой свёклы более чем на 20%; при этом ускорялось прохождение растениями свёклы фаз развития, улучшалась динамика формирования корнеплодов, что в итоге приводило к увеличению продуктивности посева на 16-28% и улучшению качества полученной продукции [258, 460].

Использование других препаратов на столовой свёкле также было эффективным: так, на сорте Бордо 237 применение иммуноцитифита обусловило увеличение массы растений и, как следствие, повышение урожайности культуры на 13% [214]. А в исследованиях, проведенных на Кубани, применение агата-25К приводило к увеличению урожайности столовой свёклы более чем на 20% [235].

Работы по изучению влияния различных регуляторов роста продолжают и в XXI веке. Получены положительные эффекты от применения на столовой свёкле регулятора роста «Оберегъ» [6, 138], препарата «Мелафен» [22]. Продолжаются работы по комплексной оценке действия разных регуляторов роста в ВНИИО [43, 46, 389], в Тюменской ГСХА [216, 217], в Белоруссии [55, 430].

В Центрально-Черноземном регионе России проводятся лишь отдельные эксперименты, связанные с выявлением действия регуляторов роста на рост и развитие овощных культур. Что касается столовой свёклы, то мы не встретили ка-

ких-либо систематических исследований, которые позволяли бы оценить как степень воздействия регуляторов роста на данную культуру, так и степень отклика культуры на это воздействие, так как, помимо появления новых регуляторов роста, появляются и новые сорта, степень отклика которых также может меняться вследствие генетических особенностей сорта и меняющегося климата территории.

Мы проводили опыты с сортом столовой свёклы Хавская (сорт односемянный) [336, 341, 354]. Применяли следующие регуляторы роста (для обработки семян и опрыскивания растений): крезацин, альбит, агат-25К, циркон, эпин экстра (ранее эпин), иммуноцитифит, перекись водорода (0,3%), гумат 7+, завязь, нарцисс, новосил. Обработка семян определила следующие результаты, характеризующие их посевные свойства (Таблица 115).

Таблица 115 – Динамика посевных свойств семян столовой свёклы (с. Хавская) при обработке их регуляторами роста в 2004-2017 гг.

Варианты опыта	Посевные свойства	
	энергия прорастания, %	всхожесть, %
Контроль (вода)	65,0	85,0
Агат-25К	71,0	90,8
Альбит	71,0	91,0
Завязь	68,0	87,7
Иммуноцитифит	70,0	89,1
Крезацин	71,0	90,0
Нарцисс	70,0	90,3
Новосил	69,0	89,3
Перекись водорода	73,0	91,2
Циркон	72,0	90,0
Эпин экстра	74,0	90,3
НСР ₀₅		4,3

Из данных таблицы 115 видно, что все используемые регуляторы роста стимулируют обменные процессы, проходящие в прорастающих семенах, обуславливая тем самым повышение всхожести семян. Но это воздействие было неодинаковым у разных регуляторов роста: минимальное повышение энергии прорастания отмечалось при применении гумата 7+, завязи и новосила (на 2-4%), также минимальное превышение над контролем отмечалось и по всхожести семян в этих же

вариантах (на 1,5-4,3%); максимальные же результаты отмечались в вариантах с использованием циркона, перекиси водорода и эпина экстра: по энергии прорастания – на 7-9%, по всхожести – на 5-6,2%. Остальные препараты занимали промежуточное положение в этом ряду, здесь же следует отметить, что все использованные в опыте фитогормоны улучшали посевные свойства семян данного сорта столовой свеклы.

Указанная стимуляция обменных процессов способствовала в дальнейшем более или менее интенсивному наращиванию фотосинтетического аппарата растений (в зависимости от степени адекватности воздействия генетическим особенностям сорта и фенотипической реакции растений). Результаты учета динамики площади листьев столовой свёклы под действием разных регуляторов роста представлены (Рисунок 37 и Приложение С).

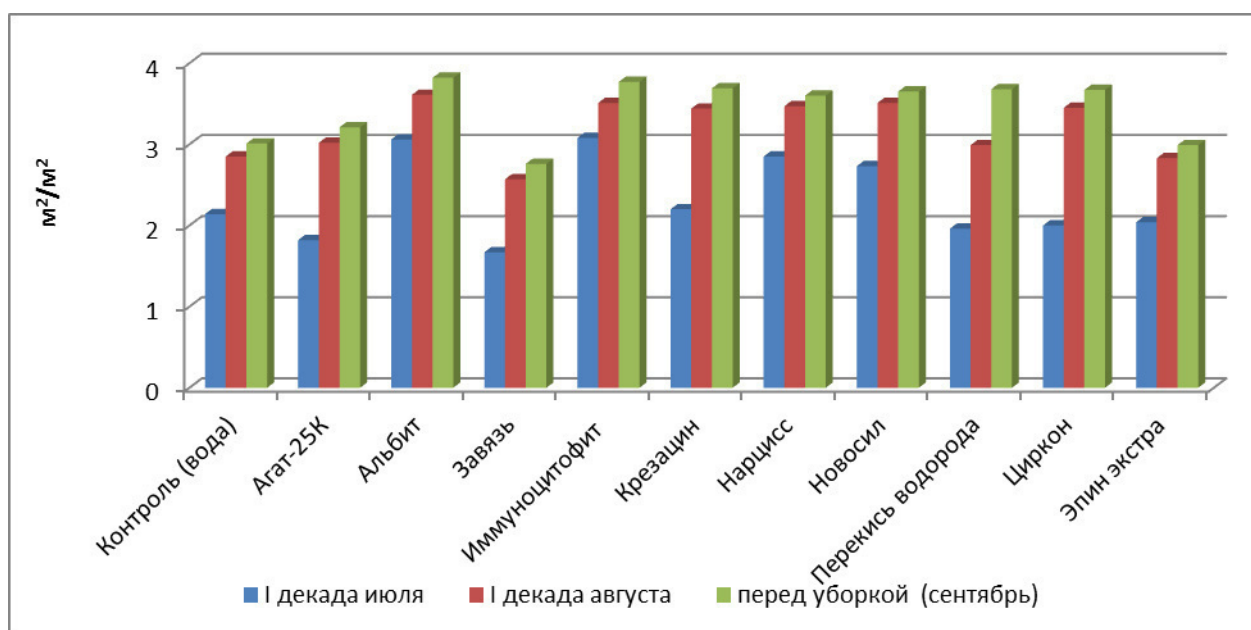


Рисунок 37 - Влияние на динамику листовой поверхности растений столовой свёклы сорта Хавская предпосевной обработки семян регуляторами роста (2005-2017 гг.)

Мы видим, что обработка семян столовой свёклы (с. Хавская) регуляторами роста «заставила» растения скорректировать функционирование биохимического комплекса в сторону более эффективного использования факторов жизни.

Динамика увеличения площади листьев во временном отношении по разным вариантам опыта дает возможность оценить не только степень воздействия того или иного фитогормона, но и учесть длительность этого воздействия. Так, уже в первый срок учета мы видим, что обработка столовой свёклы данного сорта семями альбитом, иммуноцитифитом, крезацином, нарциссом и новосилом обусловила превышение по этому показателю контроль. Подобная картина сохраняется и в дальнейшем, то есть в последующие периоды учета (с наращиванием разницы).

Еще несколько фитогормонов при учете данного показателя проявили некоторую «задержку» в проявлении степени воздействия, а именно: превышение на этих вариантах в площади листьев над контролем наблюдалось, начиная со второго срока учета при использовании агата-25К, перекиси водорода и циркона. Если использовать другие показатели, учитываемые в опыте, то эту закономерность можно объяснить тем, что на этих вариантах в первую очередь воздействие касалось развития корневой системы данной культуры.

Изменения биохимического комплекса растений столовой свёклы, выразившиеся в активизации наращивания фотосинтетического аппарата, обусловили и изменения конечного результата всего процесса формирования продуктивности ценоза свеклы, то есть урожайности культуры. Результаты учета приведены в таблице 116.

Учет урожайности культуры в этом опыте показал следующие результаты: достоверная прибавка в урожайности наблюдалась только в вариантах с использованием альбита и иммуноцитифита, то есть воздействия от обработки семян данными фитогормонами хватило на весь вегетационный период культуры в отличие от других препаратов. Что касается качества полученной продукции, то здесь сложилась картина более разнообразная.

Таблица 116 – Урожайность столовой свёклы и биохимический состав продукции после обработки семян регуляторами роста в 2004-2017 гг.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Биохимический состав			
		Сухое вещество, %	Сахара, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль (вода)	33,44	17,40	7,05	17,13	333
Агат-25К	34,78	20,90	7,21	17,70	310
Альбит	37,44	17,84	7,51	17,39	420
Завязь	36,67	16,72	5,39	14,18	540
Иммуноцитифит	37,87	22,23	8,87	17,02	412
Крезацин	33,33	21,04	6,02	17,23	288
Нарцисс	28,89	16,14	6,82	15,94	610
Новосил	32,22	17,80	6,91	14,67	650
Перекись водорода	35,67	21,38	8,42	17,22	483
Циркон	39,33	23,80	9,22	15,96	415
Эпин экстра	34,00	23,11	8,01	17,05	298
НСР ₀₅	3,2-3,8	2,54			

Так, превышение (в разной степени) по сравнению с контролем по содержанию сухого вещества наблюдалось при использовании для обработки семян агата-25К, альбита, иммуноцитифита, крезацина, перекиси водорода, новосила, циркона и эпина экстра. Кроме крезацина и новосила по этим же препаратам наблюдалось и превышение над контролем по содержанию сахаров и по накоплению витамина С. Содержание нитратов в продукции было меньше только при использовании агата-25К и крезацина, по всем остальным вариантам отмечалось то или иное превышение данного показателя, но следует отметить, что ни по одному варианту он не превышал ПДК.

Обработка семян столовой свёклы регуляторами роста, в силу того что последние включаются в обмен веществ растений, часто не приводит к существенным изменениям в биохимическом комплексе растений, то есть результат воздействия не носит устойчивого характера. Поэтому, чтобы добиться существенного изменения в формировании продуктивности растений в положительном аспекте, следует использовать и обработку вегетирующих растений. Здесь важно определиться со сроками обработки, так как это зависит как от физиологического состояния растений, так и от водного и питательного режимов почвы, особенностей по-

годы (и климата в долговременном плане) и технологии выращивания, особенностей сорта [147, 163, 205, 206, 476, 482].

Было выяснено, что для столовой свёклы наиболее эффективным сроком обработки растений является фаза 5-7 настоящих листьев [151, 461]. В экспериментах в Ленинградском СХИ обработка растений столовой свёклы производными бензимидазола (ЭБФ-5, БИФ-5) обуславливала увеличение площади фотосинтезирующей поверхности, усиление фотосинтеза, активизацию роста корнеплодов и, в конечном итоге, увеличение урожайности культуры в среднем на 20% [446, 461]. Совместная обработка семян и растений препаратом ЭБФ-5 улучшала качество корнеплодов столовой свёклы, определяя увеличение содержания сухих веществ, сахаров, витамина С [460, 461].

Последний вариант обработки посевов столовой свёклы проверялся и в Белоруссии [55]: обработка эпином, янтарной кислотой увеличивала урожайность культуры на 12-27%, снижая при этом накопление нитратов в корнеплодах в 2,2 раза.

В Воронежском госагроуниверситете нами в 2004-2017 гг. были проведены эксперименты по совместному применению регуляторов роста на столовой свёкле сорта Хавская путем обработки семян и опрыскивания растений в фазе 6-7 настоящих листьев. Динамика площади листьев столовой свёклы в зависимости от вида применяемого регулятора роста представлена (Рисунок 38 и Приложение Т).

Анализируя эти данные, можно отметить следующее: обработка растений фитогормонами, наложенная на обработку семян ими же, активизировала процесс формирования листового аппарата, что выразилось в существенном увеличении площади листьев. Особенно активно этот показатель увеличивался при применении альбита, иммуноцитифита, новосила, циркона, крезацина и нарцисса; остальные фитогормоны также способствовали увеличению площади листьев, за исключением эпина экстра.

Динамика площади фотосинтезирующей поверхности столовой свёклы в значительной степени определяет формирование урожайности культуры. Учет последней представлен в таблице 117.

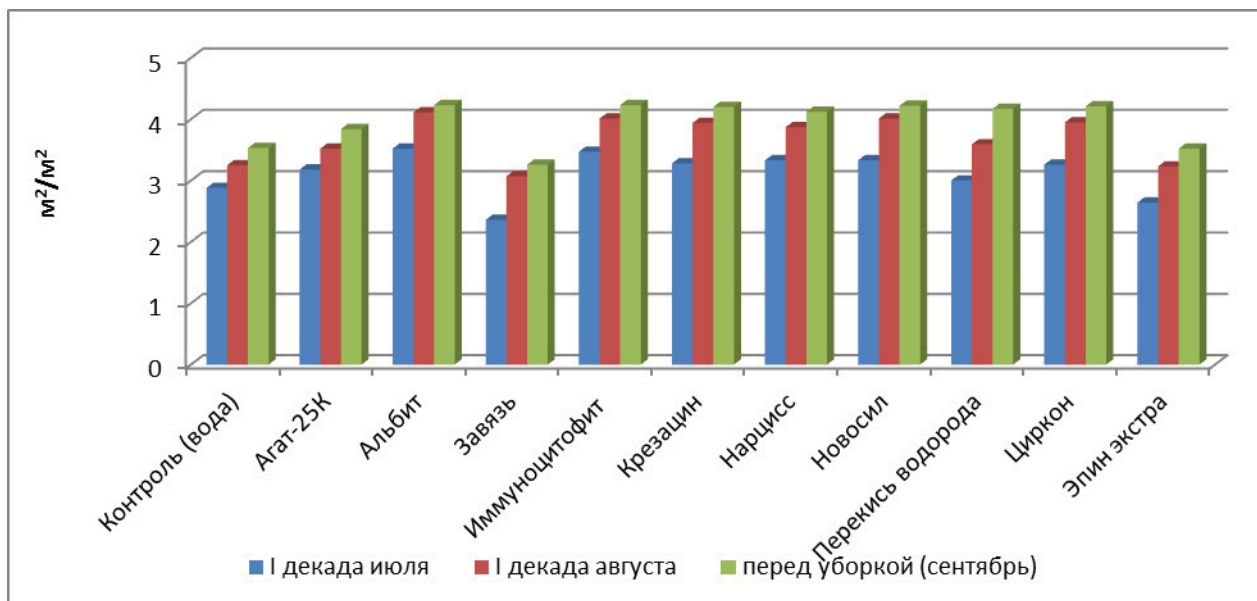


Рисунок 38 - Влияние на динамику листовой поверхности растений столовой свёклы сорта Хавская после обработки семян и растений регуляторами роста (2004-2017 гг.)

Рассматривая данные по урожайности после комплексной обработки столовой свёклы сорта Хавская, отмечаем, что последняя обусловила достоверную прибавку урожая корнеплодов при использовании агата-25 К, альбита, иммуноцитифита, перекиси водорода, циркона и эпина экстра. То есть не все варианты, которые характеризовались превышением над контролем по площади листьев, обеспечивали достоверное повышение урожайности – это варианты с использованием крезацина, нарцисса, новосила.

В варианте же с использованием эпина экстра сложилась другая картина: по площади листьев в динамике этот вариант не отличался от контроля, но воздействие фитогормона обусловило интенсификацию биохимических процессов в растениях, что дало повышение урожайности культуры.

Что касается качества полученной продукции, то здесь наблюдалась примерно такая же картина, что и в опыте с использованием только обработки семян столовой свёклы.

Таблица 117 – Урожайность столовой свёклы и биохимический состав продукции после обработки семян и опрыскивания растений регуляторами роста в 2004-2017 гг.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Биохимический состав			
		сухое вещество, %	сахара, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг
Контроль (вода)	33,26	17,70	7,25	17,33	388
Агат-25К	42,67	21,40	7,41	18,40	306
Альбит	42,22	18,34	7,41	17,89	415
Завязь	31,11	17,32	5,55	14,68	512
Иммуноцитифит	43,78	22,73	8,75	17,52	400
Крезацин	34,89	21,64	6,42	17,73	255
Нарцисс	35,44	16,84	6,66	16,34	622
Новосил	35,58	18,30	6,81	15,47	656
Перекись водорода	41,89	21,98	8,99	17,72	493
Циркон	38,78	24,30	9,57	16,36	424
Эпин экстра	37,00	23,71	8,51	17,65	285
НСР ₀₅	3,1-3,4	3,18			

Разные системы обработки семян и растений столовой свёклы обусловили разные результаты по продуктивности ценоза (Таблица 118).

Таблица 118 – Влияние обработки семян и растений регуляторами роста на продуктивность столовой свёклы, т/га

Варианты опыта	Системы обработки		X _i
	обработка семян	обработка семян+растений	
Контроль (вода)	33,4	33,3	33,4
Агат-25К	34,8	42,7	38,8
Альбит	37,4	42,2	39,8
Завязь	36,7	31,1	33,9
Иммуноцитифит	37,9	43,8	40,9
Крезацин	33,3	34,9	34,1
Нарцисс	28,9	35,4	32,2
Новосил	32,2	35,6	33,9
Перекись водорода	35,7	41,9	38,8
Циркон	39,3	38,8	39,1
Эпин экстра	34,0	37,0	35,5
X _k	33,8	37,7	35,7

Мы видим, что обработка семян регуляторами роста в большинстве случаев дает положительный эффект, также как и комплексная обработка (семян + растений) культуры. Так, по варианту с обработкой семян можно выделить такие фитогормоны, как циркон, иммуноцитифит, альбит, завязь и перекись водорода, а по варианту с комплексной обработкой – иммуноцитифит, перекись водорода, агат 25К и альбит.

Таблица 119 – Результаты дисперсионного анализа

Параметры	SS	Df	MS	F
Фактор А (системы обработки)	90,09	1	1081,13	2185,93
Фактор В (регуляторы)	299,31	11	54,42	110,03
Взаимодействие А и В	127,53	11	23,19	46,88
Случайные отклонения	23,74	48	0,49	
НСР ₀₅ (общее) = 1,14 т/га				
НСР ₀₅ (по системам обработки) = 0,80 т/га				
НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,32 т/га				

Результаты дисперсионного анализа показывают существенные влияния как генотипов (сортов), регуляторов роста, так и взаимодействия изучаемых факторов. Расчеты существенных различий в двухфакторном опыте показали, что почти все регуляторы роста при их применении для обработки семян и растений столовой свёклы приводили к статистически доказанному повышению продуктивности (Таблица 119).

Оценивая общую адаптивную способность разных систем обработки столовой свёклы (показатель 2), отмечаем лучший эффект у комплексной обработки и меньший – у обработки только семян (Таблица 120). Продуктивность (показатель 1) также была выше при комплексной обработке столовой свёклы. Агроценозы столовой свёклы при обеих системах обработки регуляторами роста были относительно стабильны вследствие не очень большой вариации взаимодействия генотипа и среды (показатель 3). Но в то же время относительная стабильность генотипа (показатель 7) была выше при обработке только семян столовой свёклы, а при комплексной обработке – была меньше. Коэффициент нелинейности показал, что отклики всех агроценозов свёклы в опыте носят линейный характер (показатель 6).

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

Таблица 120 – Параметры адаптивной способности и стабильности агроценозов

Параметры	Системы обработки	
	Обработка семян	Обработка семян+растений
1. $u+v_i$	33,80	37,68
2. v_i	-1,94	1,94
3. $\sigma^2(G+E)_{gi}$	5,62	5,72
4. $\sigma^2(CAC)_i$	21,60	16,90
5. $\sigma(CAC)_i$	4,65	4,11
6. l_{gi}	0,26	0,34
7. s_{gi}	13,76%	10,91%
8. $i_i (K_{gi})$	1,62	1,27
9. $СЦГ_i$	14,97	21,03

То есть можно сказать, что наиболее отзывчивым к набору регуляторов роста, использовавшемуся в эксперименте, был агроценоз столовой свёклы при комплексной обработке растений, несколько меньшим – агроценоз культуры только при обработке семян.

7.3.2 Динамика адаптивных свойств агроценозов моркови

Семена моркови относятся к группе мелких семян, к тому же в их оболочках содержится большое количество эфирных масел (до 1%), а также ингибитор прорастания каротол [436]. Поэтому им требуется большое количество воды для прорастания, к тому же в силу небольших размеров семена содержат небольшой запас питательных веществ. Все это обуславливает использование в процессе подготовки семян к посеву различных способов стимулирования прорастания семян и начального роста растений [472]

Одним из первых фитогормонов, широко примененным на моркови, был гетероауксин (из группы ауксинов), который усиливает ростовые процессы за счет активизации потребления влаги и пластических веществ [204] из почвы. Эксперименты в Белоруссии показали, что намачивание семян моркови в растворах гетероауксина, янтарной кислоты, никотиновой кислоты и тиамина способствовало увеличению всхожести семян, а также усилению роста листьев и корнеплода. Это было связано с повышением интенсивности фотосинтеза, что было обусловлено увеличением содержания хлорофилла в листьях. Все это приводило к увеличению урожайности культуры (до 15-20%) [144, 147].

Сазонова Л.В. показала, что эффективность воздействия гетероауксина зависит от температурного режима: в условиях Заполярья его влияние на семена моркови было существенно ниже в сравнении с воздействием тепловым фактором [204].

Применение других регуляторов роста растений для обработки семян моркови давало положительные результаты либо для ускорения прорастания семян, как в опытах Курковой и Дворецкой [136], которые, используя гуминовые кислоты, добивались повышения дружности появления всходов моркови (на 3-4 дня) и общей всхожести семян (на 10%), либо помимо стимуляции прорастания семян еще и повышало урожайность моркови (до 20%), как в опытах Колонкова и Губкина [1553] при использовании полиэтиленгликоля.

Терпеновые соединения (α -пинен, п-ментен) при обработке ими семян моркови (так же как и столовой свеклы) ускорили появление всходов (на 2 дня) [440].

Обработка семян моркови сорта Нантская 4 молдстимом и экостимом также приводила к ускорению прорастания семян (на 2-3 дня), повышению полевой всхожести (на 5-6%), а также к увеличению урожайности культуры (до 15%) [153].

В Краснодарском крае применение для обработки семян моркови препарата агат-25К приводило к повышению урожайности культуры (до 15%) [235].

В Ленинградском СХИ был опробован целый ряд регуляторов роста растений для обработки семян моркови и выявлен целый комплекс положительных эффектов: производные бензимидазола (БИФ-5, ЭБФ-5) не только ускорили (на 3-5 дней), но и усилили дружность появления всходов, обеспечивая тем самым

большую выравненность посевов [258]. В дальнейшем это привело к увеличению урожайности культуры (до 23%) [432, 433, 442, 446].

В Тюменской области при обработке семян моркови наиболее эффективными оказались препараты ивин и ЭБФ-5, которые не только повысили урожайность культуры (на 18-25%), но и улучшили качество корнеплодов и их лежкоспособность [240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250].

В Подмоскovie применение иммуноцитифита и гумата натрия для обработки семян моркови перед посевом приводило на сорте Нантская 4 к увеличению урожайности (на 13-21%) за счет увеличения размеров корнеплодов [52, 67, 68, 214].

Использование новых регуляторов роста на моркови обуславливало усиление процессов метаболизма в растениях, что приводило к существенному повышению урожайности культуры [64, 128, 129, 194, 473].

В Воронежском ГАУ в 2004-2012 гг. (в том числе с участием аспиранта А. В. Королева) проводились исследования по влиянию обработки семян моркови различных сортов отечественной и зарубежной селекции разнообразными регуляторами роста [335, 339, 388]. Первый показатель, на который обращали внимание в этом случае, – полевая всхожесть семян. Результаты представлены в таблице 121.

Анализируя данные таблицы, мы видим, что применение регуляторов роста способствует повышению полевой всхожести семян у всех изучаемых сортов и гибридов моркови. Разница здесь только в степени стимулирования этого показателя разными фитогормонами, так как реакция разных сортов на обработку их семян регуляторами роста однотипна: несколько большее стимулирование всхожести обуславливали следующие препараты: альбит, циркон, эпин экстра, перекись водорода и нарцисс.

Предполагая, что активизация процесса прорастания семян может обусловить дальнейшую стимуляцию биохимического комплекса растений, что должно сопровождаться усилением процесса синтеза органического вещества и увеличением массы растения, мы провели учет нарастания площади листовой поверхности моркови по вариантам опыта в динамике.

Таблица 121 – Влияние обработки семян моркови различных сортов регуляторами роста на их всхожесть (%) в 2004-2017 гг.

Варианты опыта	Всхожесть семян сортов и гибридов					
	Рогнеда	Нантская 4	Кантербюри	Карлена	Нар-боннэ	Канада
Контроль (вода)	60,0	59,3	61,0	61,5	59,5	61,0
Агат-25К	69,7	70,5	68,4	69,3	68,5	67,5
Альбит	70,3	71,2	70,2	70,7	69,9	68,7
Гумат 7+	68,4	70,1	68,3	68,9	68,0	66,4
Завязь	68,3	70,0	67,8	68,4	67,8	66,1
Иммуноцитифит	69,5	70,7	69,0	69,9	70,0	68,4
Крезацин	69,8	70,8	68,9	69,7	70,0	69,0
Нарцисс	70,2	71,4	68,8	69,5	70,3	69,1
Новосил	69,8	70,6	68,5	69,0	69,8	67,5
Перекись водорода	70,5	71,3	69,0	70,0	70,8	69,0
Циркон	70,7	71,5	70,6	71,2	70,6	68,9
Эпин экстра	71,0	71,7	70,7	71,4	70,9	69,0

Результаты, представленные на рисунках 39 и 40, касаются только двух сортов, которые приведены в качестве иллюстрации (Приложение У).

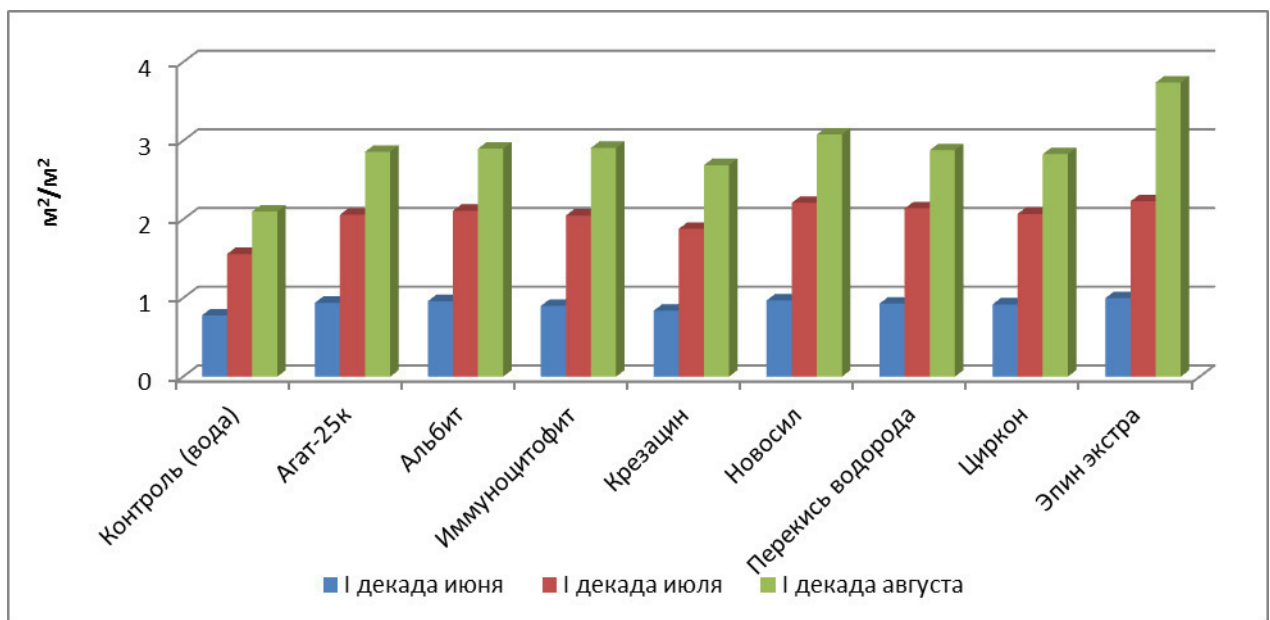


Рисунок 39 - Влияние на развитие листовой поверхности растений (m^2/m^2) обработки семян моркови сорта Рогнеда регуляторами роста в 2004-2017 гг.

Так, по сорту Рогнеда мы видим, что уже в первый срок учета обработка семян регуляторами роста приводила к увеличению индекса листовой поверхности (ИЛП), что в дальнейшем только увеличивало разницу между опытными вариантами и контролем.

Неоднозначно воздействие разных регуляторов роста: максимальный эффект наблюдался при применении эпина экстра, а минимальный – крезацина (но тем не менее этот эффект был довольно существен – разница в ИЛП с контролем перед уборкой культуры достигала 0,59 при значении на контроле – 2,10).

По гибриду Кантербюри все регуляторы роста также стимулировали нарастание листовой поверхности, но здесь разница между опытными вариантами была более рельефной: максимальный эффект отмечен при применении агата-25К, альбита, циркона и перекиси водорода.

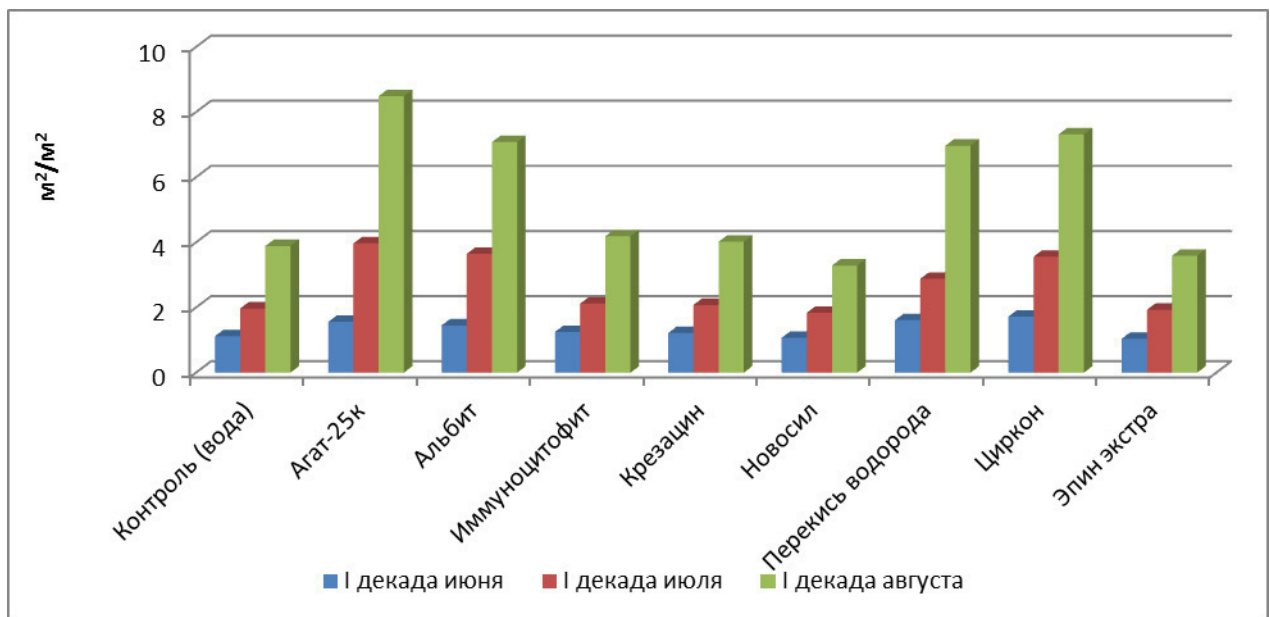


Рисунок 40 - Влияние на развитие листовой поверхности растений (m^2/m^2) обработки семян моркови гибрида Кантербюри регуляторами роста в 2004-2017 гг.

Другие регуляторы роста действовали существенно меньше, а эпин экстра даже обуславливал некоторое ингибирование роста листовой поверхности культуры.

Помимо учета площади листовой поверхности были проведены расчеты, которые позволяют оценить «производительные свойства» листьев культуры, приведенные в таблице 122.

Таблица 122 – Влияние на развитие и функционирование листового аппарата обработки семян моркови регуляторами роста в 2004-2017 гг.

Варианты опыта	ИЛП перед уборкой, м ² /м ²	ФСП, тыс.м ² сут./га	Продуктивность, г/м ² сут.			Хозяйственная продуктивность, т/тыс. м ²
			по ЧПФ	по площади листьев	по сухому веществу	
Сорт Рогнеда						
Контроль (вода)	2,10	1396,5	18,30	9,15	2,16	1,22
Агат-25К	2,86	1901,9	16,83	8,41	2,03	1,12
Альбит	2,90	1928,5	15,82	8,09	1,91	1,05
Иммуноцитифит	2,91	2048,2	16,93	8,96	2,01	1,19
Крезацин	2,69	1788,9	22,36	11,18	2,69	1,49
Новосил	3,08	1935,2	20,44	9,66	2,45	1,28
Перекись водорода	2,88	1915,2	18,80	9,40	2,22	1,25
Циркон	2,83	1882,0	18,88	9,56	2,14	1,27
Эпин экстра	3,74	2487,1	16,64	8,32	1,93	1,11
Гибрид Кантербюри						
Контроль (вода)	3,89	2586,9	10,01	5,00	0,93	0,67
Агат-25К	8,49	5645,9	11,47	5,74	0,99	0,76
Альбит	7,08	4708,2	9,84	4,92	0,73	0,65
Иммуноцитифит	4,19	2786,4	14,00	7,00	1,12	0,93
Крезацин	4,02	2673,3	11,72	5,86	0,94	0,78
Новосил	3,29	2187,9	16,20	8,10	1,14	1,08
Перекись водорода	6,97	4635,1	7,10	3,55	0,58	0,47
Циркон	7,32	4867,8	11,28	5,64	0,89	0,75
Эпин экстра	3,59	2387,4	23,46	11,73	1,71	1,56

Так, по сорту Рогнеда фотосинтетический потенциал посева (ФСП) растет в соответствии с ростом площади листовой поверхности, но чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) по многим опытным вариантам была ниже, чем в контрольном варианте (например, при применении агата-25К, альбита, иммуноцитифита и эпина экстра); по другим вариантам – этот показатель был выше, чем на контроле

(варианты с применением крезацина, новосила, перекиси водорода и циркона). Это подтверждается расчетами продуктивности на основе учета площади листьев и накопления сухого вещества в товарной продукции. Показатель хозяйственной продуктивности также продемонстрировал преимущество последних указанных вариантов опыта.

Итоговым показателем любого научного эксперимента является учет урожайности культуры, который показывает степень воздействия изучаемого фактора на биохимический комплекс растений и степень реализации этого воздействия в количественных характеристиках культуры. Результаты этого учета представлены в таблице 123.

Таблица 123 – Влияние на продуктивность обработки семян моркови различных сортов регуляторами роста (т/га) в 2004-2017 гг.

Регуляторы роста	Сорта и гибриды моркови					
	Рогне- да	Нант- ская 4	Кантербю- ри	Карле- на	Нарбон- нэ	Кана- да
Контроль (вода)	4,56/ 25,56*	7,50/ 37,50	9,11/ 25,89	6,00/ 35,44	9,11/ 35,57	4,67/ 29,83
Агат-25К	6,22/ 32,00	12,83/ 45,50	16,22/ 44,78	7,89/ 51,22	7,00/ 41,67	13,11/ 39,67
Альбит	6,33/ 30,50	10,83/ 39,00	9,77/ 46,33	11,22/ 45,22	7,33/ 37,00	8,89/ 44,44
Иммуноцито- фит	6,67/ 34,07	8,17/ 33,67	16,39/ 39,00	6,44/ 40,11	7,47/ 43,17	4,00/ 36,67
Крезацин	7,11/ 40,00	15,17/ 50,83	10,17/ 31,33	9,83/ 48,33	6,00/ 40,57	8,11/ 31,44
Новосил	8,00/ 39,56	14,33/ 35,83	9,89/ 35,44	4,67/ 35,67	9,44/ 42,11	12,00/ 33,22
Перекись водо- рода	6,56/ 36,00	12,50/ 48,00	8,11/ 32,89	5,73/ 37,78	8,33/ 47,33	8,33/ 41,89
Циркон	7,89/ 36,00	8,00/ 31,67	15,00/ 44,89	5,11/ 50,11	7,50/ 40,75	10,28/ 42,11
Эпин экстра	10,00/ 41,39	10,67/ 35,67	16,22/ 46,00	4,67/ 45,44	7,00/ 38,66	11,11/ 40,78
НСР ₀₅	/1,48	/3,18	/1,78	/1,35	/1,07	/1,16
*числитель – масса листьев, т/га; знаменатель – масса корнеплодов, т/га						

Таблица 124 – Влияние обработки семян моркови регуляторами роста на биохимический состав продукции в 2004-2017 гг.

Сорта и гибриды	Регуляторы роста растений								
	Контроль (вода)	Агат-25к	Альбит	Иммуноцитифит	Крезоцин	Новосил	Перекись водорода	Циркон	Эпин экстра
	Сухие вещества, %								
Рогнеда	11,8	12,1	12,1	11,9	12,1	12,0	11,8	11,4	11,6
Нантская 4	11,1	11,3	10,1	10,9	11,6	11,4	10,1	10,1	10,8
Кантербюри	7,93	8,65	7,45	8,02	8,02	7,05	8,23	7,92	7,31
Карлена	10,8	11,0	10,4	10,9	10,9	10,3	10,7	11,2	10,7
Нарбоннэ	9,22	8,95	9,04	9,48	8,79	9,27	7,61	9,53	8,88
Канада	13,0	13,0	12,6	12,8	13,2	13,1	13,3	12,9	12,5
	Сахара, %								
Рогнеда	5,94	5,95	5,02	5,55	5,43	6,03	5,09	5,43	5,45
Нантская 4	3,72	3,89	4,39	5,05	4,45	3,89	4,55	3,95	4,05
Кантербюри	3,95	4,05	3,72	3,72	3,95	5,05	3,89	4,45	4,55
Карлена	4,21	3,45	3,83	3,45	3,99	3,40	3,95	4,21	4,23
Нарбоннэ	6,28	5,54	6,05	5,50	6,28	6,32	6,39	5,94	4,53
Канада	3,81	4,39	3,72	4,00	4,39	5,50	3,89	4,05	5,05
	Витамин С, мг%								
Рогнеда	7,00	7,30	7,40	7,00	5,80	5,90	6,60	5,98	6,80
Нантская 4	6,10	4,86	5,96	5,48	6,46	5,68	5,48	6,90	6,10
Кантербюри	3,12	3,88	4,10	2,90	3,74	4,60	2,96	3,80	4,00
Карлена	6,10	7,08	7,10	6,60	6,00	5,82	7,08	5,08	7,40
Нарбоннэ	7,00	6,10	6,00	7,00	6,26	5,66	7,12	7,48	5,00
Канада	6,06	5,64	5,18	6,78	5,10	5,80	4,90	6,20	5,90
	Каротин, мг%								
Рогнеда	10,6	13,4	15,6	13,0	14,8	13,0	14,2	13,6	14,2
Нантская 4	15,0	14,8	16,4	16,0	13,6	15,4	14,0	15,2	14,0
Кантербюри	18,2	17,2	18,6	18,2	17,0	17,0	19,0	17,0	16,2
Карлена	13,0	12,6	12,0	13,0	11,8	13,6	15,0	12,0	13,0
Нарбоннэ	18,0	20,0	18,0	21,0	17,4	16,6	20,2	17,0	21,6
Канада	22,0	22,4	20,6	23,4	21,8	21,6	21,8	19,8	21,8
	Нитраты, мг/кг								
Рогнеда	40,5	60,5	60,2	60,1	50,0	45,5	45,5	50,1	50,1
Нантская 4	60,2	60,2	50,1	60,5	45,5	50,1	60,5	60,1	40,5
Кантербюри	50,0	60,1	50,1	60,5	40,5	60,2	40,5	50,1	50,1
Карлена	40,5	40,5	50,0	60,1	50,1	60,5	45,5	45,5	50,1
Нарбоннэ	50,0	60,2	45,5	60,5	40,5	50,1	60,1	50,1	45,5
Канада	60,5	50,0	50,1	40,5	45,5	50,1	60,2	40,5	60,5

Учет урожайности моркови разных сортов и гибридов при использовании фитогормонов показал, что воздействие последних при обработке ими семян способствует активизации всего биохимического комплекса растений и определяет повышение урожайности культуры.

Подобное отмечается по всем сортам в эксперименте, хотя воздействие фитогормонов было различным по результату. Так, по сорту Рогнеда максимальный эффект от воздействия был 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 – в вариантах с агатом-25К, альбитом, цирконом и эпином экстра; по гибриду Карлена – в вариантах с агатом-25К, альбитом, цирконом, крезацином и эпином экстра; по гибриду Нарбоннэ – в вариантах с иммуноцитифитом и перекисью водорода; по гибриду Канада – в вариантах с альбитом, перекисью водорода, цирконом и эпином экстра.

Помимо урожайности, важным показателем (тем более в случае с применением химических препаратов) является качество получаемой продукции. Учет этих показателей представлен в таблице 124.

Предпосевная обработка семян моркови обусловила разные результаты по продуктивности ценоза у различных сортов. Мы видим, что обработка семян регуляторами роста дает эффект, но различный как по разным препаратам, так и по сортам (Таблица 125).

Так, по сорту Рогнеда можно выделить такие фитогормоны, как эпин экстра, крезацин и новосил; у сорта Нантская 4 – агат-25К, крезацин и перекись водорода; у гибрида Кантербюри – эпин экстра, альбит, циркон и агат 25К; у гибрида Карлена – агат 25К, циркон, крезацин и альбит; у гибрида Нарбоннэ - новосил, агат 25К, иммуноцитифит, циркон и крезацин; у гибрида Канада – альбит, перекись водорода, циркон и эпин экстра.

Таблица 125 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность моркови (т/га)

Варианты опыта	Сорта и гибриды						X _i
	Рогнеда	Нантская 4	Кантер-бюри	Карлена	Нарбоннэ	Канада	
Контроль	25,9	37,5	25,9	35,4	35,6	29,8	31,7
Агат-25К	32,0	45,5	44,8	51,2	41,7	39,7	42,5
Альбит	30,5	39,0	46,3	45,2	37,0	44,1	40,3
Иммуноцитифит	34,1	33,7	39,0	40,1	43,2	36,7	37,8
Крезацин	40,0	50,8	31,3	48,3	40,6	31,4	40,4
Новосил	39,6	35,8	35,9	35,5	42,1	33,2	37,0
Перекись водорода	36,0	48,0	32,9	37,8	47,3	41,9	40,7
Циркон	36,0	31,7	44,9	50,1	40,8	42,1	40,9
Эпин экстра	41,4	35,7	46,0	45,4	38,7	40,8	41,3
X _k	35,1	39,7	38,6	43,2	40,8	37,7	39,2

Результаты дисперсионного анализа показывают существенные влияния как генотипов (сортов), регуляторов роста, так и взаимодействия изучаемых факторов. Расчеты существенных различий в двухфакторном опыте показали, что почти все регуляторы роста при их применении для обработки семян всех изучаемых сортов и гибридов моркови приводили к статистически доказанному повышению продуктивности (Таблица 126).

Таблица 126 – Результаты дисперсионного анализа

Параметры	SS	Df	MS	F
Фактор А (сорта)	347,83	5	626,1	1099,14
Фактор В (регуляторы)	517,83	8	388,37	681,8
Взаимодействие А и В	1108,56	40	831,42	1459,58
Случайные отклонения	61,52	108	0,57	
НСР ₀₅ (общее) = 1,24т/га				
НСР ₀₅ (по сортам) = 0,42 т/га				
НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,50 т/га				

Оценивая общую адаптивную способность разных сортов моркови (показатель 2), отмечаем максимальный эффект у гибрида Карлена, а минимальный – у сорта Рогнеда (Таблица 127).

Таблица 127 – Параметры адаптивной способности и стабильности агроценозов

Параметры	Сорта и гибриды					
	Рогнеда	Нант- ская 4	Кантер- бюри	Карле- на	Нар- боннэ	Канада
1. $u+v_i$	35,1	39,7	38,6	43,2	40,8	37,7
2. v_i	-4,1	0,5	-0,6	4,0	1,6	-1,5
3. $\sigma^2(G+E)_{gi}$	19,07	41,97	31,84	18,11	13,51	13,26
4. $\sigma^2(CAC)_i$	24,98	45,12	55,67	38,00	11,89	26,70
5. $\sigma(CAC)_i$	5,00	6,72	7,46	6,16	3,45	5,17
6. l_{gi}	0,76	0,93	0,57	0,48	1,14	0,50
7. S_{gi}	14,25%	16,93%	19,33%	14,26%	8,46%	13,71%
8. $i_i(K_{gi})$	2,39	4,32	5,33	3,64	1,14	2,56
9. $СЦГ_i$	17,85	16,52	12,86	21,95	28,90	19,86

Продуктивность (показатель 1) также была выше у гибрида Карлена, а минимальна – у сорта Рогнеда. Агроценоз гибрида Канада был менее стабилен (проявляется дестабилизирующий эффект) вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (показатель 3), а агроценоз сорта Нантская 4 был значительно более стабилен. Но в то же время относительная стабильность генотипа (показатель 7) была самой высокой у гибрида Кантербюри, а у гибрида Нарбоннэ – наименьшей. Коэффициент нелинейности показал, что отклики практически всех агроценозов моркови в опыте носят линейный характер (показатель 6).

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что самым высоким он был у гибрида Нарбоннэ, а наименьшим – у гибрида Кантербюри. То есть можно сказать, что наиболее отзывчивым к набору регуляторов роста, использовавшемуся в эксперименте, был агроценоз гибрида Нарбоннэ, несколько меньшим – агроценоз гибрида Кантербюри.

7.3.3 Динамика адаптивных свойств агроценозов пастернака

Семена пастернака относятся к труднопрорастающим, так как в их оболочках содержится большое количество эфирных масел, затрудняющих проникновение воды к зародышу [436]. К тому же размеры семян предполагают накопление сравнительно небольшого количества питательных веществ, что влечет за собой необходимость использования в процессе подготовки семян к посеву различных способов активизации процессов прорастания семян и первоначального роста растений [324].

Культура пастернака с точки зрения использования регуляторов роста растений для корректировки процессов формирования биомассы оказалась малоразработанной. Исследований в этой области по данной культуре очень мало.

В нашем регионе вопросами применения регуляторов роста для обработки семян пастернака не занимались – мы были первыми. Первые же результаты этих исследований показали, что регуляторы роста растений являются мощным фактором, позволяющим корректировать процессы формирования продуктивности пастернака [319, 320, 321, 322, 324, 328, 338].

Проведенные нами исследования по выявлению реакции на обработку семян пастернака различными регуляторами роста (в том числе с участием аспиранта М. А. Салимова) дали следующие результаты (приведены в таблице 128).

Обработка семян пастернака обуславливала увеличение индекса листовой поверхности при применении альбита (на 0,54 м²/м²), нарцисса (на 0,24 м²/м²), агата-25К и новосила (на 0,09 м²/м²). Что же касается фотосинтетического потенциала, то здесь динамика другая: максимум прибавки величины этого показателя отмечен при применении альбита и далее по уменьшению – при использовании нарцисса, агата-25К, новосила.

По остальным препаратам этот показатель был ниже, чем на контроле. Показатель чистой продуктивности фотосинтеза был выше контрольного варианта при применении перекиси водорода, циркона, крезацина. То же самое отмечалось и по показателю хозяйственной годности.

Таблица 128 – Влияние обработки семян пастернака (сорт Круглый) регуляторами роста на фотосинтетический аппарат в 2002-2017 гг.

Варианты опыта	ИЛП перед уборкой, м ² /м ²	ФСП, тыс.м ² ×сут./га	Продуктивность, г/м ² ×сут.			Хозяйственная продуктивность, т/тыс. м ²
			по ЧПФ	по площади листьев	по сухому веществу	
Контроль (вода)	1,71	1162,8	26,01	13,01	6,76	1,77
Агат-25К	1,80	1284,0	25,39	12,66	8,18	1,72
Альбит	2,25	1530,0	24,95	12,47	7,52	1,70
Завязь	1,62	1101,6	23,45	11,72	6,27	1,59
Крезацин	1,64	1115,2	30,64	15,32	9,36	2,08
Гумат 7+	1,75	1190,0	19,75	9,87	5,03	1,34
Нарцисс	2,04	1387,2	22,77	11,38	6,62	1,55
Новосил	1,80	1224,0	23,63	11,81	6,32	1,61
Перекись водорода	1,32	897,6	33,51	16,76	9,91	2,28
Циркон	1,41	958,8	32,33	16,17	9,61	2,20
Эпин экстра	1,64	1152,2	26,97	13,49	7,62	1,83

Применение регуляторов роста на пастернаке давало неодинаковые результаты. Так, достоверное превышение урожайности над контролем отмечено при использовании альбита, гумата 7+, нарцисса, перекиси водорода, циркона, эпина экстра. Соответственно этому повышался и урожай листьев на указанных вариантах (Таблица 129).

Следует отметить, что соотношение листья/корнеплоды было меньше, чем на контроле только при использовании эпина экстра, во всех остальных случаях этот показатель увеличивался по отношению к контролю. Это свидетельствует о том, что регуляторы роста воздействуют в целом на биохимический комплекс растения, что обуславливает усиление темпов синтеза органического вещества в целом без дифференциации по органам растения.

Таблица 129 – Влияние на продуктивность растений и биохимический состав корнеплодов обработки семян пастернака (с. Круглый) регуляторами роста в 2002-2017 гг.

Варианты опыта	Урожай корнеплодов, т/га	Урожай листьев, т/га	Соотношение листьев/корнеплоды	Биохимический состав корнеплодов			
				сухое вещество, %	сахара, %	вита-мин С, мг%	нитраты, мг/кг
Контроль (вода)	28,25	23,00	0,76	25,99	8,54	15,84	25,8
Агат-25К	31,00	27,08	0,87	32,28	10,37	17,16	28,2
Альбит	38,17	32,92	0,86	30,16	9,82	14,25	39,8
Завязь	23,50	22,25	0,95	25,48	8,57	15,06	28,2
Крезацин	25,83	24,00	0,93	28,34	9,01	16,04	26,7
Гумат 7+	34,17	26,50	0,78	30,55	9,83	17,94	35,5
Нарцисс	31,58	23,39	0,74	29,06	9,34	16,38	35,5
Новосил	28,92	22,75	0,79	26,75	8,62	15,30	28,2
Перекись водорода	32,48	26,42	0,88	29,57	9,62	16,62	28,2
Циркон	32,00	23,75	0,77	29,72	9,71	16,11	28,2
Эпин экстра	32,08	21,75	0,72	28,26	9,08	14,25	39,8
НСР ₀₅	3,32	3,7		3,24			

Что касается качественных показателей, то применение регуляторов роста обуславливало увеличение содержания сухого вещества, сахаров и витамина С по некоторым вариантам (агат-25К, гумат 7+, крезацин, нарцисс, перекись водорода, циркон), некоторое увеличение содержания нитратов (на 2,4-14,0 мг/кг, что является малосущественным, если учитывать ПДК).

7.4 Применение регуляторов роста на плодовых овощных культурах

7.4.1 Динамика адаптивных свойств агроценозов томата

Влияние различных регуляторов роста на томат изучалось многими исследователями. Было установлено положительное действие разных регуляторов роста на различные аспекты жизнедеятельности растений данной культуры [153, 263]. При использовании для обработки семян гетероауксина, тиамин и никоти-

новой кислоты заметно улучшалось качество продукции, повышалась устойчивость растений к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям внешней среды, ускорялось цветение и созревание [151, 396]. Гетероауксин усиливал поступление в растения томата фосфора и азота [144, 151, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448]. Положительный эффект отмечен при использовании хлорхолинхлорида на рассаде томата, что проявлялось в усилении устойчивости к неблагоприятным условиям внешней среды, ускорении приживаемости растений и созревания плодов, увеличении доли созревших плодов томата в урожае [151, 153]. В Молдавии и в Тамбовской области при применении гидрела на томате отмечалось увеличение доли созревших плодов в урожае и доли раннего урожая [142].

Результаты исследований по влиянию обработки семян различными регуляторами роста разных сортов томата в 2005-2018 гг. приведены в таблице 130.

Применение всех регуляторов роста для обработки семян способствовало достоверному увеличению урожайности томата по всем сортам. Разница проявляется только из-за генетических особенностей сортов [130, 131, 322, 323, 346, 353]. Так, по сорту Краса Воронежца максимальный эффект отмечался при применении агата-25К и крезацина; по сорту Кулон – крезацина и циркона; по сорту Лунный – альбита и циркона; по сорту Яхонт – агата-25К и эпина экстра. Хотя и все другие препараты в большинстве своем определяли достоверное повышение по сравнению с контролем урожайности томата.

Таблица 130 – Влияние на продуктивность томата обработки семян регуляторами роста в 2005-2018 гг., т/га

Варианты опыта	Сорта			
	Краса Воронежца	Кулон	Лунный	Яхонт
Контроль	18,0	19,0	25,6	22,4
Агат-25К	24,1	24,5	29,3	28,3
Альбит	24,3	23,2	30,3	25,5
Крезацин	24,9	25,3	-	24,2
Перекись водорода	18,9	21,5	28,6	27,6
Циркон	24,4	26,6	31,1	26,8
Эпин экстра	23,3	24,9	28,1	28,9
НСР ₀₅	0,99	1,01	1,39	1,63

Анализ результатов определения показателей качества плодов томата продемонстрировал, что обработка семян томата разных сортов регуляторами роста приводит к некоторому изменению этих показателей (Таблица 131).

Таблица 131 – Влияние обработки семян регуляторами роста на биохимический состав томата в 2005-2018 гг.

Варианты опыта	Биохимический состав				
	Сухое вещество, %	Сахара, %	Витамин с, мг%	Кислотность, %	Нитраты, мг/кг
Сорт Краса Воронежа					
Контроль	6,5	1,5	32,6	0,58	29,2
Агат-25К	6,4	2,3	32,3	0,49	32,2
Альбит	6,4	2,0	32,9	0,42	29,2
Крезацин	6,5	2,4	33,2	0,51	35,7
Перекись Н ₂	6,4	2,2	32,9	0,55	40,9
Циркон	6,6	3,2	33,8	0,66	42,0
Эпин экстра	6,7	3,4	37,0	0,71	40,5
Сорт Кулон					
Контроль	6,3	4,0	33,0	0,60	35,0
Агат-25К	6,5	4,3	35,6	0,57	40,9
Альбит	6,6	4,4	36,2	0,56	45,6
Крезацин	6,4	4,1	33,7	0,55	44,3
Перекись Н ₂	6,7	4,2	35,5	0,51	46,2
Циркон	6,8	4,5	37,1	0,53	43,8
Эпин экстра	6,8	4,5	37,4	0,54	45,2
Сорт Лунный					
Контроль	7,1	4,5	31,4	0,61	33,0
Агат-25К	7,3	4,8	36,4	0,63	39,9
Альбит	7,5	4,8	38,8	0,57	38,3
Крезацин	7,5	4,9	34,0	0,61	38,9
Перекись Н ₂	7,3	5,0	33,1	0,62	37,8
Циркон	7,5	4,9	33,2	0,59	43,9
Эпин экстра	7,6	5,1	32,6	0,63	41,3
Сорт Яхонт					
Контроль	7,2	5,0	33,8	0,70	32,8
Агат-25К	7,2	4,4	36,2	0,67	36,2
Альбит	8,0	4,8	35,3	0,58	35,3
Крезацин	7,2	4,6	37,9	0,64	37,9
Перекись Н ₂	7,3	4,3	36,1	0,59	36,1
Циркон	7,7	4,4	36,8	0,71	33,8
Эпин экстра	7,9	4,4	49,1	0,59	38,5

По сорту Краса Воронежца динамика сухого вещества не показала какой-либо закономерности, а содержание сахаров в плодах под действием регуляторов роста увеличивалось (на 0,5-0,9%), кислотность снижалась (за исключением варианта с использованием эпина экстра); содержание нитратов в плодах несколько повышалось, но это не вело к существенному ухудшению качества, так как это повышение выражалось в небольших цифрах (3,0-12,8 мг%).

По сорту Кулон картина сложилась несколько иная (хотя цифровые характеристики отличались незначительно): обработка регуляторами роста семян томата этого сорта обуславливала увеличение содержания сухого вещества (на 0,2-0,5%), сахаров (на 0,1-0,5%), витамина С (на 0,7-4,4 мг%), снижение кислотности плодов (на 0,03-0,09%).

По сорту Лунный обработка семян регуляторами роста дала сходные с сортом Кулон результаты по изменению качества плодов – также увеличивалось содержание сухого вещества, сахаров, витамина С, снижалась кислотность плодов и несколько увеличивалось накопление нитратов.

По сорту Яхонт после обработки семян регуляторами роста увеличилось содержание витамина С и сухого вещества, несколько снизилось содержание сахаров.

Предпосевная обработка семян томата обусловила разные результаты по продуктивности ценоза у различных сортов (Таблица 132). Мы видим, что обработка семян регуляторами роста дает эффект, но различный как по разным препаратам, так и по сортам. Так, по сорту Краса Воронежца можно выделить такие фитогормоны, как агат-25К, альбит, крезацин и циркон, а у сорта Яхонт – агат-25К, циркон и перекись водорода. У сорта Кулон максимальный эффект был получен от применения циркона, а близкие к этому результаты получены при использовании агата-25К, крезацина и эпина экстра. Сорт Лунный был наиболее отзывчив на применение циркона, альбита и агата-25К.

Таблица 132 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность томата, т/га (в среднем в 2005-2018 гг.)

Варианты опыта	Сорта				X _i
	Краса Воронежца	Кулон	Лунный	Яхонт	
Контроль	18,0	19,0	25,6	22,4	21,3
Агат-25К	24,1	24,5	29,3	28,3	26,6
Альбит	24,3	23,2	30,3	25,5	25,8
Крезацин	24,9	25,3	28,3	24,2	26,5
Перекись водорода	18,9	21,5	28,6	27,6	24,2
Циркон	24,4	26,6	31,1	26,8	27,2
Эпин экстра	23,3	24,9	28,1	28,9	26,3
X _k	22,6	23,6	29,2	26,2	25,4

Результаты дисперсионного анализа показывают существенные влияния как генотипов (сортов), регуляторов роста, так и взаимодействия изучаемых факторов. Расчеты существенных различий в двухфакторном опыте показали, что почти все регуляторы роста при их применении для обработки семян всех изучаемых сортов томата приводили к статистически доказанному повышению продуктивности (Таблица 133).

Таблица 133 – Результаты дисперсионного анализа

Параметры	SS	Df	MS	F
Фактор А (сортов)	187,3	3	437,0	642,25
Фактор В (регуляторы)	102,5	6	68,4	100,44
Взаимодействие А и В	45,2	18	30,1	44,28
Случайные отклонения	38,1	56	0,68	
НСР ₀₅ (общее) = 1,35 т/га НСР ₀₅ (по сортам) = 0,13 т/га НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,23 т/га				

Оценивая общую адаптивную способность разных сортов томата (показатель 2), отмечаем максимальный эффект у сорта Лунный, а минимальный – у сорта Краса Воронежца (Таблица 134).

Продуктивность (показатель 1) также была выше у сорта Лунный, а минимальна – у сорта Краса Воронежца. Агротенор сорта Краса Воронежца был нестабилен (проявляется дестабилизирующий эффект) вследствие небольшой вариации

взаимодействия генотипа и среды (показатель 3), а агроценоз сорта Яхонт был значительно более стабилен. Но в то же время относительная стабильность генотипа (показатель 7) была самой высокой у сорта Краса Воронежца, а у сорта Лунный – была наименьшей. Коэффициент нелинейности показал, что отклики всех агроценозов томата в опыте носят линейный характер (показатель 6).

Таблица 134 – Параметры адаптивной способности и стабильности агроценозов

Параметры	Сорта			
	Краса Воронежца	Кулон	Лунный	Яхонт
1. $u+v_i$	22,56	23,57	29,22	26,24
2. v_i	-2,84	-1,83	+3,82	+0,84
3. $\sigma^2(G+E)_{gi}$	1,36	3,32	8,20	20,47
4. $\sigma^2(CAC)_i$	48,76	39,90	25,48	32,74
5. $\sigma(CAC)_i$	6,98	6,32	5,05	5,72
6. l_{gi}	0,03	0,08	0,32	0,63
7. s_{gi}	30,94%	26,81%	17,28%	21,80%
8. $СЦГ_i$	8,11	10,49	18,77	14,40

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что самым высоким он был у сорта Лунный, а наименьшим – у сорта Краса Воронежца. То есть, можно сказать, что наиболее отзывчивым к набору регуляторов роста, использовавшемуся в эксперименте, был агроценоз сорта Лунный, несколько меньшим – агроценоз сорта Яхонт.

7.4.2 Динамика адаптивных свойств агроценозов гороха овощного

Нами в 2005-2015 гг. были проведены полевые эксперименты по изучению влияния обработки семян гороха овощного сортов селекции Воронежской овощной опытной станции регуляторами роста на продуктивность культуры [333].

Итоговые результаты по урожайности и качеству гороха овощного представлены в Таблицах 28-30 (соответственно сортам культуры).

Результаты по сорту Воронежский зеленый показывают, что применение фитогормонов обуславливает достоверную прибавку урожайности, причем максимальный эффект обнаружен на вариантах с применением циркона и альбита; несколько меньший эффект проявлялся при применении нарцисса и завязи. Использование эпина экстра и новосила обуславливало минимальный (в опыте) эффект, который тем не менее в числовом выражении характеризовал достоверную прибавку урожайности (Таблица 135).

Показатели качества продукции также зависели от вида регулятора роста, применяемого в опыте: содержание белка увеличивалось при применении новосила, эпина экстра, альбита и завязи; содержание же сахаров увеличивалось в вариантах с использованием новосила, нарцисса, эпина экстра, циркона, альбита и завязи; повышение содержания витамина С отмечалось на всех вариантах, кроме циркона; все регуляторы роста вызывали некоторое увеличение накопления нитратов в продукции.

Таблица 135 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность и биохимический состав гороха овощного, сорт Воронежский зеленый (2005-2009, 2011-2015 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Биохимический состав зерна			
		Содержание белка, %	Содержание сахаров, %	Витамин с, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль	4,2	27,0	5,20	59,3	30,2
Новосил	4,7	30,5	5,90	71,6	60,2
Нарцисс	4,9	24,5	6,00	63,7	40,7
Эпин экстра	4,8	28,0	5,80	59,3	57,5
Циркон	5,2	25,4	6,56	52,3	36,3
Альбит	5,1	28,9	6,18	62,8	39,8
Завязь	4,8	27,7	6,20	64,9	51,4
НСР ₀₅	0,25				

Анализ результатов эксперимента с сортом Хавский жемчуг показывает, что применение всех (кроме завязи) регуляторов роста способствовало получению достоверной прибавки урожайности гороха овощного (Таблица 136).

Таблица 136 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность и биохимический состав гороха овощного, сорт Хавский жемчуг (2005-2009, 2011-2015 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Биохимический состав зерна			
		Содержание белка, %	Содержание сахаров, %	Витамин с, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль	4,9	26,2	4,76	59,3	30,2
Новосил	5,2	26,5	6,60	64,7	48,5
Нарцисс	5,8	25,9	4,92	56,7	31,6
Эпин экстра	5,5	27,2	6,90	59,2	61,7
Циркон	5,5	25,0	4,10	57,6	28,1
Альбит	5,7	26,0	4,75	41,7	33,8
Завязь	4,5	27,5	6,50	64,9	58,8
НСР ₀₅	0,29				

Показатели качества в данном эксперименте варьировали больше, чем в предыдущем случае: содержание белка было выше только в вариантах с применением новосила, эпина экстра и завязи; увеличение содержания сахаров отмечено при использовании новосила, нарцисса, эпина экстра и завязи; повышение же содержания витамина С в продукции отмечалось в соответствии с динамикой содержания белка; количество нитратов в зерне гороха и по этому сорту также увеличивалось (правда, незначительно), кроме варианта с использованием циркона.

Результаты эксперимента с сортом Юрга представлены в таблице 137. Здесь мы видим те же закономерности, которые были отмечены и по другим сортам: достоверная прибавка урожайности получена по всем использованным регуляторам роста, причем максимальный эффект обусловило применение циркона и альбита.

Все препараты (за исключением нарцисса) способствовали увеличению содержания белка в зерне, увеличению содержания сахаров, витамина С. Примене-

ние трех препаратов приводило к снижению накопления нитратов в продукции (циркон, альбит, завязь).

Таблица 137 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность и биохимический состав гороха овощного, сорт Юрга (2005-2009, 2011-2015 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Биохимический состав зерна			
		содержание белка, %	содержание сахаров, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг
Контроль	4,6	25,2	4,70	59,3	42,6
Новосил	5,1	26,3	5,40	70,8	79,9
Нарцисс	5,1	24,0	4,58	57,6	56,2
Эпин экстра	5,1	26,7	5,11	62,8	64,5
Циркон	5,4	26,7	4,76	59,3	33,8
Альбит	5,4	27,6	5,25	60,7	37,5
Завязь	4,9	25,7	4,91	60,3	40,0
НСР ₀₅	0,25				

Предпосевная обработка семян овощного гороха обусловила разные результаты по продуктивности ценоза у различных сортов (Таблица 138).

Таблица 138 – Влияние обработки семян фитогормонами на продуктивность гороха (т/га)

Варианты опыта	Сорта			x _i
	Воронежский зеленый	Хавский жемчуг	Юрга	
Контроль	4,2	4,9	4,6	4,5
Новосил	4,7	5,2	5,1	5,0
Нарцисс	4,9	5,8	5,1	5,3
Эпин экстра	4,8	5,5	5,1	5,1
Циркон	5,2	5,5	5,4	5,4
Альбит	5,1	5,7	5,4	5,4
Завязь	4,8	4,5	4,9	4,8
x _k	4,8	5,3	5,1	5,1

Мы видим, что обработка семян регуляторами роста дает эффект, но различный как по разным препаратам, так и по сортам. Так, по сорту Воронежский зеленый можно выделить такие фитогормоны, как циркон и альбит; для сорта Хавский жемчуг – нарцисс, альбит, эпин экстра и циркон; у сорта Юрга – циркон

и альбит. Результаты дисперсионного анализа показывают существенные влияния прежде всего генотипов (сортов), а затем уже регуляторов роста и, в последнюю очередь, взаимодействия изучаемых факторов. Расчеты существенных различий в двухфакторном опыте показали, что почти все регуляторы роста при их применении для обработки семян всех изучаемых сортов гороха овощного приводили к статистически доказанному повышению продуктивности (Таблица 139).

Таблица 139 – Результаты дисперсионного анализа

Параметры	SS	Df	MS	F
Фактор А (сорта)	86,85	2	303,27	309,27
Фактор В (регуляторы)	180,08	6	91,61	91,61
Взаимодействие А и В	58,83	12	29,42	29,93
Случайные отклонения	41,28	42	0,98	
НСР ₀₅ (общее) = 0,16 т/га				
НСР ₀₅ (по сортам) = 0,06 т/га				
НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,09 т/га				

Оценивая общую адаптивную способность разных сортов гороха (показатель 2), отмечаем максимальный эффект у сорта Хавский жемчуг, а минимальный – у сорта Воронежский зеленый (Таблица 140).

Таблица 140 – Параметры адаптивной способности и стабильности агроценозов

Параметры	Сорта		
	Воронежский зеленый	Хавский жемчуг	Юрга
1. $u+v_i$	4,8	5,3	5,1
2. v_i	-2,6	2,4	0,2
3. $\sigma^2(G+E)_{gi}$	2,67	5,80	0,78
4. $\sigma^2(CAC)_i$	10,84	20,58	7,10
5. $\sigma(CAC)_i$	3,29	4,54	2,66
6. l_{gi}	0,25	0,28	0,11
7. s_{gi}	22,58%	38,83%	13,98%
8. $i_i(K_{gi})$	1,11	2,11	0,73
9. $СЦГ_i$	26,43	12,05	36,67

Продуктивность (показатель 1) также была выше у сорта Хавский жемчуг, а минимальной – у сорта Воронежский зеленый. Агроценоз сорта Юрга был наименее стабилен (проявляется дестабилизирующий эффект) вследствие небольшой

вариансы взаимодействия генотипа и среды (показатель 3), а агроценоз сорта Хавский жемчуг был значительно более стабилен. В то же время и относительная стабильность генотипа (показатель 7) была самой высокой у сорта Хавский жемчуг, а у сорта Юрга – была наименьшей. Коэффициент нелинейности показал, что отклики всех агроценозов гороха овощного в опыте носят сугубо линейный характер (показатель 6).

Расчеты же комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что самым высоким он был у сорта Юрга, а наименьшим – у сорта Хавский жемчуг. То есть можно сказать, что наиболее отзывчивым к набору регуляторов роста, использовавшемуся в эксперименте, был агроценоз сорта Юрга, несколько меньшим – агроценоз сорта Хавский жемчуг.

7.4.3 Динамика адаптивных свойств агроценозов фасоли овощной

В экспериментах с разными сортами фасоли овощной селекции той же опытной станции были получены следующие результаты.

По сорту Журавушка из всех регуляторов роста только завязь не привела к достоверному повышению урожайности культуры. Максимальный же эффект был получен при применении эпина экстра, циркона и новосила (+7,6-9,6 т/га) (Таблица 141).

Показатели качества по данному сорту изменялись в зависимости от применяемого препарата: содержание белка увеличивалось, кроме вариантов с использованием нарцисса и альбита; содержание сахаров росло на всех вариантах, так же как и содержание витамина С; использование альбита приводило к снижению накопления нитратов в зерне, а все остальные препараты вызывали некоторое увеличение этого показателя, но это не выходило за пределы ПДК.

Таблица 141 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность и биохимический состав фасоли овощной, сорт Журавушка (2005-2009, 2011-2015 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Биохимический состав зерна			
		Содержание белка, %	Содержание сахаров, %	Витамин с, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль	3,7	17,1	2,8	13,7	69,1
Новосил	4,6	17,7	4,2	15,4	70,3
Нарцисс	4,1	15,3	2,8	15,0	46,7
Эпин экстра	4,7	20,0	3,5	14,5	84,4
Циркон	4,5	18,6	3,4	16,2	83,3
Альбит	4,0	14,2	3,3	14,1	53,7
Завязь	3,9	17,5	4,1	15,2	71,8
НСР ₀₅	0,22				

Результаты по учету урожайности сорта Московская белая зеленостручная были аналогичны: все фитогормоны обуславливали достоверное повышение урожайности фасоли (Таблица 142).

Таблица 142 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность и биохимический состав фасоли овощной, сорт Московская белая зеленостручная (2005-2009, 2011-2015 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Биохимический состав зерна			
		Содержание белка, %	Содержание сахаров, %	Витамин с, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль	3,1	20,7	1,8	13,0	21,8
Новосил	4,1	21,7	3,0	17,1	24,7
Нарцисс	4,1	21,5	3,8	15,4	30,2
Эпин экстра	4,0	19,3	3,6	12,8	26,9
Циркон	4,1	19,6	2,4	12,7	34,6
Альбит	4,2	19,9	1,6	18,0	47,8
Завязь	3,6	22,0	3,2	17,4	22,9
НСР ₀₅	0,22				

Качество продукции в опыте также изменялось в зависимости от применяемого регулятора роста: увеличение содержания белка было отмечено при использовании новосила, нарцисса и завязи; содержание же сахаров было больше контроля, на всех вариантах, за исключением альбита, а содержание витамина С было больше на всех вариантах, кроме циркона и эпина экстра. По накоплению нитрат-

ов отмечена та же общая закономерность: с применением регуляторов роста этот показатель несколько увеличивается.

По сорту Снежная королева результаты учета урожайности были следующие: только применение завязи не привело к получению достоверной прибавки урожайности культуры, максимальную же прибавку обеспечило использование нарцисса, циркона и эпина экстра (Таблица 143).

Рассмотрение результатов учета качества продукции по данному сорту показывает некоторую консервативность этого генотипа. Так, содержание белка выросло только при применении нарцисса и циркона (на 0,4-1,1%), в остальных случаях наблюдалось снижение этого показателя. Содержание же сахаров в зерне было выше, чем на контроле на всех вариантах, кроме циркона; по витамину С это исключение исчезало, то есть все препараты обуславливали увеличение (в той или иной степени) содержания витамина С. Накопление нитратов в зерне фасоли данного сорта подтверждало отмеченную выше закономерность.

Таблица 143 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность и биохимический состав фасоли овощной, сорт Снежная королева (2005-2009, 2011-2015 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Биохимический состав зерна			
		Содержание белка, %	Содержание сахаров, %	Витамин с, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль	3,2	22,0	4,6	14,4	33,8
Новосил	3,8	17,2	5,9	15,1	35,1
Нарцисс	4,1	22,4	6,0	16,4	38,9
Эпин экстра	3,9	19,6	6,4	15,3	38,0
Циркон	4,0	23,1	4,3	17,5	44,2
Альбит	3,9	20,2	4,9	15,0	45,5
Завязь	3,4	21,2	6,1	17,3	33,2
НСР ₀₅	0,22				

Предпосевная обработка семян фасоли обусловила разные результаты по продуктивности ценоза у различных сортов (Таблица 144).

Таблица 144 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность овощной фасоли, т/га

Варианты опыта	Сорта			x_i
	Журавушка	Московская белая зеленостручная	Снежная королева	
Контроль	3,7	3,1	3,2	3,3
Новосил	4,6	4,1	3,8	4,2
Нарцисс	4,1	4,1	4,1	4,1
Эпин экстра	4,7	4,0	3,9	4,2
Циркон	4,5	4,1	4,0	4,2
Альбит	4,0	4,2	3,9	4,0
Завязь	3,9	3,6	3,4	3,6
x_k	4,2	3,9	3,8	4,0

Мы видим, что обработка семян регуляторами роста дает эффект, но различный как по разным препаратам, так и по сортам. Так, по сорту Журавушка можно выделить такие фитогормоны, как эпин экстра, новосил и циркон; по сорту Московская белая зеленостручная – альбит, нарцисс, циркон и новосил; по сорту Снежная королева – нарцисс и циркон.

Результаты дисперсионного анализа показывают существенные влияния генотипов (сортов) и регуляторов роста и значительно меньшее влияние взаимодействия изучаемых факторов (Таблица 145).

Расчеты существенных различий в двухфакторном опыте показали, что все регуляторы роста при их применении для обработки семян всех изучаемых сортов фасоли приводили к статистически доказанному повышению продуктивности.

Таблица 145 – Результаты дисперсионного анализа

Параметры	SS	Df	MS	F
Фактор А (сорта)	79,39	2	277,85	251,94
Фактор В (регуляторы)	217,36	6	108,68	98,54
Взаимодействие А и В	37,6	12	18,8	17,05
Случайные отклонения	46,32	42	1,1	
НСР ₀₅ (общее) = 1,68 т/га				
НСР ₀₅ (по сортам) = 0,64 т/га				
НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,98 т/га				

Оценивая общую адаптивную способность разных сортов фасоли овощной (показатель 2), отмечаем максимальный эффект у сорта Журавушка, а минимальный – у сорта Снежная королева (Таблица 146).

Продуктивность (показатель 1) также была выше у сорта Журавушка, а минимальна – у сорта Снежная королева. Агроценоз сорта Снежная королева был наименее стабилен (проявляется дестабилизирующий эффект) вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (показатель 3), а агроценоз сорта Журавушка был значительно более стабилен. Но в то же время относительная стабильность генотипа (показатель 7) была самой высокой у сорта Московская белая зеленостручная, а у сорта Снежная королева – была наименьшей.

Таблица 146 – Параметры адаптивной способности и стабильности агроценозов

Параметры	Сорта		
	Журавушка	Московская белая зеленостручная	Снежная королева
1. $u+v_i$	4,2	3,9	3,8
2. v_i	2,7	-0,6	-2,0
3. $\sigma^2(G+E)_{gi}$	4,03	1,96	0,98
4. $\sigma^2(CAC)_i$	13,39	21,58	11,68
5. $\sigma(CAC)_i$	3,66	4,65	3,42
6. l_{gi}	0,30	0,09	0,08
7. s_{gi}	31,73%	55,48%	31,15%
8. $i_i(K_{gi})$	1,33	2,15	1,16
9. $СЦГ_i$	25,19	11,49	22,71

Коэффициент нелинейности показал, что отклики агроценозов Журавушка и Снежная королева в опыте носят почти линейный характер (показатель 6), а у сорта Московская белая зеленостручная нарастает нелинейность в отклике на воздействие внешних факторов. Расчеты же комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали: во-первых, небольшие различия между сортами Журавушка и Снежная королева, а во-вторых, что наименьшим показателем характеризовался сорт Московская белая зеленостручная.

7.4.4 Динамика адаптивных свойств агроценозов бобов овощных

В 2005-2012 гг. нами были проведены опыты по изучению влияния обработки семян двух сортов бобов овощных различными регуляторами роста на их развитие и продуктивность [348].

На рисунке 41 и в приложении Ф приводятся некоторые результаты эксперимента с сортом Русские черные.

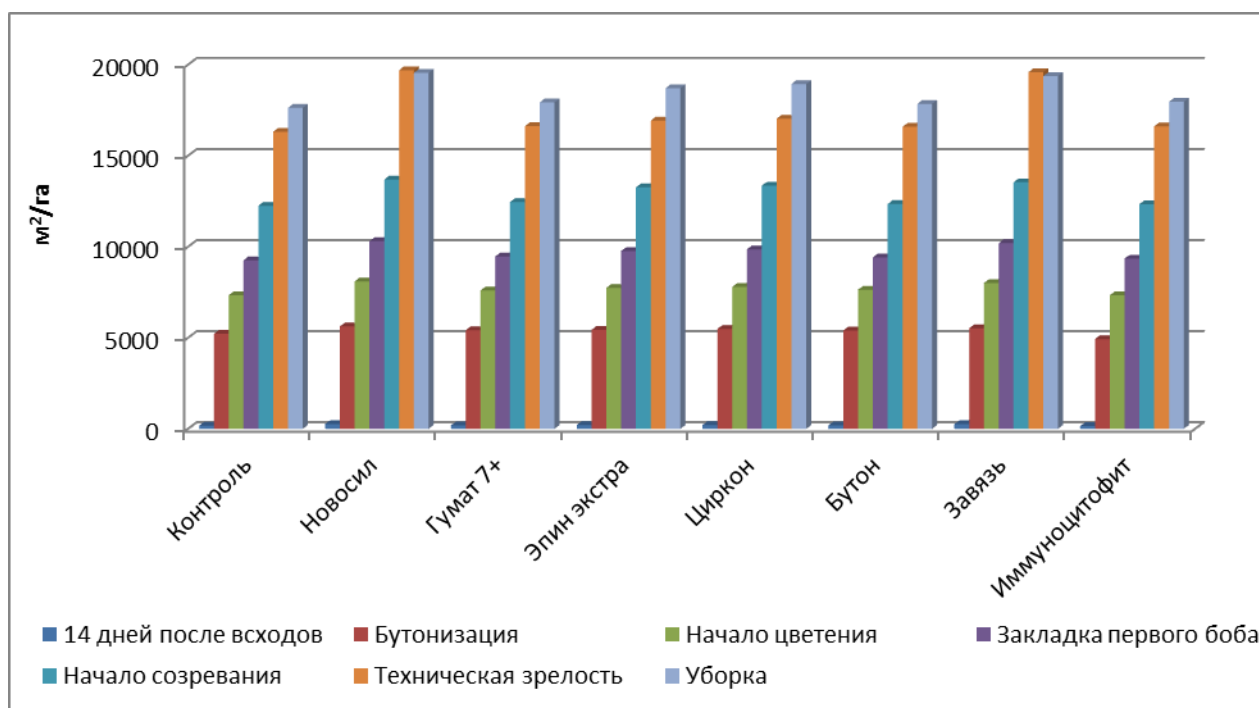


Рисунок 41 - Влияние на динамику листовой поверхности растений овощных бобов сорта Русские черные предпосевной обработки семян регуляторами роста (2005-2017 гг.)

Так, динамика нарастания площади листовой поверхности показывает, что обработка семян регуляторами роста стимулирует обменные процессы, что проявляется в формировании большей, чем на контроле, площади листьев (кроме варианта с использованием иммуноцитифита). В дальнейшем это преимущество опытных вариантов сохраняется и наращивается – максимальная разница в период уборки отмечена в вариантах с применением новосила и завязи. И даже по иммуноцитифиту уже в фазе закладки первого боба площадь листьев была больше,

чем на контроле. К уборке все варианты в опыте можно разделить на три группы по показателю разницы с контролем по площади листьев: максимальная разница отмечена у вариантов с применением новосила и завязи, средняя – с применением циркона и эпина экстра, минимальная – с применением гумата 7+, бутона и иммуноцитифита.

Если же сопоставлять данные по учету динамики площади листьев культуры с данными по учету урожайности, то картина выглядит несколько иначе. Так, вариант с применением завязи не привел к достоверному увеличению урожайности культуры, в то же время применение гумата 7+ обусловило максимальный эффект в опыте (прибавка 5,2 т/га), хотя по площади листьев этот вариант не показал большого преимущества. Несколько меньшую разницу с контролем показал вариант с применением циркона – здесь и площадь листьев также была больше. Это может говорить о сбалансированности процессов формирования органического вещества в целом и формирования товарной продукции на данном варианте. На других вариантах была получена достоверная прибавка урожайности культуры.

Некоторые результаты эксперимента с сортом Белорусские приведены на рисунке 42 и в приложении X. Те закономерности, которые были отмечены при рассмотрении результатов с сортом Русские черные, здесь сохранились.

Также уже с первого учета площади листьев бобов овощных выявляется преимущество опытных вариантов (кроме иммуноцитифита). И также это преимущество сохраняется вплоть до уборки, но разница в цифрах не столь большая, как в предыдущем опыте. Площадь листьев меняется и в варианте с иммуноцитифитом – к фазе закладки первого боба на этом варианте видно его преимущество по отношению к контролю. А если учитывать урожайность на этом варианте, то предыдущий вывод подтверждается полностью.

На этом сорте применение всех регуляторов роста обусловило получение достоверной прибавки урожайности, причем максимум получен в варианте с использованием циркона, вторая группа (по уровню прибавки урожайности) включает в себя варианты с применением гумата 7+, бутона и иммуноцитифита.

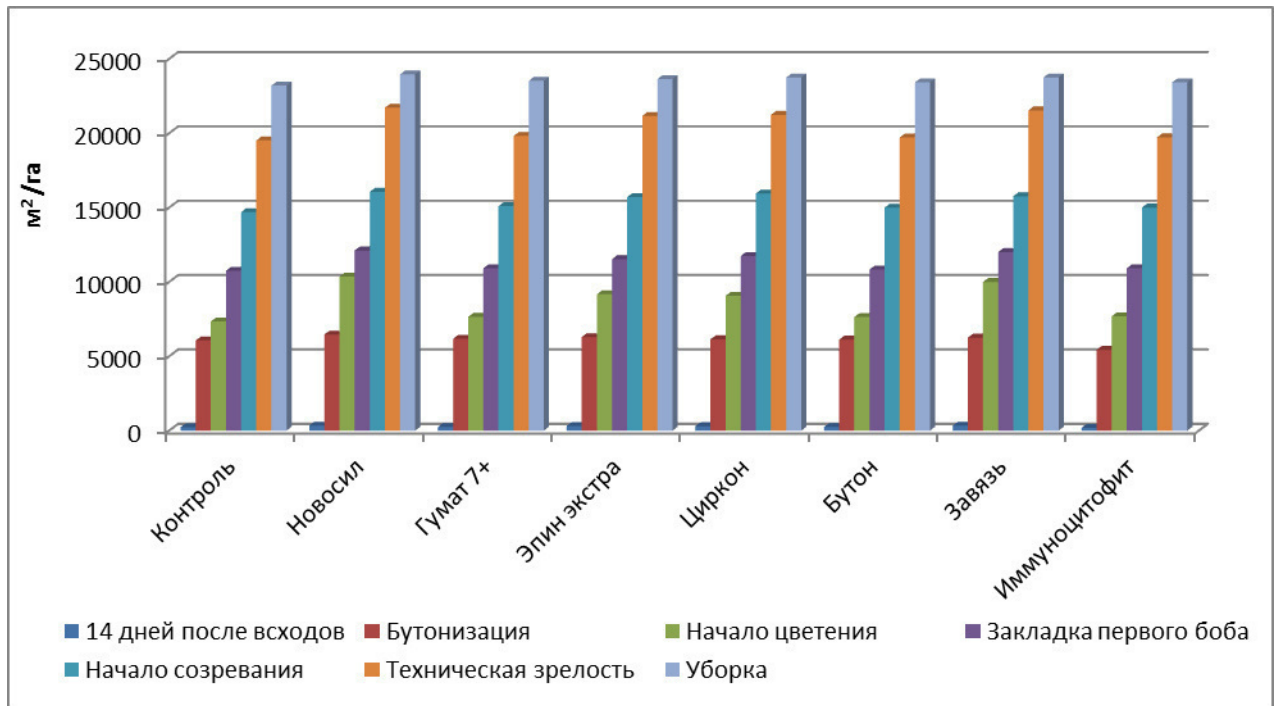


Рисунок 42 - Влияние на динамику листовой поверхности растений овощных бобов сорта Белорусские предпосевной обработки семян регуляторами роста (2005-2017 гг.)

Предпосевная обработка семян бобов обусловила разные результаты по продуктивности ценоза у различных сортов (Таблица 147).

Таблица 147 – Влияние на продуктивность бобов обработки семян фитогормонами, т/га

Варианты опыта	Сорта		x_i
	Русские черные	Белорусские	
Контроль	2,7	2,5	2,6
Новосил	2,9	2,6	2,8
Гумат 7+	3,3	2,9	3,1
Эпин экстра	2,9	2,6	2,8
Циркон	3,2	3,0	3,1
Бутон	3,1	2,9	3,0
Завязь	2,9	2,6	2,8
Иммуноцитифит	3,1	2,9	3,0
x_k	3,0	2,8	2,9

Мы видим, что обработка семян регуляторами роста дает эффект, но различный как по разным препаратам, так и по сортам. Так, по сорту Русские черные можно выделить такие фитогормоны, как гумат 7+, циркон, бутон и иммуноцитифит, а у сорта Белорусские – циркон, гумат 7+ бутон и иммуноцитифит.

Результаты дисперсионного анализа показывают существенное влияние как генотипов (сортов), так и регуляторов роста. Расчеты существенных различий в двухфакторном опыте показали, что все регуляторы роста при их применении для обработки семян всех изучаемых сортов бобов приводили к статистически доказанному повышению продуктивности (Таблица 148)..

Таблица 148 – Результаты дисперсионного анализа

Параметры	SS	Df	MS	F
Фактор А (сорта)	23,93	1	191,43	204,55
Фактор В (регуляторы)	48,25	7	13,79	14,73
Взаимодействие А и В	1,36	7	0,39	0,42
Случайные отклонения	29,95	32	0,94	
НСР ₀₅ (общее) = 1,58 т/га				
НСР ₀₅ (по сортам) = 0,56 т/га				
НСР ₀₅ (по регуляторам) = 1,12 т/га				

Оценивая общую адаптивную способность разных сортов овощных бобов (показатель 2), отмечаем больший эффект у сорта Русские черные, а минимальный – у сорта Белорусские (Таблица 149).

Таблица 149 – Параметры адаптивной способности и стабильности агроценозов

Параметры	Сорта	
	Русские черные	Белорусские
1. $u+v_i$	3,0	2,8
2. v_i	1,2	-1,3
3. $\sigma^2(G+E)_{gi}$	-0,04	-0,04
4. $\sigma^2(CAC)_i$	3,98	3,79
5. $\sigma(CAC)_i$	1,99	1,95
6. l_{gi}	-0,01	-0,01
7. s_{gi}	13,27%	13,78
8. $i_i(K_{gi})$	1,24	1,18
9. $СЦГ_i$	15,27	13,48

Продуктивность (показатель 1) также была выше у сорта Русские черные. Агроенозы обоих сортов были нестабильны (проявляется дестабилизирующий эффект) вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (показатель 3). Но в то же время относительная стабильность генотипа (показатель 7) была выше у сорта Белорусские по сравнению с сортом Русские черные. Коэффициент нелинейности показал, что отклики всех агроэнозов бобов в опыте носят линейный характер (показатель 6).

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что он был выше у сорта Русские черные по сравнению с сортом Белорусские. То есть можно сказать, что наиболее отзывчивым к набору регуляторов роста, использовавшемуся в эксперименте, был агроэноз сорта Русские черные, несколько меньшим – агроэноз сорта Белорусские.

7.5 Динамика адаптивных свойств агроэнозов зеленных культур

Расширение ассортимента овощных культур происходит по двум направлениям: во-первых, это увеличение видового состава овощей за счет, прежде всего, зеленных овощных культур, и, во-вторых, это расширение временного интервала выращивания за счет использования сооружений защищенного грунта (прежде всего пленочных сооружений). В последнее время расширяются посевы (в том числе и в защищенном грунте) таких культур, как горчица салатная (листовая), кориандр посевной, кресс-салат. Выращивание этих культур в пленочных теплицах требует определения некоторых параметров агротехники, особенно при использовании биологически активных веществ (БАВ) для подготовки семян [330].

Эксперименты проводились в 2006-2018 гг. в пленочной теплице ботанического сада ВГАУ и на полевом участке кафедры плодоводства и овощеводства ВГАУ согласно методике проведения экспериментов с овощными культурами [226].

Эксперименты проводили в пленочной теплице на делянках с междурядьями 6 и 24 см, результаты которых приведены в таблицах 150-157.

Таблица 150 – Продуктивность зеленных культур в пленочной теплице при применении регуляторов роста и междурядьях 6 см (кг/м²) (в среднем за 2006-2010 гг.)

Варианты опыта	Виды зеленных культур					
	Горчица салатная		Кориандр посевной			Кресс-салат
	Сорта					
	Прима	Волнушка	Шико	Бородинский	Янтарь	Ажур
Контроль	3,70	2,98	1,51	1,90	2,25	2,18
Агат-25К	4,51	3,57	2,09	2,82	2,53	3,11
Альбит	4,84	3,46	1,62	2,40	2,59	2,70
Циркон	4,35	3,45	1,71	2,93	2,49	2,76
Перекись водорода	4,36	3,44	1,59	2,15	2,62	2,33
Эпин экстра	4,69	4,17	1,76	2,05	2,45	3,32
НСР ₀₅	0,04	0,06	0,07	0,09	0,05	0,06

Таблица 151 – Продуктивность зеленных культур в пленочной теплице при применении регуляторов роста и междурядьях 24 см (кг/м²) (в среднем за 2006-2010 гг.)

Варианты опыта	Виды зеленных культур					
	Горчица салатная		Кориандр посевной			Кресс-салат
	Сорта					
	Прима	Волнушка	Шико	Бородинский	Янтарь	Ажур
Контроль	2,63	2,42	1,62	1,58	1,90	1,01
Агат-25К	3,73	2,66	1,66	2,04	2,10	1,62
Альбит	2,85	2,55	1,70	2,20	2,34	1,25
Циркон	3,08	2,44	1,82	2,06	2,40	1,38
Перекись водорода	3,29	2,85	1,88	2,00	3,00	1,18
Эпин экстра	3,39	2,75	1,90	2,04	2,16	1,33
НСР ₀₅	0,09	0,08	0,07	0,06	0,12	0,07

Целью проведения экспериментов было выявление видовой и сортовой реакции на обработку семян (в системе предпосевной подготовки фитогормонами), а также на изменение площади питания растений.

Прежде всего, обращает на себя внимание тот факт, что разные сорта отдельных видов растений имеют различную продуктивность. Так, у горчицы салатной более урожайным был сорт Прима, а у кориандра посевного – сорт Янтарь.

Помимо этого, обработка семян зеленных культур любым из изучаемых БАВ обеспечила достоверную прибавку урожая зеленой массы; разница была лишь в степени отклика того или иного сорта на подобное воздействие.

Например, сорт горчицы Прима был более чувствителен к обработке альбином и эпином экстра, а сорт Волнушка – только к эпину экстра; у кориандра для сорта Шико более эффективна была обработка семян агатом-25К, для сорта Бородинский – цирконом, а для сорта Янтарь – ни одно из применяемых БАВ не показало явного преимущества по глубине воздействия. На кресс-салате преимущество по отклику имели варианты с обработкой семян агатом-25К и эпином экстра.

Увеличение междурядий до 24 см сопровождалось некоторым снижением урожайности горчицы салатной, причем как по одному сорту, так и по другому. Но закономерности изменения продуктивности горчицы под действием разных БАВ, которые были выявлены ранее, сохранились и здесь. То есть все БАВ обусловили существенное увеличение продуктивности горчицы по сравнению с контролем. Что касается кориандра посевного, то здесь закономерность отклика на обработку семян БАВ в основном сохранилась, т.е. обработка изучаемыми БАВ семян культуры сопровождалась существенным повышением урожайности зеленой массы растений.

По кресс-салату отмечена та же закономерность, что и по горчице салатной, т.е. в данном случае прослеживается отрицательная зависимость урожайности культуры от ширины междурядий при выращивании в пленочной теплице: чем больше ширина междурядий, тем ниже продуктивность культуры.

В 2006-2018 гг. нами были проведены эксперименты в открытом грунте с целью выяснения реакции разных сортов различных зеленных культур на обра-

ботку семян регуляторами роста. Так, обработка семян кориандра дала следующие результаты, которые приведены в таблице 152.

Анализируя полученные данные, отмечаем, что все регуляторы роста на всех изучаемых сортах кориандра способствовали росту продуктивности растений, но сорта по-разному реагировали на разные регуляторы роста, что связано с химической природой последних.

Так, сорт Шико под влиянием циркона, перекиси водорода и агата-25К максимально повышал продуктивность; другие же препараты повышали продуктивность растений, но не столь существенно. Хотя следует отметить, что все препараты, использованные в опыте, обусловили доказанную разницу с контролем.

Таблица 152 – Влияние обработки семян кориандра регуляторами роста на продуктивность разных сортов (кг/м²) (в среднем за 2006-2018 гг.)

Варианты опыта	Сорта		
	Шико	Бородинский	Янтарь
Контроль (вода)	1,97	2,17	1,99
Альбит	2,14	2,77	2,33
Агат-25К	2,63	2,80	2,33
Циркон	2,86	2,28	2,02
Перекись водорода	2,79	2,43	2,08
Эпин экстра	2,47	2,62	2,45
НСР ₀₅	0,06	0,06	0,07

По сорту Бородинский выделились альбит, агат-25К и эпин экстра, которые существенно повышали продуктивность растений; другие препараты также увеличивали урожайность, но не столь существенно (хотя и они достоверно превышали контроль по данному показателю). По третьему сорту (Янтарь) препараты эпин экстра, альбит и агат-25К существенно повышали урожайность культуры, а препарат циркон по этому показателю не показал достоверной разницы.

Результаты эксперимента с горчицей салатной (2006-2018 гг.) по сорту Прима позволяют все варианты опыта сгруппировать в три группы (Таблица 153): максимальный эффект наблюдался при использовании циркона, меньший – при использовании перекиси водорода и эпина экстра и минимальный (но с достоверной разницей с контролем) – по препаратам альбит и агат-25К.

Таблица 153 – Влияние обработки семян горчицы салатной регуляторами роста на продуктивность разных сортов (кг/м²) (в среднем за 2006-2018 гг.)

Варианты опыта	Сорта	
	Прима	Волнушка
Контроль (вода)	1,90	1,58
Альбит	1,97	2,73
Агат-25К	2,06	2,88
Циркон	2,83	2,23
Перекись водорода	2,37	2,03
Эпин экстра	2,36	1,97
НСР ₀₅	0,06	0,41

По сорту Волнушка, наоборот, максимальный эффект наблюдался при использовании альбита и агата-25К, меньший – при использовании циркона, минимальный (но опять же при достоверном превышении контроля) – по препаратам перекись водорода и эпин экстра.

По двум другим культурам применение регуляторов роста для обработки семян также приводило к неодинаковым результатам в зависимости от генетических особенностей растений и особенностей их биохимического комплекса.

В то же время, как и по указанным культурам, реакция кресс-салата и змееголовника (2006-2014 гг.) на применение различных регуляторов роста была неодинаковой. Так, максимальный эффект у кресс-салата обусловило применение циркона, а у змееголовника – перекиси водорода. Следует отметить, что по кресс-салату отмечался меньший размах колебаний отклика культуры на использование различных регуляторов роста, чем по змееголовнику. Хотя и здесь все использованные регуляторы роста обусловили достоверное превышение в урожайности культур над контролем (Таблица 154).

В условиях открытого грунта максимальный эффект от обработки семян фитогормонами давало их применение 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 [340, 352, 353, 355, 357, 358, 359, 360, 369, 371, 373].

Таблица 154 – Влияние обработки семян кресс-салата и змееголовника молдавского регуляторами роста на продуктивность разных сортов (кг/м²) (в среднем за 2006-2014 гг.)

Варианты опыта	Сорта	
	Ажур (кресс-салат)	Архат (змееголовник молдавский)
Контроль (вода)	1,12	2,19
Альбит	1,29	2,69
Агат-25К	1,30	2,44
Циркон	1,40	2,51
Перекись водорода	1,34	2,84
Эпин экстра	1,26	2,27
НСР ₀₅	0,05	0,04

Предпосевная обработка семян горчицы определила разные результаты по продуктивности ценоза у различных сортов (Таблица 155).

Мы видим, что обработка семян регуляторами роста дает эффект, но различный как по разным препаратам, так и по сортам. Так, по сорту Прима можно выделить такие фитогормоны, как циркон, перекись водорода и эпин экстра, а у сорта Волнушка – альбит и агат 25К.

Таблица 155 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность горчицы, т/га

Варианты опыта	Сорта		x _i
	Прима	Волнушка	
Контроль	19,0	15,8	17,4
Агат-25К	19,7	27,3	23,5
Альбит	20,6	28,8	24,7
Циркон	28,3	22,3	25,3
Перекись водорода	23,7	20,3	22,0
Эпин экстра	23,6	19,7	21,7
x _k	22,5	22,4	22,4

Результаты дисперсионного анализа показывают существенные влияния как регуляторов роста, так и взаимодействия изучаемых факторов (Таблица 156).

Таблица 156 – Результаты дисперсионного анализа

Параметры	SS	Df	MS	F
Фактор А (сорта)	0,04	1	0,24	0,38
Фактор В (регуляторы)	81,26	5	32,5	50,79
Взаимодействие А и В	98,96	5	39,59	61,85
Случайные отклонения	15,36	24	0,64	
НСР ₀₅ (общее) = 0,86 т/га				
НСР ₀₅ (по сортам) = 0,22 т/га				
НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,42 т/га				

Расчеты существенных различий в двухфакторном опыте показали, что почти все регуляторы роста при их применении для обработки семян всех изучаемых сортов горчицы приводили к статистически доказанному повышению продуктивности.

Оценивая общую адаптивную способность разных сортов горчицы (показатель 2), отмечаем практическое отсутствие эффекта у сортов в опыте (Таблица 157).

Таблица 157 – Параметры адаптивной способности и стабильности агроценозов

Параметры	Сорта	
	Прима	Волнушка
1. $u+v_i$	22,5	22,4
2. v_i	0,1	0,0
3. $\sigma^2(G+E)_{gi}$	9,77	9,25
4. $\sigma^2(CAC)_i$	13,14	23,71
5. $\sigma(CAC)_i$	3,62	4,87
6. l_{gi}	0,74	0,39
7. s_{gi}	58,40%	105,85%
8. $i_i (K_{gi})$	1,66	3,00
9. $СЦГ_i$	14,48	7,94

Продуктивность (показатель 1) была практически одинакова по сортам в опыте. Агроценозы обоих сортов горчицы в опыте были сравнительно стабильны вследствие относительно высокой варiances взаимодействия генотипа и среды (показатель 3). Но в то же время относительная стабильность генотипа (показатель 7) была самой высокой у сорта Волнушка, а у сорта Прима – была суще-

ственно меньше. Коэффициент нелинейности показал, что отклики всех агроценозов горчицы в опыте носят линейный характер (показатель 6).

Расчеты же комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что самым высоким он был у сорта Прима, а наименьшим – у сорта Волнушка. То есть можно сказать, что наиболее отзывчивым к набору регуляторов роста, использовавшемуся в эксперименте, был агроценоз сорта Прима.

Предпосевная обработка семян кориандра обусловила разные результаты по продуктивности ценоза у различных сортов. Мы видим, что обработка семян регуляторами роста дает эффект, но различный как по разным препаратам, так и по сортам. Так, по сорту Шико можно выделить такие фитогормоны, как циркон, перекись водорода и агат 25К; для сорта Бородинский – агат-25К, эпин экстра и альбит; у сорта Янтарь – эпин экстра, альбит и агат 25К (Таблица 158).

Таблица 158 – Влияние обработки семян регуляторами роста на продуктивность кориандра, т/га

Варианты опыта	Сорта			x _i
	Шико	Бородинский	Янтарь	
Контроль (вода)	19,7	21,7	19,9	20,4
Альбит	21,4	27,7	23,3	24,1
Агат-25К	26,3	28,0	23,3	25,9
Циркон	28,6	22,8	20,2	23,9
Перекись водорода	27,9	24,3	20,8	24,3
Эпин экстра	24,7	26,2	24,5	25,1
x _k	24,8	25,1	22,0	24,0

Результаты дисперсионного анализа показывают существенные влияния прежде всего генотипов (сортов) и регуляторов роста, а также и взаимодействия изучаемых факторов. Расчеты существенных различий в двухфакторном опыте показали, что почти все регуляторы роста при их применении для обработки семян всех изучаемых сортов кориандра приводили к статистически доказанному повышению продуктивности (Таблица 159).

Таблица 159 – Результаты дисперсионного анализа

Параметры	SS	Df	MS	F
Фактор А (сорта)	34,98	2	104,94	119,1
Фактор В (регуляторы)	52,88	5	31,73	36,01
Взаимодействие А и В	63,58	10	38,15	43,29
Случайные отклонения	31,72	36	0,88	
НСР ₀₅ (общее) = 1,54 т/га				
НСР ₀₅ (по сортам) = 0,88 т/га				
НСР ₀₅ (по регуляторам) = 0,62 т/га				

Оценивая общую адаптивную способность разных сортов кориандра (показатель 2), отмечаем максимальный эффект у сорта Бородинский, а минимальный – у сорта Янтарь (Таблица 160).

Продуктивность (показатель 1) также была выше у сорта Бородинский, а минимальна – у сорта Янтарь. Агроценоз сорта Янтарь был наименее стабилен вследствие небольшой вариации взаимодействия генотипа и среды (показатель 3), а агроценоз сорта Шико был сравнительно более стабилен. В то же время относительная стабильность генотипа (показатель 7) была самой высокой у сорта Шико, а у сорта Янтарь – была наименьшей. Коэффициент нелинейности показал, что отклики всех агроценозов кориандра в опыте носят линейный характер (показатель 6).

Таблица 160 – Параметры адаптивной способности и стабильности агроценозов

Параметры	Сорта		
	Шико	Бородинский	Янтарь
1. $u+v_i$	24,8	25,1	22,0
2. v_i	0,8	1,1	-2,0
3. $\sigma^2(G+E)_{gi}$	7,67	3,31	2,07
4. $\sigma^2(CAC)_i$	12,54	6,53	4,18
5. $\sigma(CAC)_i$	3,54	2,56	2,04
6. l_{gi}	0,61	0,51	0,50
7. s_{gi}	50,56%	26,02%	19,00%
8. $i_i(K_{gi})$	4,18	2,18	1,39
9. $СЦГ_i$	5,11	14,85	15,44

Расчеты комплексного показателя, учитывающего общую адаптивную способность и стабильность генотипа, показали, что самым высоким он был у сорта Янтарь, а наименьшим – у сорта Шико. То есть можно сказать, что наиболее отзывчивым к набору регуляторов роста, использовавшемуся в эксперименте, был агроценоз сорта Янтарь, а наименьшим в опыте – агроценоз сорта Шико.

8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ОПТИМИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

Экономическую эффективность выращивания овощных культур в условиях открытого грунта или эффективность применения различных приемов их выращивания характеризуют: производство валовой продукции в натуральном и стоимостном выражении на 1 га земельной площади, себестоимость 1 т овощей, производительность труда как объем произведенной продукции в расчете на отработанный чел.-день, чел.-час или среднегодового работника, трудоемкость как обратный показатель производительности труда, общий размер прибыли, размер прибыли на единицу земельной площади, уровень рентабельности применения приема или технологии.

Эффективность производства овощной продукции в значительной степени зависит от естественных, технологических и организационно-экономических факторов производства.

Высокая урожайность является решающим условием повышения эффективности выращивания овощных культур. На урожайность овощных культур наряду с плодородием почвы, количеством осадков и тепла, культурой земледелия и другими факторами определенное влияние оказывает уровень концентрации и специализации производства.

Непременным условием эффективного производства овощной продукции, роста урожайности и увеличения производства овощей является постоянная забота о повышении культуры земледелия.

Расчет экономической эффективности производился на основе составления технологических карт выращивания овощных культур по современным технологиям возделывания. Для оценки экономического эффекта тех или иных приемов оптимизации функционирования агроценозов с овощными культурами были взяты два варианта: контрольный и лучший из опытных.

Оценка коллекции сортов томата производилась на основе разделения сортов по степени скороспелости; так, в первой группе сортов при сравнении с контролем (с. Свитанок) лучший сорт Перемога 165 показал не только увеличение урожайности, но и увеличение чистого дохода с 1 га и рентабельности производства данной продукции (Таблица 161).

Таблица 161 – Экономическая эффективность производства сортов томата из первой группы по скороспелости (среднее за 1984-1986 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Перемога 165	Свитанок (контроль)
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	38,80	29,30
Валовый сбор, т	388,0	293,0
Стоимость валовой продукции, руб.	1164000	879000
Материально-денежные затраты, руб.	630443	558196
Затраты труда, чел.-час.	3039,7	2342,1
Стоимость продукции с 1 га, руб.	116400	87900
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	63044,3	55819,6
Себестоимость 1 т., руб.	3318,1	1905,1
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	304,0	234,2
Затраты труда на 1 т, чел.-час.	7,8	8,0
Чистый доход с 1 га, руб.	53355,7	32080,4
Уровень рентабельности, %	84,6	57,5

Оценивая сорта томата из второй группы, мы сделали вывод о том, что лучшим здесь был контрольный сорт (с. Волгоградский скороспелый 323), который показал более высокие результаты как по урожайности (хотя разница была только 1,4 т/га), так и по экономическим показателям (чистый доход и рентабельность) (Таблица 162).

Таблица 162 – Экономическая эффективность производства сортов томата из второй группы по скороспелости (среднее за 1984-1986 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Волгоградский скороспелый 323 (контроль)	Гибрид 364
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	36,10	34,70
Валовый сбор, т	361,0	347,0
Стоимость валовой продукции, руб.	1083000	1041000
Материально-денежные затраты, руб.	609109	600865
Затраты труда, чел.-час.	2838,5	2744,6
Стоимость продукции с 1 га, руб.	108300	104100
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	60910,9	60086,5
Себестоимость 1 т., руб.	3205,84	1731,60
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	283,85	274,47
Затраты труда на 1 т, чел.-час.	7,86	7,91
Чистый доход с 1 га, руб.	47389,1	44013,5
Уровень рентабельности, %	77,80	73,25

Таблица 163 – Экономическая эффективность производства сортов томата из третьей группы по скороспелости (среднее за 1984-1986 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Адреула	Волгоградский 5/95 (контроль)
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	27,7	35,4
Валовый сбор, т	277,0	354,0
Стоимость валовой продукции, руб.	831000,0	1062000,0
Материально-денежные затраты, руб.	542735,7	606395,9
Затраты труда, чел.-час.	2212,4	2796,9
Стоимость продукции с 1 га, руб.	83100	106200
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	54273,6	60639,6
Себестоимость 1 т., руб.	2856,5	1713,0
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	221,2	279,7
Затраты труда на 1 т, чел.-час.	8,0	7,9
Чистый доход с 1 га, руб.	28826,4	45560,4
Уровень рентабельности, %	53,1	75,1

Сорта томата, вошедшие в третью группу сортов, также не показали превышение контрольного сорта (с. Волгоградский 5/95) по тем показателям, которые вошли в оценочный комплекс. Лучшим был сорт Адреула, у которого разница с контролем по урожайности была -7,7 т/га. Соответственно, экономические показатели также лучше были у контрольного сорта: и по величине чистого дохода, и по уровню рентабельности (Таблица 163).

Применение гидрела в качестве стимулятора созревания давало эффект на сортах томата разного срока созревания. Так, на скороспелом сорте (с. Волгоградский скороспелый 323) лучшим вариантом было применение гидрела в дозе 1,0 кг д.в./га. Экономические показатели при этом также улучшались: отмечался рост чистого дохода и рентабельности производства плодов томата (Таблица 164).

Таблица 164 – Экономическая эффективность производства томата сорта Волгоградский скороспелый 323 при применении гидрела в фазе 10-15% зрелых плодов (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Гидрел (1,0 кг/га)
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	25,1	30,4
Валовый сбор, т	251,0	304,0
Стоимость валовой продукции, руб.	753000,0	912000,0
Материально-денежные затраты, руб.	522191,7	566888,1
Затраты труда, чел.-час.	2018,6	2424,2
Стоимость продукции с 1 га, руб.	75300	91200
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	52219,2	56688,8
Себестоимость 1 т., руб.	2748,4	1864,8
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	201,9	242,4
Затраты труда на 1 т, чел.-час.	8,04	7,97
Чистый доход с 1 га, руб.	23080,8	34511,2
Уровень рентабельности, %	44,2	60,9

На среднеспелом сорте (с. Драгоценность 341) применение гидрела в дозе 1,6 кг д.в./га давало максимальный эффект и с точки зрения повышения урожайности, и с точки зрения экономических показателей. Так, на этом сорте использование данного стимулятора созревания приводило не только к повышению урожайности товарной продукции, но и к увеличению чистого дохода и рентабельности производства томата (Таблица 165).

Таблица 165 – Экономическая эффективность производства томата сорта Драгоценность 341 при применении гидрела в фазе 10-15% зрелых плодов (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Гидрел (1,6 кг/га)
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	34,10	41,80
Валовый сбор, т	341,0	418,0
Стоимость валовой продукции, руб.	1023000,0	1254000,0
Материально-денежные затраты, руб.	593305,8	656966,0
Затраты труда, чел.-час.	2689,4	3273,8
Стоимость продукции с 1 га, руб.	102300	125400
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	59330,6	65696,6
Себестоимость 1 т., руб.	3122,7	1571,7
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	268,9	327,4
Затраты труда на 1 т, чел.-час.	7,9	7,8
Чистый доход с 1 га, руб.	42969,4	59703,4
Уровень рентабельности, %	72,4	90,9

Применение гидрела на среднепозднем сорте томата (с. Волгоградский 5/95) в дозе 1,3 кг д.в./га обуславливало не только повышение товарной продуктивности данного сорта (Таблица 166), но и улучшение экономических показателей – растет величина чистого дохода и уровень рентабельности производства плодов томата.

Использование азотобактерина на скороспелом сорте томата (с. Волгоградский скороспелый 323) обуславливало повышение продуктивности томата, что

при незначительном увеличении материально-денежных затрат приводило к увеличению чистого дохода с 1 га и росту рентабельности производства томата (Таблица 167).

Таблица 166 – Экономическая эффективность производства томата сорта Волгоградский 5/95 при применении гидрела в фазе 10-15% зрелых плодов (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Гидрел (1,3 кг/га)
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	32,6	40,7
Валовый сбор, т	326,0	407,0
Стоимость валовой продукции, руб.	978000,0	1221000,0
Материально-денежные затраты, руб.	581453,4	648274,3
Затраты труда, чел.-час.	2577,6	3191,9
Стоимость продукции с 1 га, руб.	97800	122100
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	58145,3	64827,4
Себестоимость 1 т., руб.	3060,3	1592,8
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	257,8	319,2
Затраты труда на 1 т, чел.-час.	7,9	7,8
Чистый доход с 1 га, руб.	39654,7	57272,6
Уровень рентабельности, %	68,2	88,4

Применение сидерата на этом же сорте обуславливало повышение продуктивности томата (Таблица 168), что также при некотором повышении суммы материально-денежных затрат приводило к улучшению экономических показателей выращивания продукции данной культуры. Использование этого приема обуславливало увеличение суммы чистого дохода с 1 га и увеличение рентабельности производства продукции томата.

Таблица 167 – Экономическая эффективность производства томата сорта Волгоградский скороспелый 323 при применении азотобактерина (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Азотобактерин (одна обработка)
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	30,6	35,2
Валовый сбор, т	306,0	352,0
Стоимость валовой продукции, руб.	918000,0	1056000,0
Материально-денежные затраты, руб.	565650,3	604404,4
Затраты труда, чел.-час.	2428,6	2781,9
Урожайность, т/га	30,6	35,2
Стоимость продукции с 1 га, руб.	91800	105600
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	56565,0	60440,4
Себестоимость 1 т., руб.	2977,1	1717,1
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	242,9	278,2
Затраты труда на 1 т, чел.-час.	7,9	7,9
Чистый доход с 1 га, руб.	35235,0	45160,0
Уровень рентабельности, %	62,3	74,7

Таблица 168 – Экономическая эффективность производства томата сорта Волгоградский скороспелый 323 при применении сидерата (среднее за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Сидерат
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	30,6	34,7
Валовый сбор, т	306,0	347,0
Стоимость валовой продукции, руб.	918000,0	1041000,0
Материально-денежные затраты, руб.	565650,3	600864,9
Затраты труда, чел.-час.	2428,6	2744,7
Урожайность, т/га	30,6	34,7
Стоимость продукции с 1 га, руб.	91800	104100
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	56565,0	60086,5
Себестоимость 1 т., руб.	2977,1	1731,6
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	242,9	274,5
Чистый доход с 1 га, руб.	35235,0	44013,5
Уровень рентабельности, %	62,3	73,3

Применение сидерата на культуре огурца также приводило к росту продуктивности культуры. Правда, уровень урожайности огурца указанного сорта невысок, что связано с эфитотиями переноспороза. Тем не менее даже в этом случае производство огурцов рентабельно, а в случае применения сидерата уровень рентабельности увеличивается (Таблица 169).

Таблица 169 – Экономическая эффективность производства огурцов сорта Надежный при применении сидерата (среднее за 1994-1998, 2005-2007 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Сидерат
Площадь, га	10	10
Урожайность, т/га	15,5	17,9
Валовый сбор, т	155	179
Стоимость валовой продукции, руб.	697500	805500
Материально-денежные затраты, руб.	680930,3	718665,6
Затраты труда, чел.-час	931,9	986,7
Стоимость 1 т продукции, руб.	45000,0	35000,0
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	68093,0	71866,6
себестоимость 1 т продукции, руб.	43931,0	40149,0
Затраты труда на 1 т, чел.-час	6,0	5,5
Чистый доход с 1 га, руб.	16569,7	86834,4
Уровень рентабельности, %	2,4	12,1

Использование азотобактерина на капусте белокочанной обуславливало больший эффект, чем на других культурах. Это вполне объяснимо, так как в этом случае в качестве продуктивного органа используется кочан – вегетативное образование, а азотобактерин при этом дает больший эффект. В соответствии с ростом урожайности увеличиваются и экономические показатели производства продукции данной культуры: увеличился чистый доход с 1 га и уровень рентабельности производства капусты (Таблица 170).

Таблица 170 – Экономическая эффективность производства капусты белокочанной сорта Харьковская зимняя при применении азотобактерина (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Азотобактерин (одна обработка)
Площадь насаждений, га	10	10
Урожайность, т/га	40,9	50,1
Валовый сбор, т	409	501
Стоимость валовой продукции, руб.	1431500	1753500
Материально-денежные затраты, руб.	1155922	1244301
Затраты труда, чел.-час.	1592,9	1747,5
Стоимость продукции с 1 га, руб.	143150	175350
Материально денежные затраты на 1 га, руб.	115592,2	124430,1
Себестоимость 1 ц., руб.	2826,2	2483,6
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	159,3	174,8
Затраты труда на 1 ц, чел.-час.	3,9	3,5
Чистый доход с 1га, руб.	27557,8	50919,9
Уровень рентабельности, %	23,8	40,9

Использование же сидерата на указанном сорте капусты белокочанной также давало больший эффект по сравнению с другими культурами по той же причине, что и в предыдущем случае. Так как при этом сидерат выступает в качестве в большей мере как азотное удобрение (после разложения заделанной в почву органической массы сидеральной культуры). В данном случае отмечен рост чистого дохода с 1 га и уровня рентабельности производства капусты белокочанной в опытном варианте (Таблица 171).

Применение регуляторов роста для обработки семян капусты белокочанной (с. Горлица) давало положительный эффект в повышении урожайности культуры. Лучшим вариантом в этом случае был вариант с применением циркона. И хотя при этом происходит увеличение материально-денежных затрат на производство продукции, тем не менее одновременно увеличивались экономические показате-

ли: растет чистый доход с 1 га и уровень рентабельности производства капусты (Таблица 172).

Таблица 171 – Экономическая эффективность производства капусты белокачанной сорта Харьковская зимняя при применении сидерата (среднее за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Сидерат
Площадь насаждений, га	10	10
Урожайность, т/га	40,90	48,40
Валовый сбор, т	409	484
Стоимость валовой продукции, руб.	1431500	1694000
Материально-денежные затраты, руб.	1155921,7	1242654,0
Затраты труда, чел.-час.	1592,9	1718,9
Стоимость продукции с 1 га, руб.	143150	169400
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	115592,2	124265,4
Себестоимость 1 ц., руб.	2826,2	2567,5
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	159,3	171,9
Затраты труда на 1 ц, чел.-час.	3,9	3,6
Чистый доход с 1 га, руб.	27557,8	45134,6
Уровень рентабельности, %	23,8	36,3

Таблица 172 – Экономическая эффективность производства белокачанной капусты сорта Горлица при предпосевной обработке регуляторами роста (2005-2017 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Циркон
Площадь насаждений, га	10	10
Урожайность, т/га	50,8	59,0
Валовый сбор, т	508	590
Стоимость валовой продукции, руб.	1778000	2065000
Материально-денежные затраты, руб.	1167611,8	1254792,6
Затраты труда, чел.-час.	1759,3	1897,1
Стоимость продукции с 1 га, руб.	177800	206500
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	116761,2	125479,3
Себестоимость 1 ц., руб.	2298,5	2126,8
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	175,9	189,7
Затраты труда на 1 ц, чел.-час.	3,5	3,2
Чистый доход с 1 га, руб.	61038,8	81020,7
Уровень рентабельности, %	52,3	64,6

Результаты эксперимента с другим сортом капусты белокочанной показали аналогичные результаты. Применение циркона для обработки семян капусты сорта Касатка обуславливало повышение продуктивности. При этом улучшались экономические показатели производства данной продукции: увеличивался чистый доход с 1 га и уровень рентабельности производства данной продукции (Таблица 173).

Таблица 173 – Экономическая эффективность производства белокочанной капусты сорта Касатка при предпосевной обработке регуляторами роста (2005-2017 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Циркон
Площадь насаждений, га	10	10
Урожайность, т/га	44,4	54,0
Валовый сбор, т	444	540
Стоимость валовой продукции, руб.	1554000	1890000
Материально-денежные затраты, руб.	1160054,6	1248888,5
Затраты труда, чел.-час.	1651,7	1813,1
Стоимость продукции с 1 га, руб.	155400	189000
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	116005,5	124888,9
Себестоимость 1 ц., руб.	2612,7	2312,8
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	165,2	181,3
Затраты труда на 1 ц, чел.-час.	3,7	3,4
Чистый доход с 1 га, руб.	39394,5	64111,2
Уровень рентабельности, %	34,0	51,3

Экономическая эффективность применения регуляторов роста на моркови (с. Рогнеда) увеличивалась. В качестве примера был взят регулятор роста – эпин экстра. В результате расчетов выявлено, что при использовании регуляторов роста для предпосевной обработки семян растет не только урожайность культуры, но увеличивается чистый доход с единицы площади и уровень рентабельности при одновременном снижении себестоимости продукции (Таблица 174).

Таблица 174 – Экономическая эффективность производства моркови сорта Рогнеда при предпосевной обработке регуляторами роста (2004-2017 гг.)

Показатели	Варианты опыта	
	Контроль	Эпин экстра
Площадь насаждений, 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, чел.-час	3165,5	3185,1
Затраты труда на 1 т, чел.-час	12,4	7,7
Себестоимость 1 т моркови, руб.	10638,1	6638,9
Стоимость продукции, руб.	3067200	4966800
Чистый доход с 1 га, руб.	621972,8	2495705,7
Уровень рентабельности, %	25,4	101,0

Подобные расчеты, проведенные на другом сорте моркови (с. Нантская 4), показали сходные результаты. В качестве примера в расчетах был взят такой же регулятор роста – эпин экстра. Его действие было наиболее эффективным и на этом сорте моркови. Здесь также отмечалось увеличение чистого дохода с единицы площади и уровня рентабельности при одновременном снижении себестоимости продукции (Таблица 175).

Таблица 175 – Экономическая эффективность производства моркови сорта Нантская 4 при предпосевной обработке регуляторами роста (2004-2017 гг.)

Показатели	Варианты опыта	
	Контроль	Эпин экстра
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	37,50	50,83
валовый сбор т/га	375,00	508,3
Материально-денежные затраты, руб.	2465410,46	2487069,17
Затраты труда, чел.-час	3181,19	3197,53
Затраты труда на 1 т, чел.-час	8,48	6,29
Себестоимость 1 т моркови, руб.	7310,76	5440,92
Стоимость продукции, руб.	4500000	6099600
Чистый доход с 1 га, руб.	2034589,54	3612530,83
Уровень рентабельности, %	82,53	145,25

На столовой свекле для расчета экономической эффективности был взят регулятор роста – циркон как наиболее эффективный препарат из тех, которые применялись в опыте. По результатам следует отметить, что применение регуляторов роста для обработки семян столовой свеклы приводит к росту уровня рентабельности и чистого дохода при снижении себестоимости (Таблица 176).

Таблица 176 – Экономическая эффективность производства столовой свеклы сорта Хавская при предпосевной обработке регуляторами роста (2004-2017 гг.)

Показатели	Варианты опыта	
	Контроль	Циркон
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	33,4	39,3
Валовый сбор т/га	334,0	393,0
Стоимость продукции, руб.	2006400	2359800
Материально-денежные затраты, руб.	1105335,1	1250839,8
Себестоимость 1 т, руб.	3309,4	3182,8
Затраты труда, чел.-час	217,1	184,7
Затраты труда на 1 т, чел.-час	6,5	4,7
Чистый доход, руб.	901064,9	1108960,2
Уровень рентабельности, %	81,5	88,7

Расчет экономической эффективности применения регуляторов роста для обработки семян томата (с. Кулон) показал, что при этом улучшаются экономические показатели: в связи с ростом урожайности увеличивается чистый доход и уровень рентабельности. При этом снижается себестоимость продукции, что немаловажно (Таблица 177).

Применение регуляторов роста на другом сорте томата (с. Лунный) при расчете экономической эффективности также показало улучшение экономических показателей возделывания данной культуры. В качестве лучшего препарата был взят циркон. Расчеты показали, что при обработке семян этого сорта регуляторами роста увеличивается не только урожайность, но и растет уровень рентабельности и чистый доход при снижении себестоимости продукции (Таблица 178).

Таблица 177 – Экономическая эффективность производства томата сорта Кулон при предпосевной обработке регуляторами роста (2005-2018 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Циркон
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	19,0	26,6
Валовый сбор, т	190,0	266,0
Стоимость валовой продукции, руб.	665000,0	931000,0
Материально-денежные затраты, руб.	482887,1	545450,6
Затраты труда, чел.-час.	1602,8	2180,2
Стоимость продукции с 1 га, руб.	66500	93100
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	48288,7	54545,1
Себестоимость 1 т., руб.	2541,5	2050,6
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	160,3	218,0
Затраты труда на 1 т, чел.-час.	8,4	8,2
Чистый доход с 1 га, руб.	18211,3	38554,9
Уровень рентабельности, %	37,7	70,7

Таблица 178 – Экономическая эффективность производства томата сорта Лунный при предпосевной обработке регуляторами роста (2005-2018 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Циркон
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	25,6	31,1
Валовый сбор, т	256,0	311,0
Стоимость валовой продукции, руб.	760000,0	933000,0
Материально-денежные затраты, руб.	535037,5	581007,6
Затраты труда, чел.-час.	2094,7	2515,7
Стоимость продукции с 1 га, руб.	76000	93300
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	53503,8	58100,8
Себестоимость 1 т., руб.	2816,0	1868,2
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	209,5	251,6
Затраты труда на 1 т, чел.-час.	11,0	8,1
Чистый доход с 1 га, руб.	22496,3	35199,2
Уровень рентабельности, %	42,1	60,6

Применение регуляторов роста еще на одном сорте томата (с. Яхонт) также показало увеличение экономической эффективности (Таблица 179).

Таблица 179 – Экономическая эффективность производства томата сорта Яхонт при предпосевной обработке регуляторами роста (2005-2018 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Эпин экстра
Урожайность, т/га	22,4	28,9
Валовый сбор, т	224,0	289,0
Стоимость валовой продукции, руб.	896000,0	1156000,0
Материально-денежные затраты, руб.	509752,4	563624,2
Затраты труда, чел.-час.	1856,2	2351,7
Стоимость продукции с 1 га, руб.	89600	115600
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	50975,2	56362,4
Себестоимость 1 т., руб.	2682,9	1950,3
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	185,6	235,2
Затраты труда на 1 т, чел.-час.	8,3	8,1
Чистый доход с 1га, руб.	38624,8	59237,6
Уровень рентабельности, %	75,8	105,1

Так, использование эпина экстра (лучшего регулятора роста для данного сорта томата) вело к росту продуктивности растений и к улучшению экономических показателей возделывания культуры: росла не только рентабельность производства, но и чистый доход. При этом снижалась себестоимость продукции, что также немаловажно.

Использование регуляторов роста для обработки семян овощного гороха (с. Воронежский зеленый) показало сравнительно высокую эффективность применения данного приема. В качестве тест-препарата (лучшего среди применяемых) был взят циркон. Расчеты показали, что при применении регуляторов роста для обработки семян увеличивается чистый доход и уровень рентабельности при одновременном снижении себестоимости продукции (Таблица 180).

Предпосевная обработка регуляторами роста семян другого сорта овощного гороха (с. Хавский жемчуг) также обуславливало улучшение экономических пока-

зателей выращивания данной культуры при подобном изменении агротехники (Таблица 181).

Таблица 180 – Экономическая эффективность производства гороха овощного сорта Воронежский зеленый при предпосевной обработке регуляторами роста (2005-2009, 2011-2015 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Циркон
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	41,6	56,9
Валовый сбор т/га	416,0	569,0
Стоимость продукции, руб.	2246400	2802600
Материально-денежные затраты, руб.	1222784,9	1273263,9
Себестоимость 1 т, руб.	2939,4	2453,3
Затраты труда на 1 га, чел.-час	517,1	620,4
Затраты труда на 1 т, чел.-час	1,2	1,2
Чистый доход с 1 га, руб.	1023615,1	1529336,1
Уровень рентабельности, %	83,7	120,1

Таблица 181 – Экономическая эффективность производства гороха овощного сорта Хавский жемчуг при предпосевной обработке регуляторами роста (2005-2009, 2011-2015 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Альбит
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	48,7	56,9
Валовый сбор т/га	487,0	569,0
Стоимость продукции, руб.	2629800	3072600
Материально-денежные затраты, руб.	1253786,8	1295096,2
Себестоимость 1 т, руб.	2574,5	2276,1
Затраты труда на 1 га, чел.-час	588,3	670,6
Затраты труда на 1 т, чел.-час	1,2	1,2
Чистый доход на 1 га, руб.	1376013,2	1777503,8
Уровень рентабельности, %	109,8	137,3

В качестве тест-препарата был взят лучший для этого сорта регулятор роста – альбит. При этом отмечено увеличение чистого дохода и уровня рентабельности при одновременном снижении себестоимости продукции.

Использование регуляторов роста для предпосевной обработки семян овощного гороха сорта Юрга обуславливало примерно такие же улучшения экономических показателей, которые отмечались в эксперименте с предыдущим сортом овощного гороха (Таблица 182).

Таблица 182 – Экономическая эффективность производства гороха овощного сорта Юрга при предпосевной обработке регуляторами роста (2005-2009, 2011-2015 гг.)

Параметры	Варианты опыта	
	Контроль	Циркон
Площадь насаждений, га	10,0	10,0
Урожайность, т/га	45,7	53,8
Валовый сбор т/га	457,0	538,0
Стоимость продукции, руб.	2467800	2905200
Материально-денежные затраты, руб.	1240687,4	1281560,2
Себестоимость 1 т, руб.	2714,9	2382,1
Затраты труда на 1 га, чел.-час	558,2	639,5
Затраты труда на 1 т, чел.-час	1,2	1,2
Чистый доход на 1 га, руб.	1227112,6	1623639,9
Уровень рентабельности, %	98,9	126,7

Здесь лучшим препаратом был циркон. В результате расчетов экономической эффективности отмечалось увеличение чистого дохода и уровня рентабельности, а также снижение себестоимости продукции культуры.

Таким образом, расчеты экономической эффективности различных приемов возделывания овощных культур подтверждают тот факт, что с ростом урожайности культуры улучшаются экономические показатели её возделывания. Это наиболее рельефно просматривается при использовании таких энергетически и экономически малозатратных приемов, как применение регуляторов роста для предпосевной обработки семян.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана технология конвейерного поступления продукции томата с применением стимулятора созревания – гидрела (этефона) с проведением одноразовой 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 одноразовой 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 змееголовника (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 Воронежа); 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 рассады 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, 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 Воронежя); 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, регулирующими рост и развитие растений;

3) действие современных регуляторов роста растений, имеющих сродство 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросов, Н.С. Анализ видовой структуры трофического уровня одноклеточных / Н.С. Абросов, Б.Г. Ковров. – Новосибирск: Наука, 1977.- 187 с.
2. Агаев, Б.А. Агроэкологические факторы накопления нитратов растениями / Б.А. Агаев // Агрехимия. - 1989. - №8. - С. 124-237.
3. Агеев, М.Г. Жизненная стратегия основных сеgetальных растений / М.Г. Агаев // Актуальные проблемы современной биологии. Тез.докл. - Ленинград, 1990. - С. 12-14.
4. Агроклиматические ресурсы Воронежской области.- Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. - 108с.
5. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – Ленинград: Наука, 1980. – 287с.
6. Алексеева, К.Л. Оберегъ - эффективный регулятор роста столовой свеклы / К.Л. Алексеева, Н.И. Берназ, Ю.С. Дунаева // Картофель и овощи.–2009.- № 10.-С. 14-15.
7. Алексеева, К.Л. Эффективность совместного применения регуляторов роста "Оберегъ" и "Завязь" на капусте белокочанной / К.Л. Алексеева, Н.И. Берназ, О.А. Разин // Овощи России. – 2015. - № 2. - С. 94-96.
8. Алексеева, К.Л. Овощеводство России в условиях глобального потепления климата / К.Л. Алексеева, В.А. Борисов // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2018. - № 3. - С. 5-9.
9. Алексеева, К.Л. Регулятор роста растений в защите огурца от пероноспороза [Использование циркона в качестве индуктора болезнеустойчивости] / К.Л. Алексеева, С.Н. Деревщюков, Н.Н. Малеванная // Главный агроном. – 2006. - № 7. - С. 45-46.
10. Алексеева К.Л. Биорегуляторы в технологиях выращивания и защиты овощных культур [Опыты с цирконом в баковых смесях с пестицидами] / К.Л.

Алексеева // Овощеводство. Т. 15. Минск: Институт овощеводства НАН Беларуси, 2008. - С. 96-102.

11. Алиев, С.А. Азотфиксация и физиологическая активность органического вещества почвы / С.А. Алиев. - Новосибирск: Наука, 1988. – 145 с.

12. Алимов, А.Ф. Разнообразие, сложность, стабильность, выносливость экологических систем / А.Ф. Алимов // Журнал общей биологии. – 1994. – Т. 55. – № 3. – С. 265-302.

13. Ананьева, Л.М. Сравнительная характеристика энергетического баланса основных геосистем Центральной лесостепи в связи с их структурой и функционированием. /Л.М. Ананьева, Н.Н. Самарина // Биогеофизические и математические методы исследований геосистем. - Москва, 1978. - С. 91-191.

14. Андриющенко, В.К. Нитраты в овощах и пути их снижения / В.К. Андриющенко. – Кишинев: Штиинца, 1983.- 53 с.

15. Анишко, М.Ю. Повышение дружности созревания плодов томата / М.Ю. Анишко // Вестник Курской госсельхозакадемии. – Курск. – 2019. – № 3. - С. 48-52.

16. Арифова, З.И. Влияние микробиологических препаратов на морфоструктуру, урожайность и качество ягод малины / З.И. Арифова // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – № 1(17). – С. 6-12.

17. Аутко, А. А. Обоснование и разработка технологий производства рассады овощных культур: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.06 / А.А. Аутко. – Санкт-Петербург, 1993.- 35 с.

18. Бабак, Н.А. Влияние различных солей на *Azotobacter Chroococcum* и *Azotobacter Galophilum* / Н.А. Бабак // Микробиология. – 1966. - №1. – С.162-167.

19. Багров, Р.А. Предпосевная обработка семян капусты /Р.А. Багров // Картофель и овощи. – 2006. - № 8. - С. 21.

20. Байдулова, Э.В. Этрел влияет на рост и развитие кабачка и тыквы / Э.В. Байдулова, Н.А. Пискунова, Е.Н. Яковлева // Картофель и овощи. – 2008. – №3. – С. 33.

21. Баранов, Н.И. Влияние ретардантов и ростовых веществ на урожай и

качество томатов / Н.И. Баранов, С.Я. Ледовский, Г.П. Ледовская Г.П. // Регуляторы роста и развития растений. – Москва, 1982. – С. 327.

22. Барчукова, А.Я. Эффективность применения препарата Мелафен на овощных культурах [Исследования по применению препарата на редисе, столовой свекле и картофеле] / А.Я. Барчукова, Я.К. Тосунов, С.Г. Фаттахов // Перспективы использования новых форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т агрохимии им. Д. Н. Прянишникова. – Москва, 2010. – С. 15-19.

23. Басов, В.Г. Биологическая продуктивность и круговорот элементов питания биогеоценозов на песках степной зоны / В.Г. Басов // Экология. – 1986. - № 5. – С. 3-9.

24. Басов, В.Г. Первичная продуктивность биогеоценозов степного ландшафта / В.Г. Басов // Экология. – 1989. - №4. - С. 12-20.

25. Батыгин, М. Ф. Биологические основы предпосевной обработки семян и зоны ее эффективности / М.Ф. Батыгин // Сельскохозяйственная биология. – 1956. – Т.15. - №4. - С. 504-509.

26. Бегдарян, Н.П. О перспективах применения гибберелловой кислоты в практике овощеводства / Н.П. Бегдарян, А.В. Аветисян // Регуляторы роста и развития растений. – 1982. - С. 228-229.

27. Бей-Биенко, Г.Я. Состав и динамика биоценозов неосвоенных и вновь осваиваемых земель / Г.Я. Бей-Биенко. - Л., 1936. - С.75-76.

28. Бей-Биенко, Г.Я. О районировании сельскохозяйственных культур по комплексам вредителей (на примере биоценоза пшеничного поля) / Г.Я. Бей-Биенко // Записки ЛСХИ. – 1939. – Т.3. - С. 123-134.

29. Бей-Биенко, Г.Я. К теории формирования агробиоценозов: некоторые закономерности изменения фауны насекомых и других беспозвоночных при освоении целинных земель / Г.Я. Бей-Биенко // 3-е совещ. ВЭО: Тез. докл. – 1951. – Т.1. - С. 76-79.

30. Бей-Биенко, Г.Я. К истории энтомологии и энтомологических исследований в Ленинградском сельскохозяйственном институте / Г.Я. Бей-Биенко //

Записки ЛСХИ. - 1960. – Т.80. - С. 5-20.

31. Бей-Биенко, Г.Я. Общая энтомология / Г.Я. Бей-Биенко. - М.: Высшая школа, 1966. - 496 с.

32. Бей-Биенко Г.Я. Общая энтомология / Г.Я. Бей-Биенко. - М.: Высшая школа, 1980. - 416 с.

33. Беклемишев, К.В. Регуляция на биоценотическом уровне организации жизни / К.В. Беклемишев // Бюлл. МОИП, отд. биол.. – 1969. – Т.74, №3. - С. 144-157.

34. Берестецкий, О.А. Микробиологическая активность почвы при внесении азотобактерина / О.А. Берестецкий // Микология и фитопатология.- 1986.- Т.10, вып. 5.- С. 386-392.

35. Бешанов, А.В. Методика по рациональному планированию многофакторного полевого опыта / А.В. Бешанов, И.И. Адигезалов. – Ленинград: ВАСХНИЛ-ВИЗР, 1974. – 47 с.

36. Блауберг, И.В. Становление и сущность системного подхода / И.В. Блауберг, Б.Г. Юдин. – Москва, 1973. – 270 с.

37. Блинов М.В. Качество корнеплодов моркови при применении препарата Мивал-Агро / М.В. Блинов, А.Б. Малхасян // Современ. аграр. экономика: проблемы и перспективы в условиях развития цифровых технологий. - Чебоксары, 2019. - С. 295-298.

38. Богдан, Г.П. Природа защитной реакции растений / Г.П. Богдан. – Киев: Наукова думка, 1981. – 208с.

39. Бондаренко А.Н. Влияние подкормок ростостимулирующими препаратами и минеральным удобрением на продуктивность столовой свеклы в условиях орошения / А.Н. Бондаренко, О.В. Костыренко, А.П. Солодовников // Аграрный научный журнал. – 2020. – №3. – С. 4-10.

40. Бондаренко, Н.Ф. Математическое моделирование как метод познания и средство управления / Н.Ф. Бондаренко // Моделирование продуктивности агроэкосистем. – Ленинград, 1982. – С.8-11.

41. Бондаренко, Н.И. Влияние регуляторов роста на посевные качества

семян белокочанной капусты / Н. И. Бондаренко // Резервы повышения урожайности овощных культур: сб. науч. тр. ЛСХИ. - Ленинград, 1989. - С. 29-32.

42. Бондаренко, Н.И. Влияние регуляторов роста на качество рассады и урожайность белокочанной капусты / Н.И. Бондаренко // Резервы повышения урожайности овощных культур: сб. науч. тр. ЛСХИ. - Ленинград, 1990. - С. 11-16.

43. Борисов, В.А. Влияние минерального питания и стимуляторов роста на биохимические показатели корнеплодов свеклы / В.А. Борисов, Д.Ю. Котляров, Г.В. Никольская // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству / Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. - Москва, 2006; Т. 2; Технология и земледелие. - С. 131-137.

44. Борисов, В.А. БАВ положительно влияет на продуктивность капусты / В.А. Борисов, Ф.А. Гусаков // Картофель и овощи. – 2005. – № 7. – С. 13-14.

45. Борисов, В.А. БАВ положительно влияет на продуктивность капусты / В.А. Борисов, Ф.А. Гусаков // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2006. – № 7. - С. 6-9.

46. Борисов, В.А. Влияние минерального питания и стимуляторов роста на ферментативную активность углеводных гидролаз и биохимические показатели корнеплодов свёклы [Опыты на столовой свекле] / В.А. Борисов, Д.Ю. Котляров, Г.В. Никольская // Роль физиолого-биохимических исследований в селекции овощных культур / Всерос. науч.- исслед. ин-т селекции и семеноводства овощных культур. - Москва, 2007. - С. 58-69.

47. Борисов В.А. Продуктивность и лежкость гибридов лука, выращенных в однолетней культуре / В.А. Борисов, А.Р. Бебрис, С.А. Масловский // Доклады ТСХА. – 2019. – Вып. 291. – Ч. 1. - С. 468-471.

48. Борисов В.А. Качество и лежкость овощей / В.А. Борисов, С.С. Литвинов, А.В. Романова. – Москва: ВНИИО, 2003. - 625 с.

49. Борисов В.А. Система удобрения овощных культур [монография] / Борисов В.А. – Москва: ФГБНУ "Росинформагротех", 2016. - 389 с.

50. Борисов В.А. Удобрения и регуляторы роста на брокколи / В.А. Борисов, И.А. Лысенко // Картофель и овощи. – 2014. - № 10. – С. 15-16.

51. Борисов В.А. Удобрения и регуляторы роста на цветной капусте / В.А. Борисов, И.А. Лысенко // Картофель и овощи. – 2015. – № 3. - С. 20-21.
52. Борисов В.А. Урожайность и качество моркови при комплексном использовании удобрений биокомпоста и стимуляторов роста / В.А. Борисов В.А., И.Ю. Васючков, О.Н. Успенская О.Н. // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. – Москва, 2017. – Вып. 25. - С. 157-162.
53. Борисов В.А. Перспективы развития органического овощеводства в Российской Федерации / В.А. Борисов, О.А. Разин, И.Ю. Васючков // Аграрная Россия. – 2018. - № 9. - С. 30-34.
54. Босак В.Н. Продуктивность фасоли овощной в зависимости от применения регуляторов роста и удобрений / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко // Экол. состояние природ. среды и науч.-практ. аспекты современ. агротехнологий / Рязан. гос. агротехнол. ун-т им. П. А. Костычева. - Рязань, 2018. - Ч. 1. - С. 31-33.
55. Будаи, С.И. Формирование товарного урожая моркови с участием регуляторов роста и его потери при хранении [Белоруссия] / С.И. Будаи // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы / Гродн. гос. аграр. ун-т. Гродно, 2006. - Т. 1. - Сельскохозяйственные науки (агрономия). - С. 336-340.
56. Будыкина, Н. П. Способ повышения продуктивности и питательной ценности томатов / Н.П. Будыкина, С.Н. Дроздов, Р.И. Волкова // Регуляторы роста и развития растений. - Москва, 1982. - С. 231-232.
57. Будыкина, Н.П. Влияние циркона на рост, развитие, адаптивность и урожайность цветной капусты / Н.П. Будыкина, С.Н. Дроздов, Н.Н. Малеванная, Н.И. Хилков // Нетрадиционные и редкие растения, природные соединения и перспективы их использования / Всерос. науч.-исслед. ин-т семеноводства и селекции овощных культур РАСХН. - Белгород, 200. - Т. 1. - С. 260-264.
58. Будыкина, Н.П. Эффективность применения новых экологически чистых регуляторов роста в растениеводстве европейского севера / Н.П. Будыкина, Т.Ф. Алексеева, Н.И. Хилков // Северная Европа в XXI веке: природа, культура, экономика. – Петрозаводск, 2006. – С. 58-60.

59. Будыкина, Н.П. Циркон на цветной капусте в Карелии / Н.П. Будыкина, Т.Ф. Алексеева, Л.И. Коробицина // Защита и карантин растений. – 2007. – № 3. – С. 42-43.
60. Будыкина, Н.П. Оценка биопотенциала новых регуляторов роста растений [Испытание препаратов циркон и эпин экстра на томатах, цветной капусте и картофеле] / Н.П. Будыкина, Т.Ф. Алексеева, Н.И. Хилков // Агрохимический вестник. – 2007. – № 6. – С. 24-26.
61. Будыкина, Н.П. Эффективность применения препарата циркон на картофеле и капусте цветной / Н.П. Будыкина, Т.Ф. Алексеева, Н.И. Хилков, Н.Н. Малеванная // Агрохимия. – 2007. – № 9. – С. 32-37.
62. Будыкина, Н. Эффективность применения препарата Циркон на картофеле и капусте цветной / Н. Будыкина, Т. Алексеева, Н. Хилков, Н. Малеванная // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2008. – №3. – С. 12-17.
63. Будыкина, Н.П. Применение регулятора роста циркон на цветной капусте / Н.П. Будыкина, Л.Н. Коробицина, Л.В. Тимейко // Аграрная наука. – 2009. – № 2. – С. 25-26.
64. Бурая, М. Эффективность применения иммуномодулятора Экосил, микроудобрения Эколист-стандарт и инсектицида Децис при возделывании моркови столовой в условиях естественного и искусственного орошения / М. Бурая, С. Козлов // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2011. – № 5. – С. 8-11.
65. Буренин, В.И. Выращивание столовой свеклы в Нечерноземной зоне РСФСР / В.И. Буренин, И.И. Адигезалов, Ю.В. Васильев. – Л.: Колос, 1983. – 88 с.
66. Бурлакова, Л.М. Плодородие алтайских черноземов в системе агроценозов / Л.М. Бурлакова. - Новосибирск: Наука, 1984. – 197с.
67. Быковский, Ю.А. Влияние предпосевной обработки семян биологически активными веществами на рост и развитие столовой моркови / Ю.А. Быковский, А.А. Шайманов, А.В. Янченко // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству / Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – Москва, 2011. – С. 236-241.
68. Быковский, Ю.А. Влияние стимуляторов роста на показатели фотосинтетического потенциала посевов столовой моркови и выход товарной продук-

ции / Ю.А. Быковский, А.В. Янченко // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству / Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – Москва, 2011. – С. 241-253.

69. Василевич, В.И. Некоторые черты организации экологических систем / В.И. Василевич // Вестник Ленинградского университета. Сер. биол. – 1975. – Т.15. Вып. 3. – С.136-142.

70. Василевич, В.И. Очерки теоретической фитоценологии / В.И. Василевич. – Ленинград, Наука, 1983. – 248 с.

71. Ващенко В. Эффективность обработки посева картофеля микроудобрением / В. Ващенко // Картофельная система. – 2013. – № 3-4. – С. 28-29.

72. Вендило, Г.Г. Эффективность применения удобрений в повышении урожайности и качества овощей: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.06/ Г.Г. Вендило. – Москва, 1985. – 41с.

73. Верзилин, В.В. Формирование структуры комплекса почвенных микроорганизмов в агроэкосистемах разного уровня организации / В.В. Верзилин, В.В. Рябчикова // Регулирование плодородия черноземов в условиях лесостепи ЦЧЗ. – Воронеж, 1989. – С.72-85.

74. Верзилов, В.Ф. Регуляторы роста и их применение в растениеводстве / В.Ф. Верзилов. М.: Наука, 1971. –143с.

75. Вернадский, В.И. Об условиях появления жизни на Земле / В.И. Вернадский // Известия АН СССР. – 1931. – Т.5. Вып. 5-6. – С. 633-653.

76. Ветрова, А.И. Совместное действие фиторегуляторов и ТМТД на физиолого-биохимические процессы начального роста цветной капусты и брокколи / А.И. Ветрова, С.И. Иванова, Т.В. Белахова // Применение регуляторов роста и пленочных материалов в овощеводстве: сб. науч. тр. ЛСХИ. – Ленинград, 1987. – С. 48-53.

77. Ветрова, А.И. Влияние фиторегуляторов на рост, развитие и урожайность капусты брокколи / А.И. Ветрова, И.А. Витович // Тез. докл. конф. молодых ученых ЛСХИ. – Ленинград, 1990. – С. 38-39.

78. Викторов, Г.А. Содержание понятия «биоценоз» в современной экологии / Г.А. Викторов // Вопросы экологии. – Казань, 1962. – Т.4. – С. 12-13.

79. Викторова И.А. Урожайность цветной капусты в зависимости от примененного стимулятора / И.А. Викторова, Ю.В. Чудинова, Д.А. Николаев. – Модернизация аграр. образования: интеграция науки и практики / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2018. - С. 91-94.
80. Витович, И.А. Влияние различных фиторегуляторов на биохимический состав и качество капусты брокколи / И.А. Витович // Сб. науч. тр. ЛСХИ: Резервы повышения урожайности овощных культур. – Ленинград, 1990. – С. 27-31.
81. Воеводин, А.В. Вредоносность сорных растений в агрофитоценозах / А.В. Воеводин // Защита растений. – 1978. – №3. – С.21-23.
82. Воеводин, А.В. Об изменении сорной флоры в соответствии с ритмичной природных явлений / А.В. Воеводин // Сельскохозяйственная биология. – 1981. – Т.18, №8. – С. 811-817.
83. Воеводин, А.В. Методические приемы оценки вредоносности сорных растений / А.В. Воеводин, А.Ф. Зубков // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – №1. – С. 57-62.
84. Возняковская, Ю.М. Взаимоотношения между целлюлозоразлагающими бактериями и азотобактером / Ю.М. Возняковская // Агробиология. – 1954. – №4. – С.81-87.
85. Воробьев, Н.Е. О путях изучения взаимоотношений между культурными и сорными растениями / Н.Е. Воробьев // Тез. докл. I межвузовского совещания по вопросам агрофитоценологии. – Казань, 1967. –С.84-86.
86. Воробьев, Н.Е. Разработка агрофитоценологических обоснований интегральной системы подавления сорных растений в посевах / Н.Е. Воробьев // Проблемы агробиогеоценологии: тез. докл. – Москва, 1979. – С. 53-57.
87. Воробьев, Н.Е. Исследование биологии сорных растений, их ареалов и взаимоотношений с культурными растениями в агрофитоценозах Причерноморской степи Украины и Крыма / Н.Е. Воробьев // Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. – Москва, 1980. – С.81-93.
88. Воробьев, Н.Е. К вопросу о динамике агрофитоценозов Причерноморской степи Украины / Н.Е. Воробьев // Проблемы агрогеоботаники. - Ижевск,

1980. - С. 4-7.

89. Воробьев, Н.Е. Сорные растения как объект агрофитоценологических исследований / Н.Е. Воробьев // Тез. Всесоюзного совещания по проблемам агрофитоценологии и агробиогеоценологии. – Ижевск, 1981. – С. 4-7.

90. Воробьева, Н.Н. Влияние этрела на семенную продуктивность кабачка / Н.Н. Воробьева // Доклады ТСХА. – 2006. – Вып. 278. – С. 474-480.

91. Воробьева, Н.Н. Влияние этрела и гетероауксина на семенную продуктивность тыквы / Н.Н. Воробьева // Агротехнологии XXI: материалы международной научно-практической конференции. – Москва, 2007. – С. 197-199.

92. Воронина Л.П. Влияние 24-эпибрассинолида и препаратов на его основе на показатели качества сельскохозяйственных культур / Л.П. Воронина, Н.Н. Малеванная // Агрехимия. – 2019. – №7. – С. 52-56.

93. Высочин, В.Г. Морфобиологические признаки и урожайность огурца при обработке 2-хлорэтанфосфоновой кислотой / В.Г. Высочин // Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству / ВНИИО. – М., 2011. – С. 261-265.

94. Гайдамакина, Л.Ф. Использование аппликационных методов для исследования микробного биокомплекса на примере биогеоценозов Нижнедонского стационара / Л.Ф. Гайдамакина, Л.А. Перемужева, Т.Н. Гордиенко // Рукопись деп. В ВИНТИ. – 1982. – № 5083-82. – 8 с.

95. Гаузе, Г.Ф. О некоторых основных проблемах биогеоценологии / Г.Ф. Гаузе // Зоологический журнал. –1936. – Т.15. №3. – С. 363-381.

96. Гиль Т.А. Действие бактериальных биопрепаратов на почвенную микрофлору / Т.А. Гиль, М.Г. Соколова, Г.П. Акимова // Плодородие. – 2008. – № 4. – С. 24-25.

97. Гиляров, А.М. Эволюция на уровне экосистем /А.М. Гиляров // Журнал общей биологии. – 1973. – Т.34, №1. – С. 13-20.

98. Гиляров, М.С. Биосфера, биоценозы и защита растений /М.С. Гиляров // Защита растений. – 1968. – №7. – С.4-7.

99. Гиляров, М.С. Биогеоценология и агроценология. / М.С.Гиляров // Пушино, 1980. – 16 с.

100. Гиляров, М.С. Сельскохозяйственная экология / М.С.Гиляров. - Ленинград: Колос, 1971. - С. 3-8.
101. Гиляров, М.С. Биогеоценология и агроценология / М.С. Гиляров // Структурно-функциональная организация биогеоценозов. - Москва: Наука, 1980. - С. 6-22.
102. Гиляров, М.С. Агроценология - важное направление современной биогеоценологии. К 100-летию со дня рождения В.Н. Сукачева / М.С. Гиляров // Природа. – 1980. – № 6. – С. 2-8.
103. Гиляров, М.С. Биоценотические закономерности в агроценозах. / М.С. Гиляров // Новое в жизни, науке, технике. Сер. биология. – 1984. – №11. – С. 23-29.
104. Гоготов, И.Н. Влияние синтетических и природных регуляторов роста в нативном и иммобилизованном состоянии на рост и урожай овощных культур / И.Н. Гоготов, Р.В. Ломакин // Регуляторы роста и развития растений. - Москва, 1999. Т I. – С. 169-170.
105. Головкин, Э.А. Роль микроорганизмов в устойчивом функционировании агрофитоценозов. / Э.А. Головкин // Проблемы агробиогеоценологии. – Москва, 1979. – С. 50-53.
106. Горбовская, Л.В. Влияние совместного применения регуляторов роста и гербицидов на рост и развитие капусты / Л.В. Горбовская, Ю.Ю. Сопина, М.Ю. Кублицкий // Растение и почва: проблемы агрохимии, агрофизики и физиологии. – Санкт-Петербург.: Изд-во СПбГУ, 1999. - С. 53-54.
107. Горлова, М.Л. Применение производных бензимидазола в качестве стимуляторов роста при выращивании белокочанной и цветной капусты: автореф. дис.... канд. с.-х. наук / М.Л. Горлова. – Ленинград: ЛСХИ, 1968. - 23 с.
108. Гороховский, В.Ф. Изменчивость пола у огурца под действием смеси фиторегуляторов / В.Ф. Гороховский // Вестник РАСХН. – 2002. – № 6. – С. 33-34.
109. Гребенников, А.М. Методические положения по выбору наиболее эффективных сидеральных агроценозов для воспроизводства плодородия типичных черноземов Центрально-Черноземной зоны / А.М. Гребенников. – Москва: ГНУ

Почвенный институт им. В.В.Докучаева, 2011. – 8 с.

110. Григорьева, Т.Н. К познанию почвенной фауны целинных и окультуренных земель в Заволжье / Т.Н. Григорьева // Вопросы экологии. – Москва, 1962. – Т VII. - С. 40-41.

111. Григорьева, Т.Н. Особенности формирования вредной фауны на полях пшеницы и задачи защиты растений в целинных районах Северного Казахстана и Заволжья / Т.Н. Григорьева // Труды ВЭО. – 1965. – Т.50. - С. 5-56.

112. Григорьева, Т.Н. Формирование агробиоценозов в связи с освоением целинной степи и залежных земель / Т.Н. Григорьева // Вопросы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей. – Москва, 1968. – С. 41-51.

113. Григорьева, Т.Н. Некоторые аспекты формирования агроценозов / Т.Н. Григорьева // Синантропизация и domestикация животного населения. – Москва, 1969. – С. 92-94.

114. Григорьева, Т.Н. К вопросу о формировании агроценозов / Т.Н. Григорьева // Пятая межвузовская зоогеографическая конференция: Влияние антропогенных факторов на формирование зоогеогр. комплексов. – 1970. – Т.1. – С. 80-82.

115. Гродзинский, А.М. Методологические проблемы агробиоценологии / А.М. Гродзинский // Материалы III Всесоюзного совещ. по проблемам агрофитоценологии и агробиогеоценологии. – Ижевск, 1983. – С. 4-12.

116. Гродзинский, А.М. Перспективы функциональной агрофитоценологии / А.М. Гродзинский, Б.М. Миркин, Э.А. Головкин // Методологические проблемы аллелопатии. – Киев, 1989. – С. 15-28.

117. Гродзинский, А.М. Словарь-справочник по агрофитоценологии и луговедению / А.М. Гродзинский, Ю.А. Злобин, Б.М. Миркин. – Киев, 1991. – 136 с.

118. Гродзинский, Д.М. Надежность растительных систем / Д.М. Гродзинский. – Киев, 1983. – 368 с.

119. Грюммер, Г. Взаимное влияние высших растений. Аллелопатия / Г. Грюммер. – Москва: ИЛ, 1957. – 261с.

120. Гурова О.Н. Эффективность регулятора роста Гибберелон при обработке томатов открытого грунта / О.Н. Гурова, О.Г. Гиченкова. Т.Л. Карпова //

Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий. - Волгоград: Волгогр. гос. аграр. ун-т, 2019. – Т. 1. - С. 295-300.

121. Гурова О.Н. Оптимальные сроки и дозы применения стимуляторов роста при возделывании томата в условиях Волгоградской области / О.Н. Гурова, Т.Л. Карпова, О.Г. Гиченкова // Оптимизация с.-х. землепользования и усиление экспорт. потенциала АПК РФ на основе конвергент. Технологий. – Волгоград: Волгогр. гос. аграр. ун-т, 2020. – Т. 1. - С. 344-349.

122. Дажо, Р. Основы экологии / Р. Дажо. – Москва: Прогресс, 1975. – 415 с.

123. Демченко, М.М. Роль бактериальных и органических удобрений в развитии корневой системы нута / М.М. Демченко // Агротехнологии и научное обеспечение интенсивного земледелия Нижней Волги на современном этапе / Прикаспийский НИИ аридного земледелия: Москва, 2005. – С. 233-234.

124. Демьянова-Рой Г.Б. Влияние регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность растений томата гибрида Манар в рассадный период / Г.Б. Демьянова-Рой, Н.В. Смирнова // Доклады ТСХА . – 2019. – Вып. 291. – Ч. 2. - С. 512-516.

125. Дегтева, М.Д. Трансформация органического вещества южных черноземов под влиянием орошения: автореф. дис. ... канд. биол. наук / М.Д. Дегтева. – Москва, 1984. – 23с.

126. Дедов А.В. Основные приемы воспроизводства плодородия почв ЦЧР [учебное пособие] / А. В. Дедов [и др.]. – Воронеж: ЛГПУ им. П. П. Семенова-Тян-Шанского, 2016. – 97 с.

127. Деревщюков С.Н. Перспективы использования регуляторов роста на культуре томата в ЦЧО / С.Н. Деревщюков, С.В. Сычева // Современное состояние и перспективы развития овощеводства и картофелеводства. – Барнаул: ВНИИО, 2007. – С. 344-349.

128. Деревщюков С.Н. Применять БАВ на моркови и капусте выгодно / С.Н. Деревщюков, В.Н. Моисеева // Картофель и овощи. – 2010. - № 6. - С. 21-22.

129. Деревщюков С.Н. Использование БАВ в адаптивно-ландшафтных системах земледелия Центрального Черноземья [Эффективность применения регуляторов роста на моркови и капусте белокочанной] // Овощеводство будущего: новые знания и идеи. – Москва: ВНИИО, 2012. – С. 131-136.

130. Деревщюков С.Н. Использование регуляторов роста при выращивании огурца в открытом грунте / С.Н. Деревщюков // Защита и карантин растений. – 2007. – № 2. – С. 34-35.

131. Деревщюков С.Н. Влияние регуляторов роста на продуктивность, устойчивость к болезням томата рассадной культуры / С.Н. Деревщюков, С.В. Сычева // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству. - Т. 2. Технология и земледелие. – Москва: ВНИИО, 2006. - С. 207-213.

132. Дерябин А.Н. Влияние 24-эпибрассинолида на рост, содержание фотосинтетических пигментов, холодоустойчивость и антиоксидантную активность растений томата / А.Н. Дерябин, Т.А. Суворова, С.В. Сычева // Агрохимия. – 2021. – №2. – С. 55-64.

133. Довбан, К.И. Зеленые удобрения / К.И. Довбан. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 208с.

134. Довбан, К.И. Сидерация в интенсивном земледелии / К.И. Довбан. - Москва: ВНИИТЭИагропром, 1992. – 68с.

135. Довбан, К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии: вопросы теории и практики / К.И. Довбан. – Минск: Белорусская наука, 2009. – 404 с.

136. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - Москва: Агропромиздат, 1985. – 268 с.

137. Докучаев, В.В. Место и роль современного почвоведения в науке и жизни / В.В. Докучаев. - Изб. соч. - Москва-Ленинград: АН СССР, 1951. – Т.6. - С. 415-424.

138. Дунаева, Ю.С. Совместное применение гербицидов и регуляторов роста на посевах свёклы эффективно / Ю.С. Дунаева // Картофель и овощи. – 2011. – № 2. – С. 12-13.

139. Евдокимов, Е.В. Синергические эффекты бактериальных препаратов на рост и развитие кукурузы / Е.В. Евдокимов // Экология сегодня. – 2001. – Вып.1. – С.14-16.
140. Еленкин, А.А. Закон подвижного равновесия в сожительстве и сообществах растений / А.А. Еленкин // Изв. Главн. бот. сада РСФСР. – 1921. – Т.20, Вып. 2. – С. 25-100.
141. Ершова, В.Л. Эффективность применения регуляторов роста на картофеле и овощных культурах в условиях Молдавской ССР / В.Л. Ершова, В.И. Долготер, Т.Ю. Лебедева // Применение регуляторов роста в сельском хозяйстве. – Москва: Наука, 1985. – С. 50-56.
142. Ершова, В.Л. Влияние этрела и гндрела на дружность и срок созревания томатов / В.Л. Ершова, В.С. Малашенко // Регуляторы роста и развития растений. – Москва: Наука, 1982. – С. 242.
143. Жаворонкова Т.Н. Биоценологическая характеристика посевов озимой и яровой пшеницы в Ленинградской области / Т.Н. Жаворонкова // Агроценологические аспекты защиты растений. - Ленинград: ВИЗР, 1984. – С. 56-62.
144. Жукова, П.С. Гербициды и стимуляторы роста в овощеводстве / П.С. Жукова. Минск: Ураджай, 1976. – С. 19-63.
145. Жукова, П.С. Регуляторы роста огурцов и томатов / П.С. Жукова // Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – Вып. 22., № 8. – С. 43-46.
146. Жукова, П.С. Применение регуляторов роста на картофеле, томатах и огурце в условиях Белоруссии / П.С. Жукова // Применение регуляторов роста в сельском хозяйстве. – Москва, 1985. – С.46-55.
147. Жукова, П.С. Влияние гумата натрия на продуктивность томата и огурца/ П.С. Жукова, Ю.М. Забара, Т.Е. Аниховская // Известия АН БССР Сер. Сельскохозяйственные науки. – 1986. – № 3. – С. 80.
148. Жукова, П.С. Новые регуляторы роста и перспектива их использования при выращивании томата и огурца / П.С. Жукова. – София, 1986. – С. 130-132.
149. Жукова, П.С. Перспективные регуляторы роста при выращивании

рассады томатов / П.С. Жукова, Ю.М. Забара, Т.Е.Аниховская // Овощеводство. – 1987. – Вып. 7. – С. 71-77.

150. Жукова, П. С. Регуляторы роста на томатах / П.С. Жукова, Т.Е. Аниховская // Химия в сельском хозяйстве. – 1988. – №4. – С. 12-16.

151. Жукова, П.С. Гербициды и регуляторы роста и овощеводстве / П.С. Жукова. – Минск: Урожай, 1990. –196 с.

152. Жукова, П.С. Эффективность применения регуляторов роста в овощеводстве и картофелеводстве / П.С. Жукова. – Москва: ВНИИТЭИагропром, 1990. – 52 с.

153. Жукова, П.С. Регуляторы роста и гербициды на овощных культурах и картофеле / П.С. Жукова, Н.А. Лобань. – Минск: Беларус. Книгазбор., 2000. – 482 с.

154. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1980. – 581 с.

155. Жученко, А.А. Рекомбинация в эволюции и селекции / А.А. Жученко, А.Б. Король // Москва: Наука, 1985. – 400 с.

156. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (Эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 432 с.

157. Жученко А.А., Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии: теория и практика / А. А. Жученко. – Т. 2. – Москва: Изд-во Агрорус, 2009. – 618 с.

158. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии: теория и практика / А. А. Жученко. – Т. 1. – Москва: Изд-во Агрорус, 2010. – 809 с.

159. Жученко А.А. Пути инновационно-адаптивного развития АПК России в XXI столетии / А. А. Жученко. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2011. – 143 с.

160. Забара, Л.Ю. Новые регуляторы роста на капусте белокочанной [Предпосевная обработка семян аминокислотами, гидрогуматом, оксигуматом, дублином, мальтамином, феномеланом и таболином. (Белоруссия)] / Л.Ю. Забара // Интенсивное плодовоовощеводство. – Горки, 2003. –С. 168-170.

161. Завадский, К.М. О причинах выпада растений в гнездовых посевах различной плотности в зависимости от размеров гнезда и условий минерального питания / К.М.Завадский // Ботанический журнал. – 1954. – Т.39. Вып.4. - С. 515-544.
162. Заварзин, Г.А. Биоразнообразие и устойчивость микробного сообщества / Г.А. Заварзин // Журнал общей биологии. – 1992. – Т.53. Вып.3. – С.394-406.
163. Зайдель, К.М. Применение физиологически активных соединений в агротехнике свеклы разных сортотипов: автореф. дис.... канд. с.-х.наук / К.М. Зайдель. – Москва: ТСХА, 1975. – 24 с.
164. Зайцева, Г.Н. Влияние иона кальция на азотистый и фосфорный обмен *Azotobacter vinelandii* / Г.Н. Зайцева, А.Н. Белозерский, Л.П. Новожилова // Микробиология. – 1960. – №3. – С.343-350.
165. Закарян, Н.Е. Влияние гиббереллинов и кинетина на некоторые показатели хлорофиллоносного аппарата / Н.Е. Закарян, А.И. Варабян // Регуляторы роста и развития растений. – Москва: Наука, 1982. – С. 26.
166. Захаренко, В.А. Экономическое обоснование применения гербицидов / В.А. Захаренко // Защита растений. – 1981. – №6. – С.42-43.
167. Захаренко, В.А. Научное обеспечение и организация системы управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем / В.А. Захаренко. – Москва, 1993. – 58 с.
168. Зеленин, И.Н. Биологические пути повышения плодородия черноземов выщелоченных лесостепи Среднего Поволжья / И.Н. Зеленин. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – 240 с.
169. Зеленков, В.Н. Испытания препарата на основе 1-этоксисилатрана с крезацином при некорневой обработке огурцов, томатов и перца на открытом грунте Ростовской области / В.Н. Зеленков, В.Н. Петриченко, В.П. Барышок. – Актуальная биотехнология. – 2018. – №3. – С. 412-416.
170. Зиновьева, Х.Г. Азотобактер и сельскохозяйственные растения / Х.Г. Зиновьева. – Киев: Сельхозгиз УССР, 1962. – 178с.
171. Зубков, А.Ф. Агробиоценотические аспекты защиты растений в Западной Сибири и некоторые принципы количественной характеристики агробиоценоза / А.Ф.

Зубков // Материалы к симпозиуму молодых ученых г. Новосибирска, посвященному 50-летию ВЛКСМ: Биология. - Новосибирск, 1968. – С. 41-49.

172. Зубков, А.Ф. Проблема площади питания растений в связи с интоксикацией сельскохозяйственного производства / А.Ф. Зубков // Пути химизации и интоксикации сельского хозяйства Новосибирской области. – Новосибирск, 1968. – С.50-52.

173. Зубков, А.Ф. Замечания по некоторым теоретическим вопросам площади питания растений / А.Ф. Зубков // Труды Новосибирской станции ВИЗР. – Новосибирск, 1969. - С.126-149.

174. Зубков А.Ф. Трофическая структура ценозов пшеничных полей и изменение ее под влиянием химических обработок в Приобской лесостепи / А.Ф. Зубков, Р.П. Титова // Энтомологическое обозрение. – 1976. – Т. 55. Вып. 1. - С.5-16.

175. Зубков, А.Ф. Методические указания по оценке вредоносности комплекса вредных организмов при помощи путевого регрессионного анализа / А.Ф. Зубков. – Ленинград, ВИЗР, 1981. – 32 с.

176. Зубков, А.Ф. Полевой севооборот как агроэкосистема / А.Ф. Зубков // Формирование животного и микробного животного населения агроценозов. – Москва: Наука, 1982. – С. 5-8.

177. Зубков, А.Ф. Современные задачи и принципы агробиоценологических исследований в защите растений / А.Ф. Зубков // Агробиоценологические аспекты защиты растений. – Ленинград, ВИЗР, 1984. – С. 8-19.

178. Зубков, А.Ф. Агробиоценологическая фитосанитарная диагностика / А.Ф. Зубков. – Санкт-Петербург-Пушкин: ВИЗР, 1995. – 386с.

179. Зубков А.Ф. Агробиоценология [Агробиоценология как важное направление защиты растений и биоценологии] : (крат. курс) / А.Ф. Зубков. - Санкт-Петербург: Инновац. центр защиты растений, 2005. – 76 с.

180. Зубков А.Ф. Агробиогеоценология на 80-м году своего развития и ее методологическая роль в естествознании агроэкосистем / А. Ф. Зубков. – Санкт-Петербург: ВИЗР, 2015. – 80 с.

181. Зуза, В.С. О конкурентных взаимоотношениях культурных и сорных

растений / В.С. Зуза // Биологические науки. – 1986. – №8. – С.66-71.

182. Зюсько, Я.Г. В Западной Сибири / Я.Г. Зюсько // Земледелие. – 1988. – №1. – С. 35-39.

183. Иванов, В.П. Разработка высокопродуктивных агрофитоценозов из многолетних трав на мелиоративных пойменных землях при орошении / В.П. Иванов, Р.И. Владыкина, Р.А. Касимов // Проблемы агробиогеоценологии. - Ленинград, 1979. – С. 31-76.

184. Ишмуханбетова, Г.Н. Влияние азотобактерина на численный и видовой состав почвенных микроорганизмов южных карбонатных черноземов Северного Казахстана / Г.Н. Ишмуханбетова, А.П. Науанова, Р.С. Айдаркулова // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых. – Новосибирск, 2010. – Ч.1. – С.61-66.

185. Казахмедов, Р.Э. Влияние физиологически активных соединений на ранние этапы развития растений брокколи / Р.Э. Казахмедов // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – №4. - С. 97-107.

186. Калмыкова, Е.В. Комплексные научные исследования ресурсосберегающих приемов повышения продуктивности томата / Е.В. Калмыкова, А.А. Новиков, Н.Ю. Петров // – Вестник Российского ун-та дружбы народов. – 2019. – Т. 14. – №4. – С. 329-346.

187. Калмыкова Е.В. Эффективность ресурсосберегающих приемов возделывания лука репчатого при орошении в условиях Нижнего Поволжья / Е.В. Калмыкова, А.А. Новиков, Н.Ю. Петров // Овощи России. – 2020. – №1. - С. 58-63.

188. Кириллова Л.Л. Стимулирующие свойства препарата крезацина при выращивании амаранта (*Amaranthus L.*) / Л.Л. Кириллова, Г.Н. Назарова, А.М. Пешкова // Сельскохозяйственная биология. Серия: Биология растений. – 2020. – Т.55. – №1. - С. 118-127.

189. Калининская, Т.А. Влияние соломы на деятельность азотфиксирующих микроорганизмов почвы / Т.А. Калининская // Использование соломы как органического удобрения. – Москва: Наука, 1980. – С.48-55.

190. Камышев, Н.С. Пашенные сочетания как фитоценозы / Н.С. Камышев

// Труды Воронежского ун-та: ботан. отдел, 1939. – Т.11. Вып. 2. - С.33-62.

191. Камышев, Н.С. Флора Центрального Черноземья и ее анализ / Н.С. Камышев. – Воронеж: изд. Воронежского ун-та, 1978. – 116с.

192. Кильчевский, А.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. /А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева // Генетика. – 1985. – №21 (9). – С.1481-1497.

193. Князева Е.Н. Синергетика как новое мировидение: диалог с И.Пригожиным / Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов // Вопросы философии. – 1992. – №12. – С. 3-20.

194. Коковкина, С.В. Новый биопрепарат Вэрва на посевах моркови столовой / С.В. Коковкина, С.Н. Триандафилова, Т.В. Хуршкайнен// Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 38-39.

195. Комаров А.А. Влияние физиологически активных соединений гумусовой природы и этиленпродуцентов на продуктивность растений / А.А. Комаров, В.Н. Карпенко // Изв. С.-Петербур. гос. аграр. ун-та. - Санкт-Петербург, 2005. - № 2. - С. 50-52

196. Комаров, Н.Ф. Культурные посевы как предмет геоботанических исследований /Н.Ф. Комаров // Труды Воронежского ун-та: бот. отд., 1935. – Вып.7. - С. 126-146.

197. Корнилова, Е.Н. Вредоносность сорных растений на посевах озимой пшеницы / Е.Н. Корнилова, А.В. Воеводин // Совершенствование химического метода борьбы с сорняками. – Ленинград: ВИЗР, 1987. – С. 22-29.

198. Коцарева Н.В. Влияние предпосевной обработки семян и некорневых подкормок на семенную продуктивность циннии изящной / Н.В. Коцарева, Е.С. Полежаева. - Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 1 (13). – С. 89-97.

199. Коцарева Н.В. Влияние предпосевной обработки семян на структуру урожая лука репчатого / Н.В. Коцарева, О.Н. Шабетя, Т.А.Ореховская // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4. – С. 54-58.

200. Kotsareva N.V. Restoration of varietal features of strigunovskii mestnyi bulb onion cultivar / N.V. Kotsareva, O. N. Shabetnya // Journal of Agriculture and

Environment. – 2020. – № 1(13). – С. 1-4.

201. Кравченко, Л.В. Применение инструментальных методов анализа при изучении влияния растений на почвенные микроорганизмы / Л.В. Кравченко // Труды ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. – 1980. – Т.49. – С. 157-166.

202. Красильников, Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения / Н.А. Красильников. - Москва - Ленинград: Наука, 1958. - 463 с.

203. Красочкин, В. Т. Культурная флора СССР / В.Т. Красочкин. – Ленинград: Колос, 1971. – С. 5-226.

204. Кружилин, А.С. Физиология корнеплодных овощных культур /А.С. Кружилин, З.М. Шведская // Физиология сельскохозяйственных растений. – Т.12. – Москва: Изд-во МГУ, 1971. - С. 513-549.

205. Крысина, М.А. Влияние эпина на урожайность и качество корнеплодов столовой свеклы / М.А. Крысина // Главный агроном. – 2006. – № 12. – С. 47-48.

206. Крысина, М.А. Влияние эпина на урожайность и качество корнеплодов столовой свеклы / М.А. Крысина // Научное обеспечение национального проекта "Развитие АПК".– Тверь: Тверская ГСХА., 2006. – С. 96-98.

207. Кудашов, А. А. Эффективность совместного действия регуляторов роста и гербицидов при выращивании растений капусты / А.А. Кудашов, Л.В. Горбовская // Регуляторы роста и развития растений. – М., 1999. – Т. 1. – С. 201.

208. Кузьмин, С.В. Влияние этрела на линии кабачка, обладающие высокой насыщенностью женскими цветками / С.В. Кузьмин, А.Ф. Бухаров, А.В. Медведев // Нетрадиц. природ. ресурсы, инновац. технологии и продукты . Рос. акад. естеств. наук. – Москва, 2017. – Вып. 25. – С. 125-133

209. Кузьмин, С.В. Получение гибридных семян кабачка при свободном опылении / С.В. Кузьмин, А.В. Медведев, А.Ф. Бухаров // Овощи России. – 2018. – №1. – С. 32-36.

210. Кулаева, О.Н. Физиологическая роль цитокининов и пути изучения механизма их действия / О.Н. Кулаева // Регуляторы роста и развития растений. – Москва: Наука, 1982. – С. 12.

211. Кулаева, О.Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у

растений на уровне синтеза РНК и белка / О.Н. Кулаева // Регуляторы роста и развития растений. – Москва: Наука, 1982. – С. 42.

212. Куликов, Н.Н. Динамика численности членистоногих на посевах пшеницы в условиях юго-запада Нечерноземья / Н.Н. Куликов // Биоценоз пшеничного поля. – Москва: Наука, 1986. – С.49-55.

213. Куликовская, М.Д. Влияние азотобактера на динамику азота и некоторые группы микроорганизмов в почве: автореф. дис. ... канд. биол. наук / М.Д. Куликовская. – Киев, 1955. – 24с.

214. Кульнев, А. И, Многоцелевые стимуляторы защитных реакций, роста и развития растений (на примере препарата иммуноцитифит) /А.И. Кульнев, Е.А. Соколова. – Пущино, 1997. – 100 с.

215. Кунавин, Г. А. Обработка семян и рассады капусты регуляторами роста / Г.А. Кунавин // Сибирский вестник сельскохозяйственных науки. – 2000. – №1-2. – С. 37-41.

216. Кунавин, Г.А. Технологические приемы возделывания свеклы столовой в условиях Тюменской области / Г.А. Кунавин, Е.В. Евдокимов, Г.А. Дорн // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2005. – № 3. – С. 19-25.

217. Кунавин, Г.А. Технологические приемы возделывания свеклы столовой в условиях Тюменской области / Г.А. Кунавин, Е.В. Евдокимов, Г.А. Дорн // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2007. – № 11. – С. 10-14.

218. Куперман, Ф.М. Морфология растений / Ф.М. Куперман. – Москва: Высшая школа, 1968. – 223 с.

219. Куркин, К.Л. Принципы конструирования высокопродуктивных луговых агрофитоценозов / К.Л. Куркин // Материалы III Всесоюзного совещ. по вопросам агрофитоценологии и агробиогеоценологии. – Ижевск, 1983. – С. 29-38.

220. Кустливый, А. А. Применение препарата тур при выращивании томатов / А.А. Кустливый // Регуляторы роста и развития растений. – Москва: Наука, 1982. – С. 253.

221. Кухарь В.П. Новый регулятор роста растений – ивин / В.П. Кухарь, Ю.В. Карabanов // Физиологически активные вещества. – Киев, 1985. – Вып.18. – С. 13-14.

222. Левич, А. П. Структура экологических сообществ / А.П. Левич // Биологические науки. – 1977. – № 10. – С. 63-14.
223. Ледовский, С. Я. Новый регулятор роста растений декстрел / С.Я. Ледовский, Ю.В. Карабанов // Регуляторы роста и развития растений. – Москва: Наука, 1982. – С. 198.
224. Либерштейн И.М. Современные методы изучения и картирования засоренности / И.М. Либерштейн, Л.М. Туликов // Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. – Москва: Колос, 1980. –С. 54-61.
225. Лизгунова, Т.В. Культурная флора СССР. - Т. XI. Капуста / Т.В. Лизгунова. - Ленинград: Колос, 1984. - 328 с.
226. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 648 с.
227. Литвинов, С.С. Проблемы экологизации овощеводства России / С.С. Литвинов. – Москва: Изд-во Россельхозакадемии, 1998. – 363 с.
228. Литвинов, С.С. Научные основы современного овощеводства / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2008. – 771 с.
229. Литвинов, С.С. Эффективность овощеводства России: (анализ, стратегия, прогноз) / С. С. Литвинов, М. В. Шатилов. – Москва: ФГБНУ ВНИИО, 2015. – 140 с.
230. Лобков В.Т. Промежуточные сидераты как фактор регулирования фитосанитарного состояния / В.Т. Лобков, А.Н. Кружков // Инновационный потенциал молодых ученых - АПК Орловской области. – Орел, 2010. – С. 163-165.
231. Лобков В.Т. Приоритетные направления развития земледелия = Priority directions for the development of agriculture / В.Т. Лобков, С.А. Плыгун // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – № 1(34). – С. 2-7.
232. Лобков В.Т. Интенсификация биологических факторов воспроизводства плодородия почвы в земледелии: [монография] / [Лобков В. Т. и др.]. - Орел: Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2016. – 160 с.
233. Лобков В.Т. Использование почвенно-биологического фактора в земледелии: монография / В. Т. Лобков. – Орел: Изд-во ФГБОУ ВО ОрелГАУ, 2017. –

165 с.

234. Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России: (к 150-летию со дня рождения академика Д. Н. Прянишникова) / В. Г. Лошаков; под ред. акад. РАН В. Г. Сычева. – Москва: Изд-во ВНИИА, 2015. – 299 с.

235. Лудилов, В. А. Эффективность агата-25К на овощных культурах / В.А. Лудилов, М.И. Иванова, Т.П. Виноградова // Регуляторы роста и развития растений. - Москва, 1999. - Т. 2. - С. 210-211.

236. Лудилов, В.А. Влияние обработки семян биологически активными веществами на устойчивость к болезням и продуктивность растений белокочанной капусты / В.А. Лудилов, А.Н. Сармосова // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 50-56.

237. Лукьяненко, А. Н. Применение регуляторов роста на томате и огурце для повышения дружности созревания урожая / А.Н. Лукьяненко, С.Я. Ледовский // Применение регуляторов роста в сельском хозяйстве. – Москва, 1985. – С. 66- 75.

238. Лысогоров, С.Д. Влияние орошения, высоких норм удобрений и глубокой пахоты на плодородие обыкновенного чернозема / С.Д. Лысогоров, Г.С. Сухорукова, В.П. Бурлака // Почвоведение. – 1985. – №8. – С.103-107.

239. Ляпунов, К.К. О биогеоценологическом уровне управления в рамках биосферы / К.К. Ляпунов, И.В. Стебаев // Проблемы кибернетики. – Москва, 1964. – Вып.11. – С. 147-151.

240. Лящева, Л.В. Влияние регуляторов роста и микроэлементов на величину и качество урожая моркови в условиях Северного Зауралья: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / Л.В. Лящева. – Тюмень: ТСХИ, 1994. – 16 с.

241. Лящева, Л.В. Влияние физиологически активных веществ на урожайность и качество интродуцированных в Тюменскую область гибридов моркови / Л.В. Лящева, А.С. Семенков // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы VI Международного симпозиума Всерос. науч.-исслед. ин-та селекции и семеноводства овощных культур РАСХН. – Москва, 2005. – Т. 3. – С. 153-155.

242. Лящева, Л.В. Влияние физиологически активных веществ на урожайность и качество интродуцированных в Тюменскую область гибридов моркови / Л.В. Лящева, А.С. Семенов // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы VI Международного симпозиума Всерос. науч.-исслед. ин-та селекции и семеноводства овощных культур РАСХН. – Москва, 2005. – Т. 1. – С. 306-308.

243. Лящева, Л.В. Применение регуляторов роста на моркови в Тюменской области / Л.В. Лящева, А.С. Семенов // Современное развитие АПК: региональный опыт, проблемы, перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ульяновск: Ульян. гос. с.-х. акад., 2005. – Ч. 2-3. - С. 177-180.

244. Лящева, Л.В. Влияние регуляторов роста растений на урожайность, качество и сохранность корнеплодов столовой моркови / Л.В. Лящева, А.С. Семенов // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству / Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. - Москва, 2006. - Т. 2; Технология и земледелие. - С. 354-359.

245. Лящева, Л.В. Урожайность моркови и ее качество в зависимости от приемов возделывания [Гребневая посадка и применение регуляторов роста] / Л.В. Лящева, А.С. Семенов // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 35.

246. Лящева, Л.В. Эффективные приемы подготовки семян моркови к посеву / Л.В. Лящева // Картофель и овощи. – 2007. – № 3. – С. 18.

247. Лящева, Л.В. Применение регуляторов роста при выращивании столовой моркови [Влияние опрыскивания посевов регуляторами роста на урожайность и качество новых гибридов моркови] / Л.В. Лящева, А.С. Семенов, Е.А. Лящев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 2. – С. 31-35.

248. Лящева, Л.В. Влияние регуляторов роста на урожайность и товарность гибридов моркови фирмы Novartis Seeds В. / Л.В. Лящева // Коняевские чтения: материалы V международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: Уральская ГСХА., 2008. – С. 69-72.

249. Лящева, Л.В. Заражённость патогенами и продуктивность растений моркови в зависимости от обработки семян растворами регуляторов роста, в том числе и перекисью водорода / Л.В. Лящева // Научное обеспечение национального

проекта развития АПК Тюменской области: состояние, перспективы: материалы международной научно-практической конференции. – Тюмень: Науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва Сев. Зауралья, 2009. – С. 282-285.

250. Лящева, Л.В. Влияние ивина на биохимические показатели качества корнеплодов моркови, выращенных на разных дозах минеральных удобрений / Л.В. Лящева // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы VIII Международного симпозиума ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. – Москва, 2009. – Т. 2. – С. 205-208.

251. Мажуга Г.Е. Продуктивность томата открытого грунта при применении регулятора роста растений Биоагро-РР в условиях Нижнего Дона / Г.Е. Мажуга, З. Сафаров, А.А. Громаков // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработка продукции растениеводства. – Дон. гос. аграр. ун-т.: пос. Персиановский [Рост. обл.], 2019. – С. 29-32.

252. Мазинг, В.В. О функциональной структуре растительности (на примере верховых болот) / В.В. Мазинг // Бюллетень МОИП, отд. биол., 1980. – Т.85. Вып.3. – С. 57-63.

253. Маринеску, К.М. Биологические основы повышения плодородия малопродуктивных почв Молдавии: автореф. дис. ... канд. биол. наук / К.М. Маринеску. – Ленинград: ЛГУ, 1989. – 16 с.

254. Марков, М.В. Культурфитоценология как теоретическая основа создания искусственных посевов / М.В. Марков // Основные проблемы современной геоботаники. – Москва: Наука, 1968. – С. 103-112.

255. Марков, М.В. Агрофитоценология как наука / М.В. Марков // Проблемы агробиогеоценологии. – Москва: МГУ, 1979. – С.9-12.

256. Марков, М.В. Популяционный состав зимующих однолетников и его динамика в разных агрофитоценозах / М.В. Марков // Проблемы агрогеоботаники. – Ижевск, 1980, –с.51-61.

257. Матевосян, Г.Л. Стимуляция роста и продуктивности цветной капусты под влиянием бензимидазола и его фосфорилированных производных / Г.Л. Матевосян, И.А. Адрицкая // Регуляторы роста и развития растений. – Москва:

Наука, 1981. – С. 220-221.

258. Матевосян, Г.Л. Фосфорилированные азолы и их фиторегуляторная активность: автореф. дис. ... д-ра хим. наук / Г.Л. Матевосян. – Москва: ВНИИХСЗР, 1989. – 40 с.

259. Матевосян, Г.Л. Влияние фиторегуляторов на рост, развитие и продуктивность растений капустной группы / Г.Л. Матевосян, А.А. Кудашов, А.И. Дрижаченко, Г. Шиллинг // Регуляторы роста и развития растений: тез. докл. IV Междунар. конф. – Москва, 1997. – С. 202-203.

260. Матевосян, Г.Л. Биогенные регуляторы роста и индукторы устойчивости растений на основе полиглюкозамина (обзор) / Г.Л. Матевосян, А.Д. Шишов // Эффективность использования природных ресурсов и экология: материалы науч. конф. – Великий Новгород, 2003. – Т. 1. – С. 138-142.

261. Матевосян, Г.Л. Действие новых, защитно-стимулирующих фиторегуляторов на рост, развитие и формирование кочанов у белокочанной капусты / Г.Л. Матевосян, А. Д. Шишов, С.В. Кис / Ученые записки АСХи ПР НовГУ. - Великий Новгород, 2004. - Т. 12, вып. 3. - С. 15-21.

262. Матевосян, Г.Л. Действие новых биогенных регуляторов роста - индукторов устойчивости на величину и качество урожая белокочанной капусты / Г.Л. Матевосян, А.Д. Шишов, С.В. Кис // Ученые записки ИСХ и ПР НовГУ. - Великий Новгород, 2005. - Т. 13, вып. 1. - С. 54-60.

263. Матевосян, Г.Л. Регуляция роста и продуктивности основных овощных культур и картофеля / Г.Л. Матевосян, А.Д. Шишов. – Великий Новгород, 2007. – 138 с.

264. Матевосян, Г. Влияние фиторегуляторов и удобрений на рост, развитие и формирование кочанов у белокочанной капусты / Г. Матевосян, А. Шишов, А. Матов // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2009. – № 1-2. – С. 12-14.

265. Матевосян, Г. Физиолого-биохимические аспекты формирования кочанов у капусты при применении фиторегуляторов и удобрений / Г. Матевосян, А. Шишов, А. Матов // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2009. – № 1-2. – С. 15-17.

266. Мауриня, Х.А. Влияние этрела на процесс дыхания, сдвиг пола и

урожай растений огурца и шпината / Х.А. Мауриня, Р.Я. Варна, В.Р. Эглите // Регуляторы роста и развития растений. – Москва: Наука, 1982. – С.262.

267. Механизм биологической конкуренции. – Москва, Мир, 1964. – 444 с.

268. Методические рекомендации по агротехническим исследованиям с овощными и бахчевыми культурами в открытом грунте/под ред. В.Ф. Белика и Г.Л. Бондаренко. – Харьков, 1972. – 203с.

269. Миненков, А.Р. Влияние азотобактерина на сельскохозяйственные культуры /А.Р. Миненков //Труды Горьковского СХИ. – 1939. – Т.II. – С. 61-71.

270. Миркин, Б.М. Проблема классификации агрофитоценозов / Б.М. Миркин, Ф.М. Ханов // Теоретические проблемы фитоценологии и биогеоценологии. – Москва: Наука, 1970. – С. 117-125.

271. Миркин Б.М. Системный подход к фитоценологии / Б.М. Миркин, Г.С.Розенберг // Журнал общей биологии. – 1978. – Т.39, вып. 2. - С. 167-178.

272. Миркин, Б.М. О связях эу- и агрофитоценологии / Б.М. Миркин // Тез. Всесоюзного совещ. по проблемам агрофитоценологии и агробиогеоценологии. - Ижевск, 1981. – С. 18-21.

273. Миркин, Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии / Б.М. Миркин. – Москва: Наука, 1985. – 136 с.

274. Миркин, Б.М. Современные проблемы агрофитоценологии. / Б.М. Миркин // Журнал общей биологии. – 1986. – Т.47, вып.1. – С. 3-12.

275. Миркин, Б.М. Актуальные задачи современной агрофитоценологии / Б.М. Миркин // Общие проблемы биогеоценологии. – Москва, 1986. – С.20-22.

276. Миркин, Б.М., Абрамова Р.М., Рудаков К.М. О специфике сегетальных компонентов посевов пшеницы в Башкирии / Б.М. Миркин, Р.М. Абрамова, К.М. Рудаков // Биоценоз пшеничного поля. – Москва: Наука, 1986. – С. 18-27.

277. Миркин, Б.М. Место экологофлористической классификации сегетальной растительности в разработке новой сельскохозяйственной стратегии / Б.М. Миркин, Л.М. Абрамова, А.Р. Ишбирдин // Биологические науки. – 1987. - № 8. – С. 31-39.

278. Миркин, Б.М. Актуальные проблемы развития агрофитоценологии. / Б.М. Миркин // Общие проблемы биогеоценологии. – Москва: Наука, 1990. –

С.151-164.

279. Миркин, Б.М. Растительные сообщества наших полей / Б.М. Миркин, К.А. Злобин. – Москва: Знание, 1990. – 64 с.

280. Миркин, Б.М. Агрофитоценология в СССР: состояние и перспективы / Б.М. Миркин // Сельскохозяйственная биология. – 1991. – №1. – С.3-17.

281. Миркин, Б.М. Оптимизация структуры агроэкосистем: содержание, проблемы и подходы в реализации / Б.М. Миркин, Р.И. Хазиахметов, А.И. Соломещ // Журнал общей биологии. – 1992. – Т.53, вып.1. – С.18-30.

282. Мишустин, Е.Н. Применение азотобактерина в агротехнике сельскохозяйственных растений / Е.Н. Мишустин, А.Н. Петрова // Получение и применение бактериальных удобрений. – Киев: АН УССР. – 1958. – С.38-43.

283. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е.Н. Мишустин. – Москва: Наука, 1972. – 343 с.

284. Мишустин, Е.Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов / Е.Н. Мишустин. Москва: Наука, 1975. – 105 с.

285. Мордкович В.Г. Степные экосистемы / В.Г. Мордкович. – Новосибирск: Наука, 1988. – 207 с.

286. Мошкова М.В. Влияние влажности на азотфиксирующую активность дерново-подзолистых почв / М.В. Мошкова // Почвоведение. – 1982.- №1. – С.92-95.

287. Музыкантов, В. П. Препараты экост – эффективные регуляторы роста овощных растений / В.П. Музыкантов, Д.Б. Дорохов, М.М. Янина // Регуляторы роста и развития растений. – Москва, 1997. – С. 255-256.

288. Муминов, Т.Г. Некоторые итоги эффективности применения регуляторов роста растений на овощных и плодовых культурах в Узбекской ССР/ Т.Г. Муминов, Ф.Л. Азимов, М.М. Сингуллаев // Применение регуляторов роста в сельском хозяйстве. – Москва, 1985. – С. 55-56.

289. Муромцев, Г.С. Гормоны растений гиббереллины / Г.С. Муромцев, В.Н. Агнестикова. – Москва: Наука, 1973. – 270 с.

290. Муромцев, Г.С. Гиббереллины в регуляции физиологических процессов у растений / Г.С. Муромцев, В.Н. Агнестикова // Регуляторы роста и раз-

вития растений. – Москва: Наука, 1982. – С. 12.

291. Муромцев, Г.С. Регуляторы роста растений и урожай/ Г.С. Муромцев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1984. – №7. – С.75-84.

292. Муромцев, Г.С. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г.С. Муромцев, Д.И. Чкаников, О. Н. Кулаева, К. З. Гамбург. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 383 с.

293. Мусаев, М.Р. Продуктивность сортов капусты белокочанной на фоне регуляторов роста в предгорной подпровинции Республики Дагестан [Регуляторы роста Эпин-Экстра и Новосил] / М.Р. Мусаев, А.А. Магомедова, З.М. Мусаева. – Проблемы развития АПК региона. – 2019. – №2. – С. 106-110.

294. Мухин, В.Д. Подготовка семян овощных культур к посеву /В.Д. Мухин. – Москва: Московский рабочий, 1979. – 100с.

295. Мухортов, С.Я. Подбор сортов и гибридов томата с целью создания конвейера потребления плодов в свежем виде/ С.Я. Мухортов// Приемы повышения урожайности овощных культур в ЦЧЗ. – Воронеж: Воронежский СХИ, 1986. - С. 64-68.

296. Мухортов, С.Я. Применение гидрела для ускорения созревания томата/ С.Я. Мухортов// Депонирована во ВНИИТЭИСХ, №8063, №397-86 - Деп. Рж. Картофель. Овощные и бахчевые культуры, 1987, № 5. – 15 с.

297. Мухортов, С.Я. Одноразовую уборку томата – в производство/ С.Я. Мухортов // Воронеж: ВСХИ, Выставка агропромышленного комплекса Агропромышленного комитета Воронежской области, 1987. – 10 с.

298. Мухортов, С.Я. Одноразовую уборку томатов – в производство/ С.Я. Мухортов// Информационный листок. ВДНХ СССР. – Москва: ЦНТИПР Госагропрома РСФСР, 1987. – 4с.

299. Мухортов, С.Я. К методике рационального планирования эксперимента в овощеводстве / С.Я. Мухортов // Селекция, семеноводство и технология возделывания овощных культур: сб. научных трудов ВСХИ. – Воронеж, 1989. – С. 61-64.

300. Мухортов, С.Я. Конвейерная уборка – путь к равномерному снабжению населения плодами томата из открытого грунта / С.Я. Мухортов // Вклад молодых ученых ЦЧЗ в интенсификацию сельскохозяйственного производства в но-

вых условиях хозяйствования: материалы региональной научно-практической конференции молодых ученых. – Воронеж, 1989. – С.80-82.

301. Мухортов, С.Я. Применение регуляторов роста растений на томатах с целью рационализации использования земли / С.Я. Мухортов, А.Н. Юрьев, Н.И. Ольховской // Интенсификация и рациональное использование земель: тезисы республиканской научно-технической конференции. – Волгоград, 1990. – С. 61-62.

302. Мухортов, С.Я. Микробиологическое обоснование эффекта от применения азотобактерина / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова, А.В. Евсеев // Проблемы экологии в сельском хозяйстве. – Пенза, 1993. – Ч.II. – С.31-32.

303. Мухортов, С.Я. Биотехнологический метод регулирования качества продукции капусты белокочанной / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Экология и здоровье. – Пенза, 1993. – Ч.II. – С. 22-23.

304. Мухортов, С.Я. Методика рационального планирования экспериментов (методические указания к составлению планов и обработке данных) / С.Я. Мухортов. – Воронеж: ВГАУ, 1994. – 25 с.

305. Мухортов, С.Я. Микробиологические процессы и продуктивность капусты белокочанной при применении азотобактерина / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Эколого-физиологические условия формирования урожая овощных культур. – Воронеж, 1994. – С.13-21.

306. Мухортов, С.Я. К биотехнологии получения экологически безопасной продукции овощных культур / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Проблемы интеграции экологической и хозяйственной политики в Черноземном центре России. – Мичуринск, 1995. – Ч.II. – С.52.

307. Мухортов, С.Я. Регулирование функциональных связей в почвенном блоке агроэкосистем биологическими приемами / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Проблемы интеграции экологической и хозяйственной политики в Черноземном центре России. – Мичуринск, 1995. – Ч.II. - С. 54.

308. Мухортов, С.Я. Использование азотобактерина для регулирования качества получаемой продукции / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Агроэкологические проблемы применения средств химизации в земледелии ЦЧЗ. – Воронеж:

ВГАУ, 1995. – С.175-179.

309. Мухортов, С.Я. Регулирование адаптивных свойств агрофитоценозов с овощными культурами / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Резервы стабилизации аграрного производства: тезисы докладов научной конференции ВГАУ. – Воронеж, 1996. – Ч.1. – С. 19.

310. Мухортов, С.Я. Регулирование механизма накопления нитратов в овощных культурах / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Резервы стабилизации аграрного производства: тезисы докладов научной конференции ВГАУ. – Воронеж, 1996. – Ч.1. – С.58.

311. Мухортов, С.Я. Получение экологически безопасной продукции овощных культур на орошаемых черноземах / С.Я. Мухортов // Совершенствование технологии в промышленном садоводстве и овощеводстве. – Воронеж, 1996. – С. 62-65.

312. Мухортов, С.Я. О возможности регулирования функциональных связей в почвенном блоке агроценозов / С.Я. Мухортов, А.В. Евсеев, В.В. Рябчикова // Стабилизация развития АПК Центрального Черноземья на основе рационального использования природно-ресурсного потенциала: тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения В.В. Докучаева. – Воронеж: ВГАУ, 1996. – С.85-87.

313. Мухортов, С.Я. Некоторые аспекты создания и регулирования состояния агроценоза капусты белокочанной/ С.Я. Мухортов, К.В. Аксенов // Обеспечение стабилизации АПК в условиях рыночных форм хозяйствования: тезисы докладов межрегиональной научно-практич. конференции молодых ученых и специалистов. – Воронеж, 1997. – Ч.1. – С.138-139.

314. Мухортов, С.Я. Управление производственным процессом в овощных агроценозах / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Проблемы сельскохозяйственного производства в изменяющихся экономических и экологических условиях: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию Смоленского с.-х. института. – Смоленск, 1999. – Ч.II, раздел 2. – С.276-277.

315. Мухортов, С.Я. Метеорологический блок агроэкосистемы в динамике воздействия БАВ на агроценоз капусты белокочанной / С.Я. Мухортов, В.В.

Рябчикова // Достижения аграрной науки в начале XXI века: материалы научной и учебно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов Воронежского ГАУ им. К.Д.Глинки. – Воронеж, 2002. – С.127-135.

316. 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: материалы международной научно-практической конференции. – Пенза, 2002. – Т.1. – С. 230-232.

317. Мухортов, С.Я. Управление продукционным процессом в овощных агроценозах / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: тезисы докладов Всероссийской конференции. – Москва, 2002. – С. 292.

318. Мухортов, С.Я. Применение азотобактерина на посевах капусты белокочанной / С.Я. Мухортов, П.Н. Воробьев, Т.А. Попова // Актуальные направления развития экологически безопасных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ВГАУ и 10-летию технологического факультета ВГАУ. – Воронеж, 2003. –Т.1. Ч. 1. – С. 56-60.

319. Мухортов, С.Я. Влияние приемов подготовки семян на продуктивность пастернака / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Селекция и семеноводство корнеплодных овощных культур (к 70-летию Воронежской овощной опытной станции ВНИИО): IV Квасниковские чтения. – Москва, 2005. – С. 109-113.

320. Мухортов, С.Я. Перспективы выращивания и использования пастернака / С.Я. Мухортов, М.А. Салимов // Вклад молодых ученых в решение проблем аграрной науки: материалы межвузовской научно-практической конференции молодых ученых. – Воронеж: ВГАУ, 2005. – С.27-30.

321. Мухортов, С.Я. Использование биологически активных веществ с целью реализации потенциальной продуктивности пастернака в лесостепи ЦЧР / С.Я. Мухортов, М.А. Салимов // Вклад молодых ученых в решение проблем аг-

рарной науки: материалы межвузовской научно-практической конференции молодых ученых. – Воронеж: ВГАУ, 2005. – С. 30-33.

322. 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: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Великого преобразователя природы И.В. Мичурина. – Воронеж: ВГАУ, 2005. – С. 173-178.

323. 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: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Великого преобразователя природы И.В. Мичурина. – Воронеж: ВГАУ, 2005. – С. 178-181.

324. Мухортов, С.Я. Влияние обработки БАВ на сохранность корнеплодов пастернака / С.Я. Мухортов, М.А. Салимов // Аспекты современных агротехнологий: сборник научных трудов, посвященный 120-летию со дня рождения выдающегося педагога, ученого, организатора, общественного деятеля, дважды лауреата Сталинской премии, заслуженного деятеля науки, академика Ивана Вячеславовича Якушкина. – Воронеж: ВГАУ, 2005. – С. 76-79.

325. Мухортов, С.Я. Регулирование функционирования овощных агроценозов при использовании биологически активных веществ. - Т.П. Технология и земледелие / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству (к 75-летию Всероссийского НИИ овощеводства). – Москва: РАСХН-ВНИИО, 2006. – С. 401-406.

326. 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: материалы международной научно-практической конференции. – Мичуринск-наукоград РФ, 2007. – Т.1. – С. 185-189.

327. 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: материалы международной научно-практической конференции. – Мичуринск-наукоград РФ, 2007. – Т.1. – С. 189-195.

328. Мухортов, С.Я. Регулирование роста и продуктивности столовых корнеплодов в Центральном черноземном регионе [Предпосевная обработка семян моркови и пастернака регуляторами роста] / С.Я. Мухортов, А.В. Королев, М.А. Салимов // Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству Всерос. науч.-исслед. ин-та овощеводства. – Москва, 2009. – С. 319-322.

329. Мухортов, С.Я. Применение биологически активных веществ в агроценозах капусты цветной и брокколи в ЦЧР/ С.Я. Мухортов, А.О. Кузнецов// Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству Всерос. науч.-исслед. ин-та овощеводства. – Москва, 2009. – С. 322-324.

330. Мухортов, С.Я. Влияние БАВ на зеленные культуры в пленочной теплице / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова // Агробиологические основы повышения урожайности и качества полевых культур в ЦЧР: юбилейный сборник научных трудов, посвященный 95-летию агрономического факультета. – Воронеж, 2009. – С.28-31.

331. Мухортов, С.Я. Влияние БАВ на рост и продуктивность столовых корнеплодов в ЦЧР / С.Я. Мухортов, А.В. Королев, М.А. Салимов // Агробиологические основы повышения урожайности и качества полевых культур в ЦЧР: юбилейный сборник научных трудов, посвященный 95-летию агрономического факультета. – Воронеж, 2009. – С.31-34.

332. Мухортов, С.Я. Действие БАВ в агроценозах капусты цветной и брокколи в ЦЧР / С.Я. Мухортов, А.О. Кузнецов // Агробиологические основы повышения урожайности и качества полевых культур в ЦЧР: юбилейный сборник научных трудов, посвященный 95-летию агрономического факультета. – Воронеж, 2009. – С.36-39.

333. Мухортов, С.Я. Влияние регуляторов роста на агроценозы разных

сортов гороха овощного / С.Я. Мухортов // Научное обеспечение инновационного развития плодоовощной отрасли в Центральном Черноземье России. – Воронеж: ВГАУ, 2012. – С. 156-164.

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

335. Мухортов С.Я. Регуляторы роста растений на моркови в лесостепи ЦЧР / С.Я. Мухортов // Коняевские чтения: материалы Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2013. – С. 313-316.

336. Мухортов С.Я. Эффективность применения фитогормонов на посевах столовой свеклы в ЦЧР / С.Я. Мухортов, Р.Г. Ноздрачева // Коняевские чтения: материалы Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2013. – С. 317-320.

337. 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.

338. 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.

339. 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.

340. 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: материалы международной конференции, посвященной 100-летию кафедры ботаники, защиты растений, биохимии и микробиологии. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2014. – С.117-120.

341. Мухортов С.Я. Регуляторы роста на столовой свекле / С.Я. Мухортов // Агротехнологии XXI века: концепции устойчивого развития: материалы международной конференции, посвященной 100-летию кафедры ботаники, защиты растений,

биохимии и микробиологии. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2014. – С. 121-126.

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

343. 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.

344. 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: материалы Международной научно-практической конференции. – Москва, 2014. – С. 112-115.

345. Мухортов С.Я. Действие фитогормонов на адаптивную способность агроценозов томата / С.Я. Мухортов // 21 век: фундаментальная наука и технологии: Материалы V международной научно-практической конференции.– North Charleston, USA, 2014. – Том 3. – С. 111-114.

346. Мухортов С.Я. Влияние фитогормонов на рост, развитие и продуктивность столовой моркови / С.Я. Мухортов, О.С. Пономарева // Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки: Материалы V международной научно-практической конференции. – North Charleston, USA, 2015. – Том 2. – С. 111-113.

347. Мухортов С.Я. Влияние регуляторов роста на агроценозы столовой свеклы / С.Я. Мухортов, О.С. Пономарева // Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки: Материалы V международной научно-практической конференции. – North Charleston, USA, 2015. – Том 2. – С. 114-116.

348. Мухортов С.Я. Действие фитогормонов в посевах бобов овощных / С.Я. Мухортов, А.О. Кузнецов // Вестник Воронежского государственного аграр-

ного университета. – 2015. – №1. – С.30-33.

349. 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.

350. 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.

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

352. Мухортов С.Я. Сортовая реакция кориандра посевного на применение регуляторов роста / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Основы повышения продуктивности агроценозов: материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти известных ученых И.А. Муромцева и А.С. Татаринцева. – Мичуринск-научоград РФ, 2015. – С.129-132.

353. Мухортов С.Я. Эффективность применения регуляторов роста на горчице посевной / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Основы повышения продуктивности агроценозов: материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти известных ученых И.А.Муромцева и А.С.Татаринцева. – Мичуринск-научоград РФ, 2015. – С.132-136.

354. Мухортов С.Я. Влияние фитогормонов на рост, развитие и продуктивность столовой свеклы / С.Я. Мухортов, О.С. Пономарева // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции / Воронежский ГАУ. – Воронеж, Ч.3, 2015. – С.77-80.

355. Мухортов С.Я. Регуляторы роста на горчице листовой / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Коняевские чтения: материалы V Юбилейной международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2016. - С. 216-218.

356. Адаптивные свойства агроценозов при применении фитогормонов / С.Я. Мухортов, Ю.С. Микулина, Н.В. Стазаева, П.Н. Воробьев // Вестник Воро-

нежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2. – С.66-73.

357. 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.

358. 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.

359. Мухортов С.Я. Продуктивность горчицы листовой при изменении схем размещения растений / С.Я. Мухортов, И.Б. Тихомирова // Актуальные вопросы садоводства ЦЧР в современных условиях: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Салманова А.С. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2017. – С. 79-86.

360. 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: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Салманова А.С. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2017. – С. 118-124.

361. Мухортов С.Я. Оптимизация овощных агробиоценозов в Центральном Черноземье России / С.Я. Мухортов // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ВГАУ. – Воронеж: Воронежский ГАУ 2017. – Часть 2. – С. 112-119.

362. Мухортов С.Я. Возможности применения этиленпродуцентов в агроценозах / С.Я. Мухортов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 50. – С. 214-218.

363. 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.

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

365. Мухортов С.Я. Действие этиленпродуцентов на томате в лесостепи ЦЧР / С.Я. Мухортов // Актуальные проблемы современной России и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию факультета агрономии, агрохимии и экологии .– Воронеж: ВГАУ, 2018. – Ч. 2. – С.110-113.

366. 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.

367. Мухортов С.Я. Биологическое разнообразие агробиоценоза как фактор повышения продуктивности томата / С.Я. Мухортов // Сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения С.И. Леонтьева. – Омск: Омский ГАУ., 2019. – С. 377-381.

368. Мухортов С.Я. Использование сидератов как фактора увеличения продуктивности томата / С.Я. Мухортов // Актуальные проблемы и современные тенденции развития садоводства России: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Венямина А.Н. – Воронеж: ВГАУ, 2019. – С. 134-140.

369. 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: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Венямина А.Н. – Воронеж: ВГАУ, 2019. – С.178-183.

370. 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: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Венямина А.Н. – Воронеж: ВГАУ, 2019. – С.129-134.

371. 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.

372. Мухортов С.Я. Пути создания устойчивых ценозов с овощными культурами в ЦЧР / С.Я. Мухортов // Келлеровские чтения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения Б.А. Келлера и 130-летию со дня рождения Б.М. Козо-Полянского. – Воронеж: ВГАУ, 2020. – С. 109-116.

373. 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.

374. Мухортов С.Я. Оценка адаптивного потенциала томата [Электрон. ресурс] / С.Я. Мухортов // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/6/st_606.pdf.

375. Неустроева С.Н. Аллелопатическая роль культурного растения в агрофитоценозе / С.Н. Неустроева // Агрофитоценоз, его специфика и структура. – Казань: изд. Казанского ун-та, 1978. – С. 19-42.

376. Никелл, Л.Дж. Регуляторы роста растений. Применение в сельском хозяйстве / Л.Дж. Никелл. – Москва: Колос, 1978. – 192 с.

377. Никитин, Д.И. Процессы самоочищения окружающей среды и паразиты бактерий / Д.И. Никитин, Е.С. Никитина. – Москва: Наука, 1978. – 205с.

378. Николук, В.Ф. Биомасса простейших как показатель окультуренности и плодородия почвы / В.Ф. Николук, М.И. Мавлянова // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – Москва: Наука, 1976. - С. 278-292.

379. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность и первичная продуктивность фитоценозов на современном этапе эволюции биосферы / А.А. Ничипорович // Проблемы биогеоценологии. – Москва: Наука, 1973. – С. 157-174.

380. Номоконов Л.И. Общая биогеоценология / Л.И. Номоконов. – Ростов, 1989. – 456 с.

381. Номоконов Л.И. Теория и практика конструирования и экспериментального воспроизведения высокопродуктивных кормовых агроценозов / Л.И. Номоконов, В.Г. Сидоренко // Структурно-функциональная организация биогеоценозов. – М., 1980. – С. 164-184.

382. Овощеводство / под ред. Тараканова Г.И. и Мухина В.Д. – Москва: Колос, 2003. – С. 286-305.
383. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – Москва: Мир, 1975. – 740 с.
384. Одум Ю. Экология / Ю. Одум. – Москва: Мир, 1986. – Т.1, 328 с.
385. Одум Ю.П. Свойства агроэкосистем / Ю.П. Одум // Сельскохозяйственные экосистемы. – Москва, 1987. – С. 12-18.
386. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв / Д.С. Орлов. – Москва: МГУ, 1974. – 205 с.
387. Паденов К.П. Сорные растения, их вредоносность, методы учета и меры борьбы. Обзорная информация / К.П. Паденов, В.К. Довбан. – Минск, 1979. – 54 с.
388. Перегудов, С.В. Оценка действия препаратов Эпин экстра и Циркон на рост и продуктивность моркови / С.В. Перегудов, Л.А. Таланова, А.В. Перегудова // Агрехимический вестник. – 2010. – № 2. – С. 30-31.
389. Петриченко, В.Н. Регуляторы роста растений и микроудобрения повышают урожай и сохраняемость корнеплодов / В.Н. Петриченко, О.С. Туркина // Картофель и овощи. – 2011. – № 3. – С. 19-20.
390. Печуркин, Н.С. Энергетические аспекты развития надорганизмных систем / Н.С. Печуркин. – Новосибирск: Наука, 1982. – 113 с.
391. Печуркин, Н.С. Энергия и жизнь / Н.С. Печуркин. – Новосибирск: Наука, 1988. – 190 с.
392. Пивоваров, Г.Е. Исследование токсикоза почв в агробиогеноценозах и разработка мер снижения его отрицательных последствий для урожая. / Г.Е. Пивоваров // Проблемы агробиогеноценологии. – Москва, 1979. – С. 45-50.
393. Пиментел, Д. Затраты энергии в агроэкосистемах. / Д. Пиментел // Сельскохозяйственные агроэкосистемы. – Москва, 1987. – С. 119-131.
394. Плетнева, Т.Н. Влияние Azotobacteria на урожайность, качество и некоторые болезни томатов сорта «Горьковский 44» / Т.Н. Плетнева, Г.Н. Ладыгина, А.М. Дыдыкин. – Н.Новгород, 1998. – С. 187-190.
395. Полевой, А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов / А.Н. Полевой. – Ленинград: Гидрометеоиэдат, 1988. – 320 с.

396. Полевой, В.В. Фитогормоны/ В.В. Полевой. – Ленинград: Изд-во Ленинградского университета, 1982. – 249 с.
397. Пономарева, В.В. Гумус и почвообразование / В.В. Пономарева, Т.А. Плотникова. – Ленинград: ЛГУ, 1980. – 187с.
398. Попов, П.Д. Обеспечить бездефицитный баланс гумуса / П.Д. Попов // Земледелие. – 1987. – №8. – С. 38-39.
399. Попов, Ю.В. Уровень допустимых потерь от вредных организмов. / Ю.В. Попов, М.А. Володичев // Совершенствование контроля фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур с целью предотвращения вспышек массового размножения болезней, вредителей и сорняков: тез. докл. координационного совещ ВНИИФ. – Москва, 1994. – С. 241-251.
400. Протоdjяконов, М.М. Методика рационального планирования экспериментов / М.М. Протоdjяконов. – Москва: Изд-во института горного дела, 1962. – 74 с.
401. Протоdjяконов, М.М. Методика рационального планирования экспериментов / М.М. Протоdjяконов, Р.И. Тедер. – Москва: Институт физики Земли, 1969. – 83с.
402. Протоdjяконов, М.М. Методика рационального планирования экспериментов / М.М. Протоdjяконов, Р.И. Тедер. – Москва: Наука, 1970. – 92с.
403. Работнов, И.А. Роль физико-химических условий в жизнедеятельности микроорганизмов / И.А. Работнов. – Москва: АН СССР, 1957. – 187с.
404. Работнов, Т.А. Актуальные вопросы экологии растений / Т.А. Работнов // Итоги науки и техники. Сер. ботаника. - 1979. - №3. - С. 5-70.
405. Работнов, Т.А. О типах стратегии растений / Т.А.Работнов // Экология. – 1985. – №3. – С. 3-12.
406. Работнов, Т.А. Фитоценология / Т.А. Работнов. – Москва: МГУ, 1992. – 352 с.
407. Работнов, Т.А. О системах фитоцено типов в понимании В.Н. Сукачева и Л.Г. Раменского / Т.А. Работнов // Бюллетень МОИП, отд. биол.. – 1993. – Т.98, вып. 6. – С. 80-88.
408. Работнов, Т.А. Об эволюции растительных сообществ / Т.А. Работнов

// Журнал общей биологии. – 1994. – Т.55, вып.3. – С. 261-270.

409. Райкил, Э.Дж. Моделирование агроэкосистем: уроки, данные экологией / Э.Дж. Райкил // Сельскохозяйственные экосистемы. – Москва, 1987. – С. 155-177.

410. Ракитин, Ю.В. Руководство по ускорению созревания помидоров при помощи этилена/ Ю.В. Ракитин. – Ленинград: Изд-во АН СССР, 1950. – 49 с.

411. Ракитин, Ю.В. Ускорение созревания плодов/ Ю.В. Ракитин. – Москва: Изд. АН СССР, 1955. – 168 с.

412. Ракитин, Ю.В. Применение стимуляторов роста на культуре помидоров/ Ю.В. Ракитин, А.В. Крылов. – Москва, Изд-во АН СССР, 1955. – 68 с.

413. Раменский, Л.Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии / Л.Г. Раменский // Советская ботаника. – 1935. – № 4. – С. 25-43.

414. Рахно, П.Х. Роль азотобактера в повышении урожайности полевых культур в почвенных и климатических условиях Эстонской ССР: автореф. дис. ... канд. биол. наук / П.Х. Рахно. – Киев, 1954. – 25с.

415. Рахтеенко, И.Н., Минько И.Ф. О взаимовлиянии растений вики и овса в чистых и смешанных посевах / И.Н. Рахтеенко, И.Ф. Минько // Материалы первого межвузовского научного совещ. по вопросам агрофитоценологии. – Казань, 1969. – С. 58-67.

416. Рахтеенко, И.Н. Изучение эколого-физиологических взаимоотношений растений в фитоценозе / И.Н. Рахтеенко, Б.И. Якушев, И.А. Кауров // Проблемы агробиогеоценологии: тез. докл. – Москва, 1979. – С. 22-31.

417. Реймерс Н.Ф. Природопользование / Н.Ф. Реймерс. – Москва: Мысль, 1990. – 540 с.

418. Резвякова С.В. Технология производства высококачественных саженцев яблони на основе стимуляторов роста и удобрений / С.В. Резвякова, А.Г. Гурин // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – № 64 (4). – С. 78-88.

419. Резвякова С.В. Влияние почвенных условий на урожайность люпина белого / С.В. Резвякова, А.С. Архангельская // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 6 (87). – С. 33-39.

420. Резвякова С.В. Влияние регулятора роста "эмистим" на выход стандартных саженцев яблони / С.В. Резвякова, А.Г. Гурин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 48. – № 1. – С. 203-206.
421. Резвякова С.В. Приемы повышения продуктивности и экологической устойчивости растений на биологической основе / С.В. Резвякова, А.Г. Гурин, Н.Ю. Ревин, Е.С. Резвякова // Экономические и гуманитарные науки. – 2017. – С. 179.
422. Резвякова С.В. Оценка воздействия стимуляторов роста на повышение зимостойкости и урожайности малины / С.В. Резвякова, Е.С. Резвякова // Вестник аграрной науки. – 2017. – № 5 (68). – С. 3-11.
423. Рекомендации по применению и производственной оценке гумата натрия / Под ред. Л. А. Христовой. – Днепропетровск, 1981. – С. 14.
424. Розенберг, Г.С. О системной экологии / Г.С. Розенберг // Журнал общей биологии. – 1988. – Т.49, вып.5. – С. 580-591.
425. Рубенчик, Л.И. Азотобактер и его применение в сельском хозяйстве / Л.И. Рубенчик. – Киев: АН УССР, 1960. – 161 с.
426. Рыбак, В.М., Утехин В.Д., Фишман М. И. Типология и биологическая продуктивность агрофитоценозов Курской сельскохозяйственной опытной станции в сравнении с естественными лугостепными фитоценозами / В.М. Рыбак, В.Д. Утехин, М.И. Фишман // Тезисы докладов Всесоюзного совещ. по изучению взаимоотношений растений в фитоценозе. – Минск, 1969. – С. 231-240.
427. Свирежев, Ю.М. Иерархическая устойчивость биологических сообществ / Ю.М. Свирежев // Математическое моделирование морских экосистем. – Киев: Наукова думка, 1974. – С. 44-48.
428. Свирежев, Ю.М. Устойчивость биологических сообществ/ Ю.М. Свирежев, Д.О. Логофет. – Москва: Наука, 1978. – 352 с.
429. Седляр, Ф.Ф. Влияние ассоциативного азотфиксатора Азотобактерин на урожайность маслосемян ярового рапса / Ф.Ф. Седляр, М.П. Андрусевич, Н.А. Михайловская // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси. – Минск, 2007. – С. 298-300.

430. Семененко, Н.Н. Влияние биологически активных веществ на урожайность и качество корнеплодов моркови и столовой свеклы [Обработка вегетирующих растений феномеланом и эпином / Н.Н. Семененко, Т.А. Воробьева, М.И. Завадская// Актуальные проблемы агрономии и пути их решения. – Горки: Белорусская ГСХА, 2005. – Вып. 1, Ч. 1. – С. 269-272.

431. Семихатова, О.А. Местный штамм азотобактера, его эффективность и условия применения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук /О.А. Семихатова.- Воронеж, 1958. – 28 с.

432. Сергеева, Л.С. Влияние предпосевного намачивания семян и растворах ФАВ на качество и урожайность моркови / Л.С. Сергеева // Интенсификация возделывания овощных, плодовых и ягодных культур: сб. науч. тр. ЛСХИ. – Ленинград, 1982. – С. 11-14.

433. Сергеева, Л.С. Экономическая эффективность применения ФАВ при предпосевном намачивании семян моркови / Л.С. Сергеева // Интенсификация возделывания овощных, плодовых и ягодных культур: сб. науч. тр. ЛСХИ. – Ленинград, 1982. – С. 14-17.

434. Сергоманов, С.В. Гумат натрия на овощных культурах [Опыты с капустой кочанной, морковью и огурцами в открытом и защищенном грунте] /С.В. Сергоманов // Вестник КрасГАУ. – Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2007. – Вып. 2. – С. 107-118.

435. Сетров, М.И. Основы функциональной теории организации /М.И. Сетров. – Ленинград: Наука, 1972. – 164 с.

436. Сечкарев, Б.И. Культурная флора СССР. Т. XIX. Корнеплодные растения / Б.И. Сечкарев. – Ленинград: Колос, 1971. – С. 267-373.

437. Синягин, И.И. Некоторые теоретические вопросы площади питания растений / И.И. Синягин // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1961. – №4. – С. 61-69.

438. Ситникова, О.А. Влияние регуляторов роста на развитие корневой системы и на образование клубеньков на корнях кормовых бобов/ О.А. Ситникова, А.А. Гриненко, Л.Г. Силкова// Ученые записки МОПИ. – 1967. –Т. 159. – № 3. – С. 75-90.

439. Смирнов, П.С. О применении углеводов ментенового ряда в качестве

регуляторов роста растений / П.С. Смирнов // Гормональные регуляции ростовых процессов. – Москва, 1985. – С. 119-123.

440. Смирнов, П.С. Влияние предпосевной обработки, семян терпеновыми соединениями на урожайность овощных культур и содержание в них аскорбиновой кислоты / П.С. Смирнов, В.В. Базильчик, И.И. Грандберг // Известия ТСХА. – 1986. – № 5. – С. 130-134.

441. Смит, О. Задержка прорастания при помощи регуляторов роста / О. Смит // Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве. – Москва: ИЛ, 1958. – С. 95-98.

442. Советкина, В.Е. Эффективность ростстимулирующего действия производных бензимидазола на основные овощные культуры открытого грунта / В.Е. Советкина, Г.Л. Матевосян, А.Д. Шишов, Л.С. Сергеева // Регуляторы роста и развития растений: тезисы докладов I Всесоюзн. конф. – Москва, 1981. – С. 279-280.

443. Советкина, В.Е. Применение регуляторов роста при выращивании томата / В.Е. Советкина, Г.Л. Матевосян, А.Ю. Мазрук // Агрохимия. – 1990. – Т. 6. – С. 82-87.

444. Советкина, В.Е. Эффективность ростстимулирующего действия производных бензимидазола на овощные культуры открытого грунта / В.Е. Советкина, Л.С. Сергеева, Г.Л. Матевосян // Регуляторы роста и развития растений. – Москва: Наука, 1982. – С.279.

445. Советкина, В.Е. Изыскание оптимальной концентрации хлорхолинхлорида при выращивании цветной капусты / В.Е. Советкина, Т.И. Козырева // Использование регуляторов роста и полимерных материалов в овощеводстве: сб. науч. тр. ЛСХИ. – Л., 1986. – С.8-14.

446. Советкина, В.Е. Агробиологическая эффективность ФАВ при возделывании основных овощных культур в СПО Ленинградской области / В.Е. Советкина, Г.Л. Матевосян, Д.Х. Шашенкова, А.Д. Шишов // Биологически активные вещества в сельском хозяйстве. – Ленинград: Наука, 1988. – С. 13.

447. Советкина, В.Е. Эффективность действия регуляторов роста при выращивании столовой свеклы / В.Е. Советкина, З.А. Степанова, Г.Л. Матевосян, и

др. // Агрехимия. – 1987. – Т. 2. – С. 86-89.

448. Советкина, В.Е. Фототехническая программа регулирования роста и развития основных овощных культур / В.Е. Советкина, Г.Л. Матевосян, Л.С. Сергеева // Регуляторы роста и развития растений. – Москва, 1993. – Т. 1. – С. 63.

449. Сокол, П.Ф. Улучшение качества продукции овощных и бахчевых культур / П.Ф. Сокол. – Москва: Колос, 1978. – 293с.

450. Соколов, В.Е. Экологическая оптимизация агроландшафта / В.Е. Соколов. – Москва: Наука, 1987. – 239 с.

451. Соколов, М.С. Экологизация защиты растений / М.С. Соколов, О.А. Монастырский, Э.А. Пикушова. – Пушкино, 1994. – 463 с.

452. Соколова Е.А. Признаки подбора компонентов совместных разновидовых посевов / Е.А. Соколова, Г.И. Микрюков // Проблемы агробиогеоценологии. – Москва, 1979. – С. 37-39.

453. Соколова, М.Г. Влияние бактериальных биопрепаратов на физиологические параметры растений / М.Г. Соколова, Г.П. Акимова, Л.В. Нечаева // Устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды. – Иркутск, 2007. – С. 251-254.

454. Соколова, М.Г. Бактериальные биопрепараты и их влияние на урожай томатов и картофеля / М.Г. Соколова, Г.П. Акимова, А.В. Рудиковский // Плодородие. – 2008. – №1. – С.26-27.

455. Соколова, М.Г. Влияние бактериальных биопрепаратов на урожай картофеля и его качество / М.Г. Соколова, Г.П. Акимова, А.В. Бойко, Л.В. Нечаева // Агрехимия. – 2008. – №6. – С. 62-67.

456. Соколова, М.Г. Эффективность применения биопрепаратов ассоциативных бактерий на различных овощных культурах / М.Г. Соколова, Г.П. Акимова, Ш.К. Хуснидинов // Агрехимия. – 2009. – №7. – С. 54-59.

457. Соколова, М.Г. Воздействие микробиологических препаратов на химический состав почвы и культурные растения / М.Г. Соколова, Г.А. Белоголова, Г.П. Акимова // Плодородие. – 2011. – №6. – С. 29-31.

458. Соколова М.Г. Влияние инокуляции ризосферными бактериями на рост растений и транслокацию микроэлементов из загрязненных почв / М.Г. Соколова, Г.А. Белоголова, Г.П. Акимова. – Агрехимия. – 2016. – № 7. – С. 72-80.

459. Старцев, В.И. Влияние подкормок азотфосфорной и гуматом на товарную спелость головок капусты брокколи сорта Тонус / В.И. Старцев, А.В. Вюртц // Нетрадиционные и редкие растения, природные соединения и перспективы их использования. - Белгород, 2006. – Т. 1. – С. 367-369.

460. Степанова, З.А. Эффективность различных способов применения физиологически активных веществ при выращивании столовой свеклы / З.А. Степанова // Использование регуляторов роста и полимерных материалов в овощеводстве: сб. науч. тр. ЛСХИ. – Ленинград, 1984. – С. 12-13.

461. Степанова, З.А. Сравнительная оценка применения регуляторов роста при выращивании столовой свеклы: автореф. дис.... канд. с.-х. наук / З.А. Степанова. – Ленинград, ЛСХИ. – 1987. – 16с.

462. Сукачев, В.Н. Главнейшие понятия из учения о растительном покрове / В.Н. Сукачев // Растительность СССР. – Москва, 1938. – С. 15-31.

463. Сукачев, В.Н. Основы теории биогеоценологии / В.Н. Сукачев // Юбилейный сборник, посвященный тридцатилетию Великой Октябрьской социалистической революции. – Москва - Ленинград: Наука, 1947. – Т.2. – С.283-305.

464. Сукачев, В.Н. О некоторых основных вопросах фитоценологии / В.Н. Сукачев // Проблемы ботаники. – Ленинград: АН СССР, 1950. Т. 1. – С.449-464.

465. Сукачев, В.Н. Основные современные проблемы биоценологии / В.Н. Сукачев // Журнал общей биологии. – 1965. – Т.26, вып. 3. – С. 249-260.

466. Сукачев, В.Н. Основные понятия о биогеоценозах и общее направление их изучения / В.Н. Сукачев // Программа и методика биогеоценологических исследований. – Москва: Наука, 1974. – С. 5-13.

467. Сукачев, В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии. / В.Н. Сукачев // Основы лесной биогеоценологии. – Москва: Наука, 1964. – С. 5-49.

468. Сулиман А.А.; Абрамов А.Г.; Шаламова А.А. Влияние регуляторов роста на качество плодов томата / А.А. Сулиман, А.Г. Абрамов, А.А. Шаламова //

Овощи России. – 2020. – №1. – С. 54-57.

469. Сюбаева А.О. Эффективность биологического удобрения азобактерин-АФ на столовой свекле /А.О. Сюбаева, В.И. Титова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 1. – С. 36-38.

470. Сытник, К.М. Биосфера, экология, охрана природы. Справочное пособие / К.М. Сытник, А.В. Брайон, А.В. Городецкий. – Киев: Наукова думка, 1997. – 524 с.

471. Сычев С.М. Адаптивные технологии выращивания овощных культур в Центральном регионе РФ / С.М. Сычев, И.В. Сычева, В.М. Рыченкова. – Брянск: Брянский ГАУ, 2021. – 158 с.

472. Сычёв С.М. Оценка эффективности влияния регуляторов роста и развития растений на посевные показатели моркови столовой / С.М. Сычёв, А.С. Попова // Главный агроном. – 2019. – № 1 (168). – С. 60.

473. Сычёва И.В. Аспекты фитосанитарного мониторинга при возделывании моркови столовой в Брянской области / И.В. Сычёва С.М. Сычёв // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 6 (76). – С. 20-27.

474. Сычёв С.М. Проблемы и перспективы развития овощеводства Брянской области / С.М. Сычёв, А.С. Попова, В.В. Селькин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 48. – № 1. – С. 252-255.

475. Сычева, В.П. Пораженность томатов болезнями в зависимости от обработки их препаратом гибберсиб / В.П. Сычева, В.М. Чекуров, И.П. Сычев // Роль фитогормонов в проявлении некоторых признаков у растений. – Новосибирск, 1983. – С. 151-155.

476. Таккель, Э.А. Применяйте гербициды на посевах свеклы вместе с антимотом альбит [Столовая свекла] / Э.А. Таккель// Картофель и овощи. – 2010. – № 1. - С. 20-21.

477. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер. – Москва: Колос, 1979. – 216 с.

478. Тимонин, А.К. О статье А.М. Гилярова «Соотношение органицизма и редукционизма как основных методологических подходов в экологии» / А.К. Тимонин // Журнал общей биологии. – 1989. – Т.50, вып. 3. – С.423-426.

479. Тимофеев-Ресовский, Н.В. Краткий очерк теории эволюции / Н.В. Тимофеев-Ресовский, Н.Н. Воронцов, А.В. Яблоков. – Москва: Наука, 1969. – 408 с.
480. Титлянова, А.А. Продукционный процесс в агроценозах пшеницы / А.А. Титлянова // Биоценоз пшеничного поля. – Москва: Наука, 1986. – С. 4-12.
481. Тишлер, В. Сельскохозяйственная экология / В. Тишлер. – Москва: Колос, 1971. – 456 с.
482. Триандафилова, С.Н. Влияние микроэлементов и нового биопрепарата вэрва на продуктивность, биохимический состав и лежкость свеклы столовой / С.Н. Триандафилова, Г.Т. Шморгунов, Т.В. Хуршкайнен // Аграрная наука Северо-Востока. – Киров, 2009. – № 2(13). – С. 20-22.
483. Туганаев, В.В. История культурных, сорных растений и земледелия в Волжско-Камском крае / В.В.Туганаев // Бюллетень МОИП, отд. биол. – 1977. – Т.82, вып. 4. – С. 125-133.
484. Туганаев, В.В. Состояние проблемы классификации агрофитоценозов / В.В. Туганаев // Проблемы агробиоценологии. – Москва: МГУ, 1979. – С. 57-60.
485. Туганаев, В.В. О некоторых спорных вопросах агрофитоценологии / В.В. Туганаев, Б.М. Миркин // Бюллетень МОИП, отд. биол. – 1982. – Т.87, вып.1. - С. 85-97.
486. Туганаев, В.В. Агрофитоценозы современного земледелия и их история / В.В. Туганаев. – Москва, Наука, 1984. – 88 с.
487. Туганаев В.В. Агрофитоценологические исследования в СССР / В.В. Туганаев // Тез. Всесоюзного совещ. «Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности». – Ижевск, 1988. – С. 3-5.
488. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. - Москва: Прогресс, 1980. – 321 с.
489. Федоров, В.Д. Экология / В.Д. Федоров, Т.Г. Гильманов. – Москва: МГУ, 1980. – 464 с.
490. Федоров, М.В. Биологическая фиксация азота атмосферы / М.В. Федоров. – Москва: Сельхозгиз, 1952. – 442с.
491. Френч, Н. Сравнение структуры органического вещества в различных экосистемах /Н. Френч, И. Рышковский, А.А. Титлянова // Известия СО АН

СССР, сер. биол. наук. – 1979. – Т.10, вып. 2. – С. 8-21.

492. Хайлов, К.М. Упорядоченность биологических систем / К.М. Хайлов // Успехи современной биологии. – 1966. – Т.61, № 2. – С. 198-211.

493. Харт, Р.Д. Детерминанты агроэкосистем / Р.Д. Харт // Сельскохозяйственные экосистемы. – Москва, 1987. – С. 104-118.

494. Хуснидинов, Ш.К. Нетрадиционные сидеральные культуры и плодородие почв Прибайкалья / Ш.К. Хуснидинов. – Иркутск: Иркутская ГСХА, 1999. – 187 с.

495. Чайкин К.О. Регулятор роста Этрел в гибридном семеноводстве кабачка / К.О. Чайкин. – Гавриш. – 2015. – № 3. – С. 52-55.

496. Чайкин К.О. Химическая кастрация кабачка / К.О. Чайкин. – Картофель и овощи. – 2016. – № 5. – С. 39-40.

497. Чайлахян, М.Х. Гормональная регуляция роста и развития растений / М.Х. Чайлахян. – Москва: Наука, 1982. – С. 7.

498. Часовенная А.А. Основы агрофитоценологии / А.А. Часовенная. – Л.: ЛГУ, 1975. – 189 с.

499. Чекуров, В.М. Влияние препаратов гибберсиб-1 и гибберсиб на урожайность сельскохозяйственных культур/ В.М. Чекуров, В.А. Ролдугин, И.П. Сычев // Роль фитогормонов в проявлении некоторых признаков у растений. – Новосибирск, 1983. – С. 187-199.

500. Чернов, Ю.И. Наземная зоомасса и некоторые закономерности ее зонального распределения / Ю.И.Чернов, К.С.Ходашова, Р.И.Злотин // Журнал общей биологии. – 1987. – Т.28, вып. 2. – С. 188-197.

501. Чернова, Н.М. Предисловие /Н.М. Чернова // Биоценоз пшеничного поля. – Москва, 1986. – 151 с.

502. Чундерова, А.И. Суточная динамика активности симбиотической азотфиксации у гороха в фазу бутонизации и цветения / А.И. Чундерова, С.М. Алисова // Физиология растений. – 1979. – Т.26, вып.3. – С.593-598.

503. Чиканова, В.М. Бактериальные удобрения / В.М. Чиканова. – Минск: Ураджай, 1988. – 94 с.

504. Шанда, В.И. Взаимное влияние культурных растений в смешанных

посевах: автореф. дис. ... канд. биол. наук /В.И. Шанда. – Днепропетровск, 1969. – 24 с.

505. Шварц, С.С. Эволюция и биосфера / С.С. Шварц //Проблемы биогеоценологии. – Ленинград, Наука, 1973. – С. 213-228.

506. Шварц, С.С. Теоретические основы глобального экологического прогнозирования / С.С. Шварц // Всесторонний анализ окружающей природной среды. – Ленинград, 1976. – С. 181-191.

507. Шевченко, Г.А. Гумусное состояние черноземов ЦЧО / Г.А. Шевченко, А.П. Щербаков // Почвоведение. – 1984. – № 8. – С. 50-56.

508. Шевченко, Г.А. Гумусное состояние серых лесных почв ЦЧО / Г.А. Шевченко, А.П. Щербаков // Органич. вещество в почвообразовании и плодородии почв: тезисы докл. Всесоюз. науч. конф. – Москва, 1986. – С. 39-40.

509. Шишов, А.Д. Эффективность применения фосфорилированных бензимидазолов при выращивании огурца в зимних теплицах/ А.Д. Шишов, В.Е. Советкина, Г.Л. Матевосян // Регуляторы роста и развития растений. –Москва: Наука, 1982. – С. 289.

510. Шишов, А.Д. Качество рассады цветной капусты при обработке различными регуляторами роста / А.Д. Шишов, С.И. Иванова // Использование регуляторов роста и полимерных материалов в овощеводстве: сб. науч. тр. ЛСХИ. – Л., 1986. - С. 14-18.

511. Шишов, А.Д. Применение регуляторов роста при выращивании цветной капусты / А.Д. Шишов, Г.Л. Матевосян // Агротехника. – 1989. – № 3. – С. 101-104.

512. Шишов, А.Д. Влияние ФАВ на рост, развитие и продуктивность цветной капусты / А.Д. Шишов, Г.Л. Матевосян, В.И. Сутулов, С.И. Иванова // Физиология и биохимия культурных растений. – 1990. – Т. 22, № 4. – С. 360-366.

513. Шишов, А.Д. Регуляция роста, развития и продуктивности основных овощных растений открытого и защищенного грунта: автореф. дис д-ра с.-х. наук /А.Д. Шишов. – СПб.: СПбГАУ, 1994. – С. 21-28.

514. Шмальгаузен, И.И. Кибернетические вопросы биологии /И.И. Шмальгаузен. – Новосибирск: Наука, 1968. – 224 с.

515. Шульгина, Л.М. Влияние биологически активного вещества биомос-Т на качество рассады и урожай овощных культур / Л.М. Шульгина, Р.Д. Зелендина // Научно-техн. бюл. по агрономической физике. – 1988. – Т. 73. – С. 25-29.

516. Эмерих, Ф.Д. Теория и практика применения регуляторов роста на основных овощных культурах: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук /Ф.Д. Эмерих. – Л.: ЛСХИ, 1984. – 44 с.

517. Юрин, П.В. Структура агрофитоценоза и урожай / П.В. Юрин. – Москва: МГУ, 1979. – 280 с.

518. Якушкина, Н.И. Влияние индолилуксусной кислоты на аккумуляцию и использование энергии в клетках растений / Н.И. Якушкина, И.А. Кунаева // Регуляторы роста и развития растений. – Москва: Наука, 1982. – С. 52.

519. Яхин, О.И. Антистрессовая активность регулятора роста растений Эпина-экстра [Опыты на луке-батуне, капусте белокочанной и яровой мягкой пшенице] / О.И. Яхин, А.А. Лубянов, З.Ф. Калимуллина // Доклады РАСХН. – 2009. – № 3. – С. 25-27.

520. Adamicki F. Wplyw niektorych regulatorow wzrostu na plon, jakosc oraz wyrastanie cebuli podczas przechowania i obrotu / Adamicki F. - Biul.warz./Inst.Warz.. - Skierniewice, 1998. – №. 48. - S. 77-87.

521. Babik I. Przed zbiorem: etefon / Babik I. - Haslo ogrodn. – 2000. - N 8. - S. 36.

522. Bal E. The Effects of Glycerin Added Ethephon Treatments on Fruit Characteristics of Actinidia deliciosa cv. Hayward / Bal E.; Kok D. - Bulg.J.agr.Sc.. - 2007. - Vol.13. – №. 3. - P. 291-300.

523. Balemi T. Response of onion (*Allium cepa* L.) to combined application of biological and chemical nitrogenous fertilizers / Balemi T.; Pal N.; Saxena A.K. // Acta agriculturae Slovenica / Univ. of Ljubljana. Biotechn. fac. - Ljubljana, 2007. - Letn. 89. - Stev. 1. - P. 107-114.

524. Bath B. Matching the availability of N mineralised from green-manure crops with the N-demand of field vegetables / Bath B.: Doctoral thesis. - Uppsala, 2000. - 99 с.

525. Bell, C. Weed control in cucurbits / C. Bell // Proc. Ann. Calif. Weed. Conf. S.1. - 1985. - Т. 37. - P. 98-101.

526. Bilalis D. Maize and legumes root growth and yield as influenced by organic fertilization, under mediterranean environmental conditions / Bilalis D.; Karkanis A.; Sidoras N.; Travlos I. ; Efthimiadou A.; Thomopoulos P.; Kakabouki I.: Romanian agr. research / Agr. research and development inst.. – Fundulea. – 2012. - N 29. - P. 211-217.

527. Bingxian Chen Abscisic acid and ethephon regulation of cellulase in the endosperm cap and radicle during lettuce seed germination / Chen Bingxian, Ma Jun, Xu Zhenjiang. – Journal of integrative Plant Biology. – 2016. – Vol.58. – №10. - P. 859-869.

528. Borowszak F. Wpływ termibow siewu i gestosci roslin na plon burakow cukrowych w warunkach deszczowania / Borowszak F.; Pelczynski W.; Sobiech S. // Efekty produkcyjne nawadniania roslin uprawnych. Warszawa, 1986. - S. 73-82.

529. Buyanovsky, G.A. Carbon transfer in a winter wheat (*Triticum aestivum*) ecosystem / G.A Buyanovsky, G.H.Wagner // Biol. Fertil. Soils. – 1987. - T. 5. - № 1. - P. 76-82.

530. Carter A.K. Using ethephon and GA3 to overcome thermoinhibition in "Jalapeno M" pepper seed / Carter A.K.; Stevens R. – HortScience. – 1998. - Vol.33. – N. 6. - P. 1026-1027.

531. Ciardi J.A. Increased ethylene synthesis enhances chilling tolerance in tomato / Ciardi J.A.; Deikman J.; Orzolek M.D. - Physiol.Plantarum. – 1997. - Vol.101. - Iss.2. - P. 333-340.

532. Clark, E. Supplementary lighting for reserch greenhouses / E.Clark, M.D.Devine // Canad. J. Plant Sc. – 1984. - T. 64. - N 3. - P. 773-779.

533. Cooksey J.R. Calcium and ethephon effects on paprika pepper fruit retention and fruit color development / Cooksey J.R.; Kahn B.A.; Motes J.E. – HortScience. – 1994. - Vol.29. – №. 7. - P. 792-794.

534. Da Costa F.O.M. Efeito do ethephon na maturacao e qualidade do caqui (*Diospyros kaki* L.) cv.Taubate.Analises principais / Da Costa F.O.M.; Vieira G.; Pinheiro R.V.R.; De Miranda L.C.G.; Conde A.dos R. - Rev.Ceres. – 1994. - Vol.41. – №. 235. - P. 263-276.

535. De Moura M.A. Amadurecimento de tomate com pulverizacao de diferentes doses de ethephon associado com espalhante adesivo / De Moura M.A.; Zanin S.R.; Finger F.L. - Rev.brasil.Armazenamento. – 1998. - Vol.23. – №. 1. - P. 11-14.

536. Derpsch R. Plantas para adubacao verde de inverno / Derpsch R.; Calegari A. - Londrina, 1992. - 78 c.

537. Dew, D.A. An index of competition forestimating crop loss of rape due to wild oats / D.A.Dew, C.A.Keys // Canadian J. of plant science. – 1976. – V.56. – № 4. – P. 1005-1006.

538. Dew, D.A. An index of competition forestimating crop loss to weeds / D.A.Dew // Canadian J. of plant science. – 1972. – V.52. – № 6. – P.921-927.

539. Dobromilska R. Wplyw zabiegow przyspieszajacych dojrzewanie owocow na kwitnienie i owocowanie pomidora drobnoowocowego / Dobromilska R.; Kujath K. - Acta agrobotanica / Soc. botanicorum poloniae. - Lublin, 2006. - Vol. 59. - Z. 2. - P. 191-198.

540. Dukic D. Nitragin and azotobacterin in the function of increasing biological productivity of soil and ecological sustainability / D.Dukic, Mandic L. // науч. Труды/ Висш сельскостоп. Инст. – Пловдив, 1997. – Т.42. – Вып. 2. – С.9-15.

541. El Bahadli K. A tenyeszterulet hatasa a paprika megvilagitottsagara es C-vitamin-tartalmarara / El Bahadli K. // Kozlem. - Kerteszeti es elelmiszeripari egy. – 1989. - T. 51. - N 1. - P. 31-41.

542. Endres L. Fitormonios e senescencia pos-colheita do brocolos / Endres L.; Finger F.L.; Mosquim P.R. - Hortic.brasil. – 1999. - Vol.17. – №. 1. - P. 29-33.

543. Entrup N.L. Zwischenfruchte im integrierten / Entrup N.L. - Pflanzenbau Bonn, 1991. - 31 c.

544. Flohrova A. Vyznam luskovin v soucasnych pestitelskych systemech =Importance of legumes in current growing systems / Flohrova A.: (Stud. zprava)ю - Praha, 2000. - 47 c.

545. Flohrova A. Vyznam meziplodin v systemu hospodareni na pude =The importance of catch crops in the system of land management / Flohrova A. : Stud. Zprava. - Praha, 1998. - 40 c.

546. Gaona Ponce M. Aplicaciones de etefon en precosecha en naranja 'Jaffa' (*Citrus sinensis* L.Osbeck) en la region de Martinez de la Torre,Ver.,Mexico / Gaona Ponce M.; Almaguer G.; Corrales J. - Rev.Chapingo.Ser.Hortic.. – 1994. - Vol.1. – №. 2. - P. 183-186.

547. Gianinazzi-Pearson, V. Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants / V.Gianinazzi-Pearson, S.E.Smith // Ann. Rev. Plant Physiol. Palo Alto, Calif. – 1988. - T. 39. - P. 221-244.

548. Gill M.S. Response of maize (*Zea mays*), wheat (*Triticum aestivum*) and gobhi sarson (*Brassica napus* subsp. *Oleifera* var. *annua*) to balanced fertilization and azotobacter inoculation in subhumid Punjab / V/S/Gill, D/S/Rana, R.S.Narang // Indian J. Agron., 1993. - V.38. - №3. – P. 463-465.

549. Golovko A. tRNA cytokinin biosynthesis in eukaryotes with emphasis on plants / Golovko A.: Doctoral thesis. - Uppsala, 2002. - 96 c.

550. Granstedt A. Fallstudier av kvaveforsorjning i alternativ odling. - Case studies on nitrogen supply in alternative farming / Granstedt A. - Uppsala, 1990. - 271 c.

551. Gunnarsson S. Optimisation of N release. Influence of plant material chemical composition on C and N mineralisation / Gunnarsson S. : Doctoral thesisю - Uppsala, 2003. - 114 c.

552. Hammerton R.D. Endogenous cytokinins:their identity,localisation and the effects of light : Doctoral thesis / Hammerton R.D.. - Uppsala, 1998. - 114 c.

553. Hayman, D.S. The use of vesicullar-arbuscular mycorrhizal roots grown by the nutrient film technique as inoculum for field sites / R.P.Elmes, C.M.Hepper, J.O.Shea // Ann. appl. Biol. – 1984. - T. 104. - № 3. - P. 437-441

554. Humpalova-Blechtova A. Vyznam a moznosti vyuziti zeleneho hnojeni v zemedelske praxi =Importance and possibilities of utilization of green manure in agricultural practice / Humpalova-Blechtova A.: (Stud.zprava). - Praha, 1998. - 34 c.

555. Iози R.N. Aplicacao de ethephon em plantas de abobrinha (*Curcubita pepo* var. *melopepo*) cultivadas em casa de vegetacao / Iози R.N.; Rodrigues J.D.; Ono E.O.; Goto R. – Semina. – 2000. - Vol.21. – №. 1. - P. 53-59.

556. Jamwal J.S. Effect of phosphorus and bio-fertilizers on yeild and quality of blackgram / J.S.Jamwal, K.Singh, T.K.Singh, J.P.Singh // 1989. – T.10. - №3. – P.249-252.
557. Kahn B.A. Use of ethephon as a controlled abscission agent on paprika pepper / Kahn B.A.; Motes J.E.; Maness N.O. – HortScience. – 1997. - Vol.32. – N. 2. - P. 251-255.
558. Khan N.A. Effect of ethrel spray on yield of mustard cultivars under non irrigated conditions / Khan N.A. - Ann.appl.Biol. – 1998. - Vol.132. - P. 38-39.
559. Khan N.A. Response of mustard (*Brassica juncea* L.) to applied nitrogen with or without ethrel spray under non-irrigated conditions / Khan N.A.; Lone N.A.; Samiullah. - J.Agron.Crop Sc.. – 2000. - Vol.184. – №. 1. - P. 63-66.
560. Khan N.A. Response of mustard to ethrel spray and basal and foliar application of nitrogen / Khan N.A. - J.Agron.Crop Sc.. – 1996. - Vol.176. – №. 5. - P. 331-334.
561. Kholdi A. Effect of nitroxin and humic acid on yield and yield components of faba bean / Kholdi A.; Sedaghatthoor Sh.; Poursafarali E. // J. of agr. science / Univ. of Belgrade, Fac.of agriculture. - Belgrade, 2015, Vol.60. –№ 3. - P. 361-367.
562. Knight, S.W. Frost seedling of rapeseed / S.W. Knight, S.D.Sparrow // *Agroborealis*. – 1984. - T. 16. - № 2. - P. 29-34.
563. Kok D. Effects of Difrerent ethrel dosages on some quality attributes of cv. Hayward (*Actinidia deliciosa*) / Kok D.; Celik S. - *Bulg.J.agr.Sc.* – 2004. - Vol.10. – №. 4. - P. 447-452.
564. Krajaklang M. Effects of ethephon on fruit yield, colour and pungency of cayenne and paprika peppers / Krajaklang M.; Klieber A.; Wills R.B.H.; Dry P.R.- *Austral.J.exper.Agr.* – 1999. - Vol.39. – №. 1. - P. 81-86.
565. Kultur F. Spacing and genotype affect fruit sugar concentration, yield, and fruit size of muskmelon / Kultur F.; Harrison H.C.; Staub J.E. // *HortScience*. – 2001. - Vol.36. - № 2. - P. 274-278.

566. Labrador Moreno J. La materia organica en los sistemas agricolas. / Labrador Moreno J.; Guiberteau Cabanillas A.; Lopez Benitez L.; Reyes Pablos J.L. - Madrid, 1993. - 44 c.
567. Larrigaudiere C. Differential effects of ethephon and seniphos on color development of "Starking delicious" apple / Larrigaudiere C.; Pinto E.; Vendrell M. - J.Am.Soc.Hortic.Sc.. – 1996. - Vol.121. – №. 4. - P. 746-750.
568. Lenzi A. Artichoke (*Cynara scolymus* L.) as cash-cover crop in an organic vegetable system / Lenzi A.; Baldi A.; Tesi R. - Acta agriculturae Slovenica / Univ. of Ljubljana. Biotechn. fac.. - Ljubljana, 2015. - Vol.105. - № 1. - P. 53-60.
569. Li Z. Stimulation of "Fuji" apple skin color by ethephon and phosphorus-calcium mixed compounds in relation to flavonoid synthesis / Li Z.; Gemma H.; Iwahori S. - Sc.hortic.. - 2002. - Vol.94. - №. 1/2. - P. 193-199.
570. Liebman, M. Weed productivity and composition in sole crops and intercrops of barley and field pea / M.Liebman, C.L.Mohler // J. appl. Ecol. – 1987. - T. 24. - № 2. - P. 685-699.
571. Lomakka L. Forsok med olika forfrukter och grongodsling till potatis i norra Sverige / Lomakka L. - Umea, 1994. - 31 c.
572. Lopez S. Qualitative changes in pepino fruits following preharvest applications of ethephon / Lopez S.; Maroto J.V.; San Bautista A.; Pascual B.; Alagarda J. - Sc.hortic.. – 2000. - Vol.83. – №. 2. - P. 157-164.
573. Lopushniak V. Influence of Fertilizing Schemes in the Crop Rotation System on the Organic Matter and Nitrogen Content in the Dark-Grey Podzolized Soil in the Western Forest-Steppe of the Ukraine / Lopushniak V. - Pol.J.Soil Sc.. – 2011. - Vol.44. - № 1. - P. 19-24.
574. Mac Arthur, R. Fluctuation of animal population and measure of community stability / R.MacArthur // Ecology. – 1955. – V.36. – №3. – P.533-536.
575. Mahfouz, S.A. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) / Mahfouz S.A.; Sharaf-Eldin M.A. // Intern.Agrophysics. – 2007. - Vol.21. - № 4. - P. 361-366.

576. Mandal, B.K. Effect of intercropping on the yield components of rice, mungbean, soybean, peanut and blackgram / Mandal B.K.; Dhara M.C.; Mandal B.B. // J. Agron. Crop Sc. – 1989. - T. 162. - № 1. - P. 30-34.

577. Marcinkeviciene, A. The influence of crop rotation, catch crop and manure on soil enzyme activities in organic farming / Marcinkeviciene A.; Pupaliene R.; Zemdirbyste / Lietuvos zemes ukio univ.. - Akademija, 2009. - P. 70-84.

578. Masilionyte, L. Floral composition and effect of different catch crops on pea crop weediness / Masilionyte L.; Maiksteniene S. - Zemes ukio mokslai. – 2012. - Vol.19. - № 4. - P. 226-235.

579. Masilionyte, L. The effect of agronomic and meteorological factors on the yield of main and catch crops / Masilionyte L.; Maiksteniene S.: Zemdirbyste / Lietuvos zemes ukio univ.. - Akademija, 2011. - Vol.98. - №3. - P. 235-244.

580. May, R.M. Stability and complexity in model ecosystems monographs in population biology / R.M.May // Princeton, N.Y.: Princeton University Press, 1973. – 235 p.

581. McCalla, I.M. Phytotoxic substances from soil microorganisms and crop residues / I.M.McCalla, F.A.Haskins // Bacteriol. Revs. – 1964. – V.28. – №2. – P.187-207.

582. McGarry, R. The effects of ethephon on saskatoon (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) fruit ripening / McGarry R.; Ozga J.A.; Reinecke D.M. - J.Am.Soc.Hortic.Sc. – 2005. - Vol.130. – № 1. - P. 12-17.

583. McGiffen M.E.jr. Ethephon increases carotene content and intensifies root color of carrots / McGiffen M.E.jr; Ogbuchiekwe E.J. - HortScience. - 1999. - Vol.34. – № 6. - P. 1095-1098.

584. Meelu O.P. Green manuring for soil productivity improvement / Meelu O.P.; Yadvinder-Singh; Bijay-Singh. - Rome, 1994. – X. - 123 c.

585. Miguel, A. Utilizacion del injerto como metodo de lucha contra enfermedades del suelo en sandia / A.Miguel // Agr. Vergel. – 1986. - T. 5. - № 55. - P. 407-416.

586. Mrkovacki N. Primena sojeva *Azotobacter cbrroococcum* - NS betafixina u gajenju secerne repe / Mrkovacki N.; Mezei S. // Zb. radova / Nauc. inst. za ratarstvo i povrtarstvo. - Novi Sad, 2003. - Sv. 39. - S. 49-58.

587. Najdenovska O. Specificity in the relationship between cellulolytic bacteria and azotobacter / Najdenovska O.; Dukic D.; Mandic L.; Stojkovic J.; Stanojkovic-Sebic A.; Durovic V.; Pesakovic M. // 1st International Symposium: Modern Trends in Agricultural Production and Environmental Protection, Tivat-Montenegro, July 02-05. 2019. - SaTCIP d.o.o. Vrnjacka Banja, 2019. - P. 217-222.

588. Nandekar D.N. Effect of biofertilizers and NPK on the growth and yield of potato in Satpura plateau / Nandekar D.N.; Sawarkar S.D.; Naidu A.K.

589. Narayan S. Effect of integrated nutrient management practices on yield of potato / Narayan S.; Kanth R.H.; Narayan R. et.al. // J.Indian Potato Assn. – 2013. - Vol. 40. - № 1. - P. 84-86.

590. Neocleous D. The effect of growth regulators on the growth and tissue nitrate content of lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) grown in Cyprus / D. Neocleous, I. Papadopoulos and C. Olympios // Technical bulletin. - Lefkosia (Cyprus): [Press and inform. office], 2007. - 8 c.

591. Nesterenko V.M. Features of cyst formation in *Azotobacter vinelandii* and *Azotobacter chroococcum* under the influence of temperature and humidity / Nesterenko V.M.; Kozar S.F.; Zherebor T.A.; Usmanova T.O. // С.-г. мікробіологія / Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного. - Чернігів, 2011. - В.14. - P. 91-99.

592. Ozpinar S. Tillage and Cover Crop Effects on Maize Yield and Soil Nitrogen / Ozpinar S. - Bulg.J.agr.Sc. – 2009. - Vol.15. – № 6. - P. 533-543.

593. Palada, M.C. Cultivar evaluation for early and extended production of Chinese cabbage in eastern Pennsylvania // M.C.Palada, S.Ganser, R.R.Harwood // HortScience. - 1987. - T. 22. - № 6. - P.1260-1262.

594. Pavan M.A. A importancia da materia organica nos sistemas agricolas / Pavan M.A.; Chaves J.C.D. - Londrina (PR), 1998. - 35 c.

595. Perucka I. Effect of 2-chloroethylphosphonic acid on phenylalanine ammonia-lyase activity and formation of capsaicinoids in placenta of hot pepper fruits / Perucka I. - Acta Physiol.Plantarum. – 1996. - Vol.18. – № 1. - P. 7-12.

596. Piastasija M. Microbial abundance in sugarbeet rhizosphere inoculated with *Azotobacter chroococcum* / Piastasija M.; Nikola C.; Snezana M.; Lazar K. ; Ne-

vena N. // Zbornik radova / Institut za ratarstvo i povrtarstvo. - Novi Sad, 2008. - Vol. 45. - № 2. - P. 241-245.

597. Plaza A. Chemical composition of tubers of potato cultivar Fianna fertilized with intercrops and straw / Plaza A.; Ceglarek F.; Gasiorowska B.; Krolikowska M.A.; Prochnicka M. - Biul.Inst.Hodowli Aklimat.Rosl.. – 2010. – №. 257-258. - P. 159-165.

598. Plaza A. Fertilizing value of undersown catch crops and farmyard manure in the integrated system of table potato cultivation / Plaza A.; Gasiorowska B.; Makarewicz A. - Biul.Inst.Hodowli Aklimat.Rosl.. Warszawa, 2013. - № 269. - P. 61-69.

599. Plaza A. The influence of undersown crops on yield of table potato cultivated in integrated production system / Plaza A. - Biul.Inst.Hodowli Aklimat.Rosl.. Warszawa, 2013. - № 267. - P. 79-86.

600. Ramin A.A. Effect of ethephon and CCC on quality of tomato transplants cvs Early Urbana and Red Clode / Ramin A.A. - Iran.J.agr.Sc.. – 1998. - Vol.29. – №. 1. - P. 139-146.

601. Renquist A.R. Temperature, but not ethephon, influences fruit pH of processing tomato / Renquist A.R.; English J.M.; Reid J.B. – HortScience. – 2001. - Vol.36. – № 4. - P. 661-663.

602. Rivero de Trinca C. Materia organica del suelo / Rivero de Trinca C. - Maracay (Venezuela), 1999. – 211 c.

603. Roshchina V.V. The excretory function of higher plants / Roshchina V.V.; Roshchina V.D. // Berlin etc.: Springer, 1993. – VIII. - 314 c.

604. Ruiz Martinez L. El uso de las micorrizas, el azotobacter y la fosforina como una alternativa para la fertilizacion de las viandas en Cuba / Ruiz Martinez L.; Carvajal Sanchez D.; Hernandez Alonso G. // Agrotecn.Cuba. – 1997. - Vol.27. - 2/3. - P. 110-114.

605. Ryszkowski, L. Badania agrocenoz a rozwoj biocenologii / L.Ryszkowski // Kosmos (PRL). – 1972. – A21. – 4. – P.371-383.

606. Ryszkowski, L. Energy and matter economy in ecosystems / L.Ryszkowski // Proc. Ist. Int. Congr. Ecol. Hague. – Wageningen, 1974. – 38p.
607. Saleh E.A. Preparation of azotobacter inoculants / Saleh E.A.; Zaki M.M.; Selim S.M. // Ann. agr. Sc. – 1987. - T. 32. - 2. - P. 987-1003.
608. Schimel, D.S. Microclimatic controls of nitrogen mineralization and nitrification in shortgrass steppe soils / D.S.Schimel, W.J.Parton // Plant Soil. – 1986. - T. 93. - 3. – P. 347-357.
609. Sebanek J. Interakce giberelinu a kyseliny 2,chlourethylfosfonove v rustu a vyvoji hrachu / Sebanek J.; Klicova S. - Acta Univ.Agr.Silvicult., 1997; R.45,c.3/4. - P. 87-91.
610. Sherstoboeva O.V. Activity of Azotobacter from soil of wheat winter agrophytocoenosis at the different systems of its fertilizer / Sherstoboeva O.V.; Vaga L.I. // С.-Г. мікробіологія / Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного. - Чернігів, 2011. - В.14. - P. 129-136.
611. Singh K. Role of bio-fertilizers in increasing the efficiency of nitrogen to potato crop under North-eastern hill conditions / K.Singh // Potato, global research and development. – Shimla, 2002. – V.2. – P.904-907.
612. Sinha R. Effect of azotobacter on the growth and yield of chewing tobacco under different fertility levels / Sinha R.; Pandey A.K.; Dwivedi S.S.L.
613. Sloan R.C.jr. Peach bloom delay and tree responses to fall applications of ethephon / Sloan R.C.jr.; Matta F.B.. - Mississippi State, 1996. - 6 c.
614. Slodkowski P. Studia nad plonowaniem brokulu wloskiego produkowanego na nasiona oraz ocena ich wartosci siewnej w uprawie na spozycie / Pawel Slodkowski. - Rozprawy. - № 227. - 2004. - 120 c.
615. Stajner D. Nitrogen and Azotobacter chroococcum enhance oxidative stress tolerance in sugar beet / Stajner D.; Kevresan S.; Gasic O.; Mimica-Dukic N.; Zongli H. // Biol.Plantarum. – 1997. - Vol.39. - №3. - P. 441-445.
616. Tarui A. Evaluation of mixed cropping of oat and hairy vetch as green manure for succeeding corn production / Tarui A.; Matsumura A.; Asakura S.; Yamawaki K.; Hattori R.; Daimon H. - Plant Product. Sc.. – 2013. - Vol.16. - № 4. - P. 383-392.

617. Terbea M. Influenta spatiului de nutritie asupra unor caracteristici morfofiziologice ale florii-soarelui / Terbea M.; Vranceanu A.V.; Spataru L. // An.Inst.Cerc.Cereale Plante Tehn.Fundulea. - Bucuresti, 1993. - Vol.60. - P. 227-235.
618. Thorup-Kristensen K. Catch crops in vegetable growing - its consequences for plant nutrition / Thorup-Kristensen K. - S.l., 1990. - 19 c.
619. Tofino R. Interaccion micorriza arbuscular - rizobacterias diazotroficas en pimenton / Tofino R.; Sanchez de Prager M. // Acta agron. – 1998. - Vol.48. - № 3/4. - P. 49-54.
620. Turk M.A. Effect of seeding rate and ethrel spray on the morphology and yield traits of irrigated faba bean (*Vicia faba*) (L.) major / Turk M.A.; al-Jamali A.F.; Tawaha A.M. - Crop Res. – 2002. - Vol.23. – № 2. - P. 305-307.
621. Turk M.A. Response of lentil (*Lens culinaris* Medik) to plant density, sowing date, phosphorus fertilization and ethephon application in the absence of moisture stress / Turk M.A.; Tawaha A.M.; el-Shatnawi M.K.J. - J.Agron.Crop Sc. – 2003. - Vol. 189. - № 1. - P. 1-6.
622. Verma R.B. Studies on nutrient management options in potato / Verma R.B.; Kumar A.; Pathak S.P. // J.Indian Potato Assn, 2013; Vol.40, № 1. - P. 72-75.
623. Verma S.K. Effect of organic components on growth, yield and economic returns in potato / Verma S.K.; Asati B.S.; Tamrakar S.K.; Nanda H.C.; Gupta C.R. // J.Indian Potato Assn. - 2011. - Vol.38. – №. 1. - P. 51-55.
624. Ward D. Growth and development of young apple fruits following applications of ethephon plus carbaryl for thinning /Ward D.; Marini R.P. - HortScience. - 1999. - Vol.34. - № 6. - P. 1057-1059.
625. Wivstad M. Green-manure crops as a source of nitrogen in cropping systems / Wivstad M.: Doctoral thesis. - Uppsala, 1997. - 91 c.
626. Wu H. Screening methods for the evaluation of crop allelopathic potential / H.Wu, J.Pratley, D.Lemerle // Bot. Rev. – 2001. – V.67, №3. – P.403-415.
627. Yuan R. Temperature factor affecting the abscission response of mature fruit and leaves to CMN-pyrazole and ethephon in «Hamlin» oranges / Yuan R.; Burns J.K. - J.Am.Soc.Hortic.Sc. – 2004. - Vol.129. – № 3. - P. 287-293.

628. Колупаев Ю.Е. Стресові реакції рослин : Молекуляр.-клітин. рівень / Ю.Е. Колупаев. - Харків. держ. аграр. ун-т ім. В.В.Докучева. Харків, 2001. - 172 с.

629. Панайотов Н. Влияние на растежни регулатори върху добива и качеството на семената от някои сортове пипер / Панайотов Н. - Науч. Труд. Висш. Селскостоп. Инст. - Пловдив, 1994. - Т.36. – Кн.2. - С. 49-55.

630. Рибак В.К. Вплив бактеризації на врожайність чистих і змішаних посівів кукурудзи і сої на черноземі вилугуваному / Рибак В.К. // Мікробіол.журн. – 2003. - Т. 65. - № 4. - С. 37-42.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

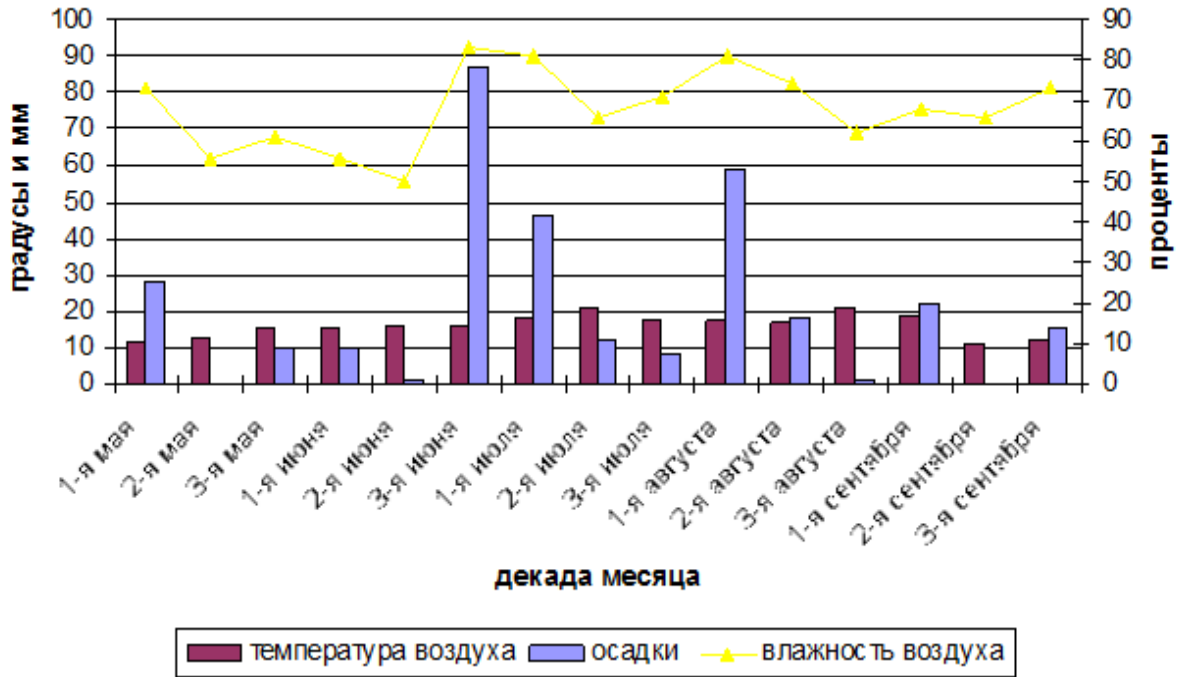


Рисунок 1 - Метеорологические условия 1982 года

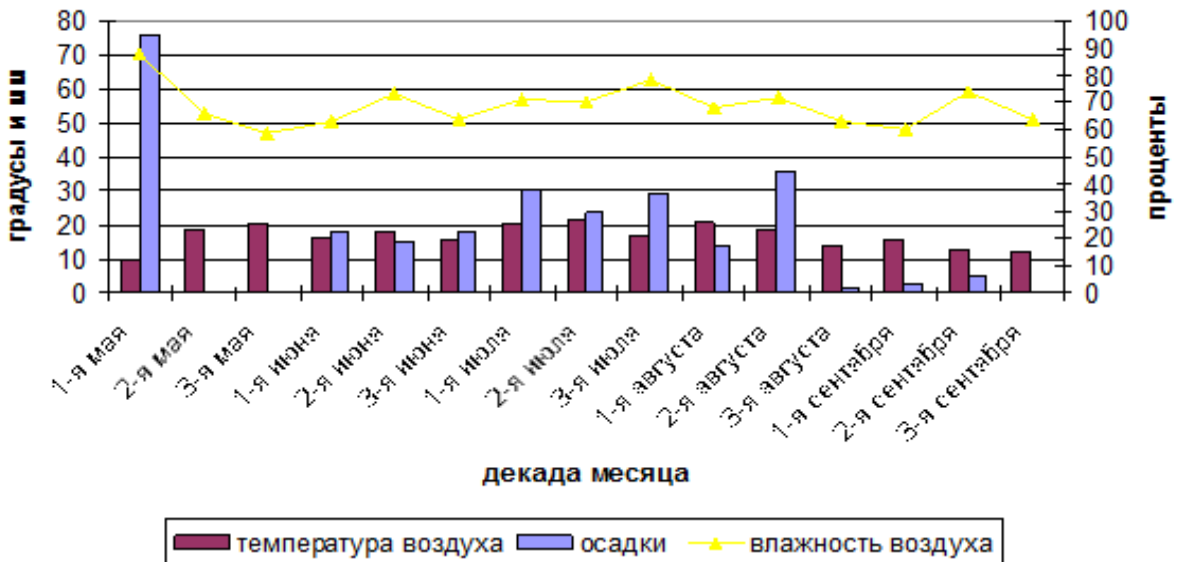


Рисунок 2 - Метеорологические условия 1983 года

Продолжение приложения А

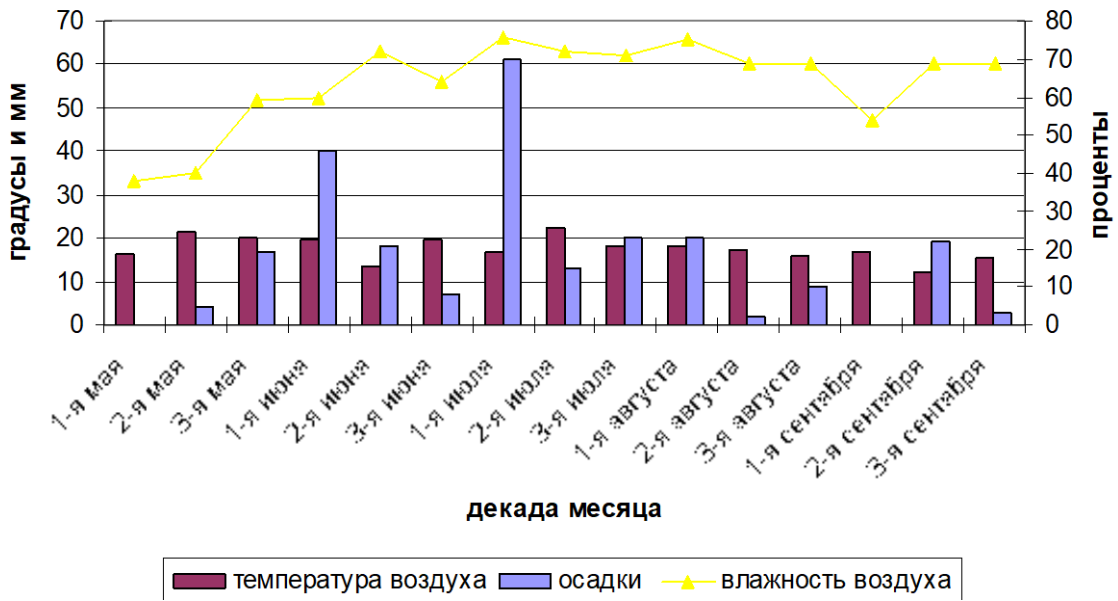


Рисунок 3 - Метеорологические условия 1984 года

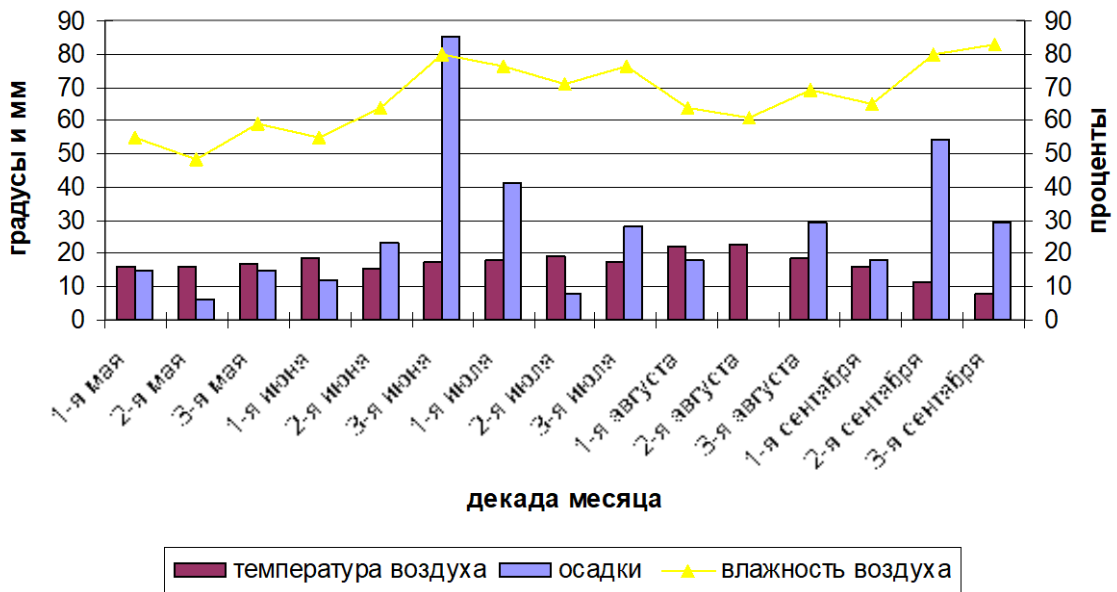


Рисунок 4 - Метеорологические условия 1985 года

Продолжение приложения А

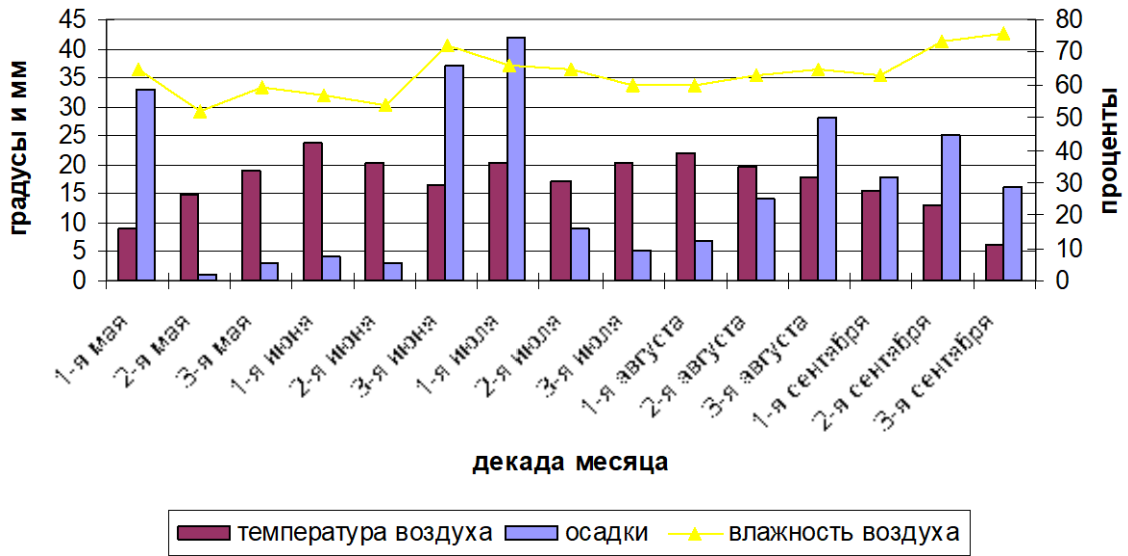


Рисунок 5 - Метеорологические условия 1986 года

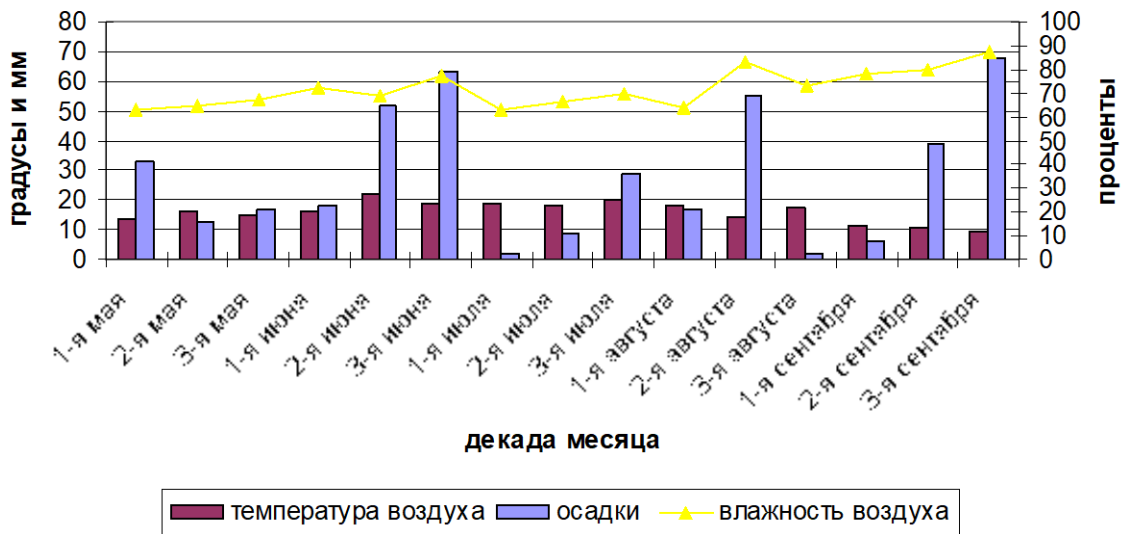


Рисунок 6 - Метеорологические условия 1987 года

Продолжение приложения А

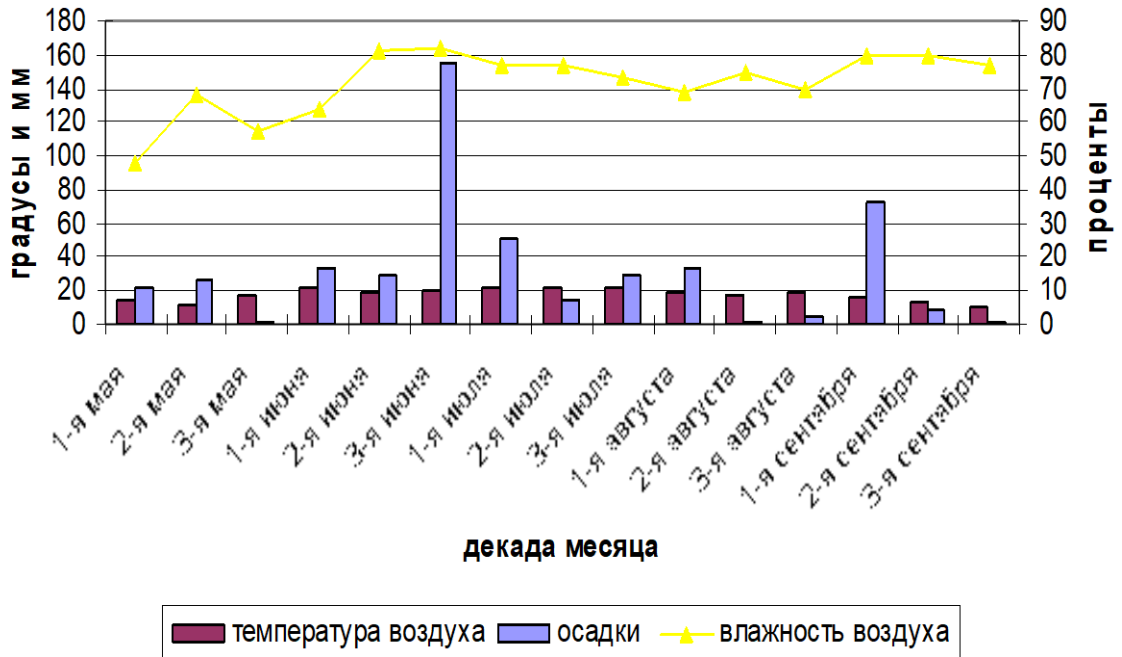


Рисунок 7 - Метеорологические условия 1988 года

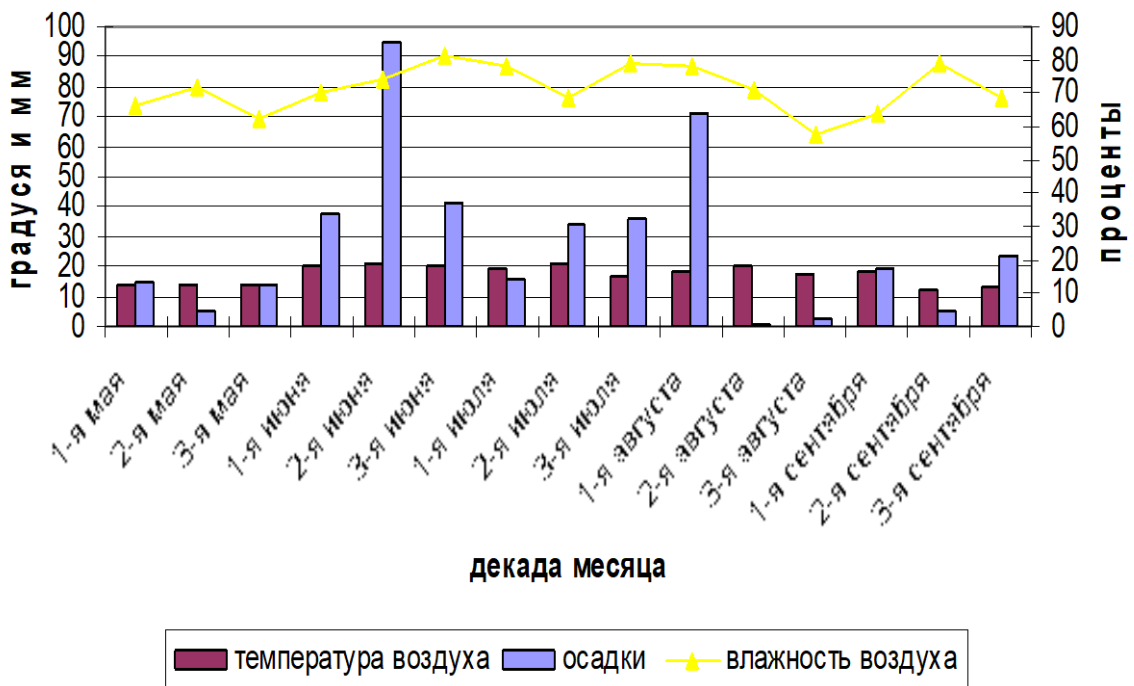


Рисунок 8 - Метеорологические условия 1989 года

Продолжение приложения А

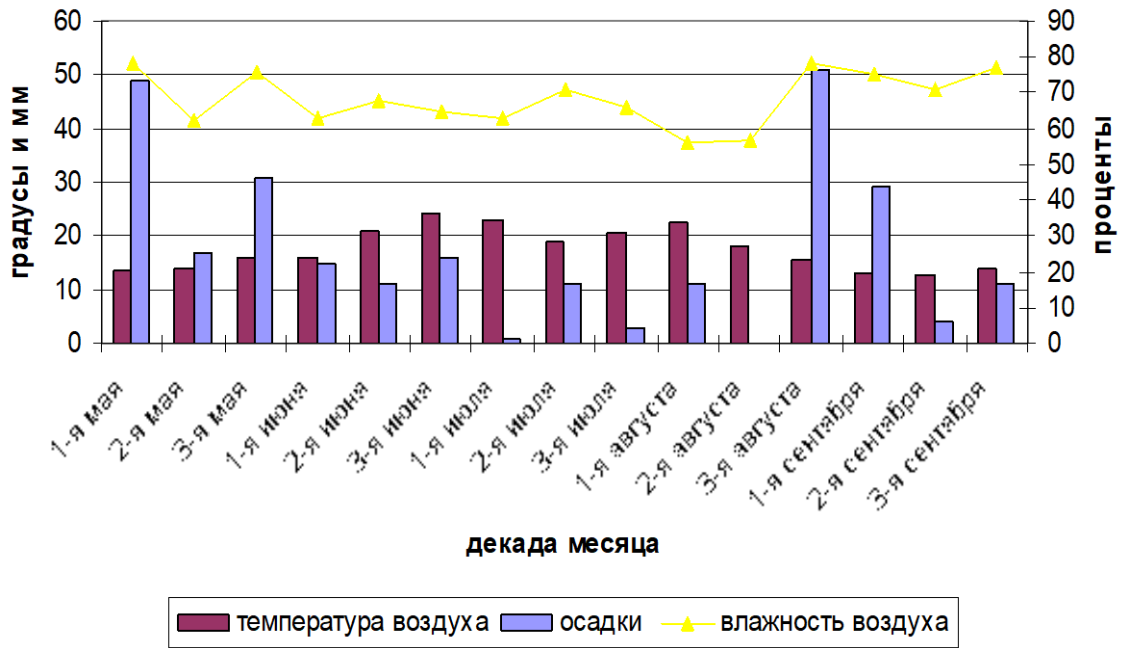


Рисунок 9 - Метеорологические условия 1991 года

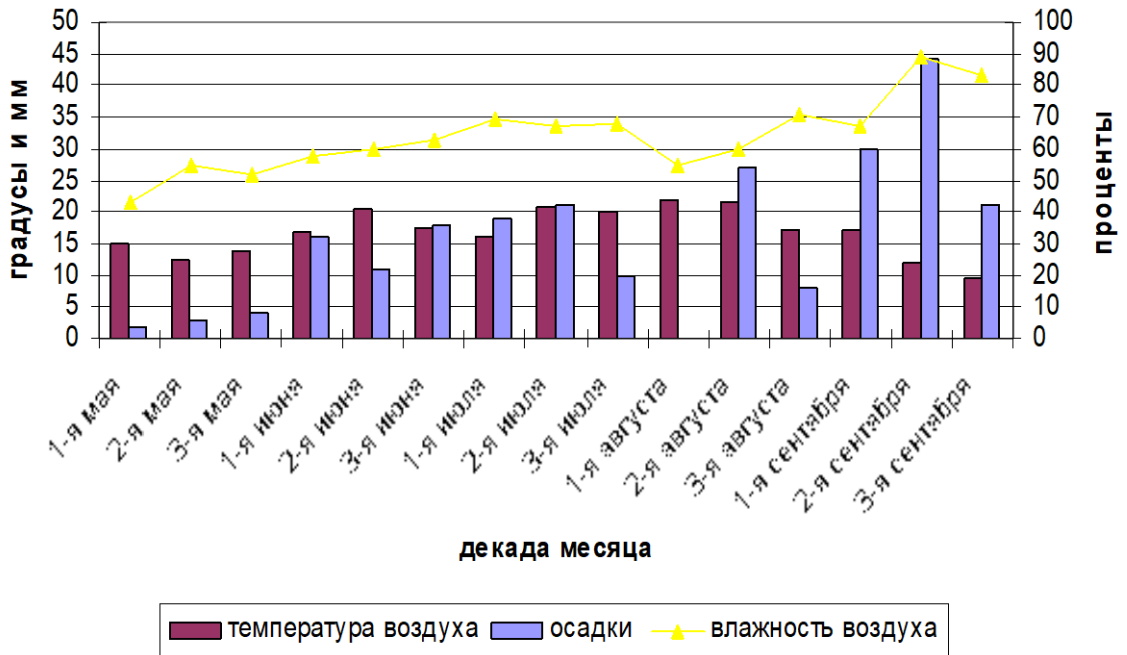


Рисунок 10 - Метеорологические условия 1992 года

Продолжение приложения А

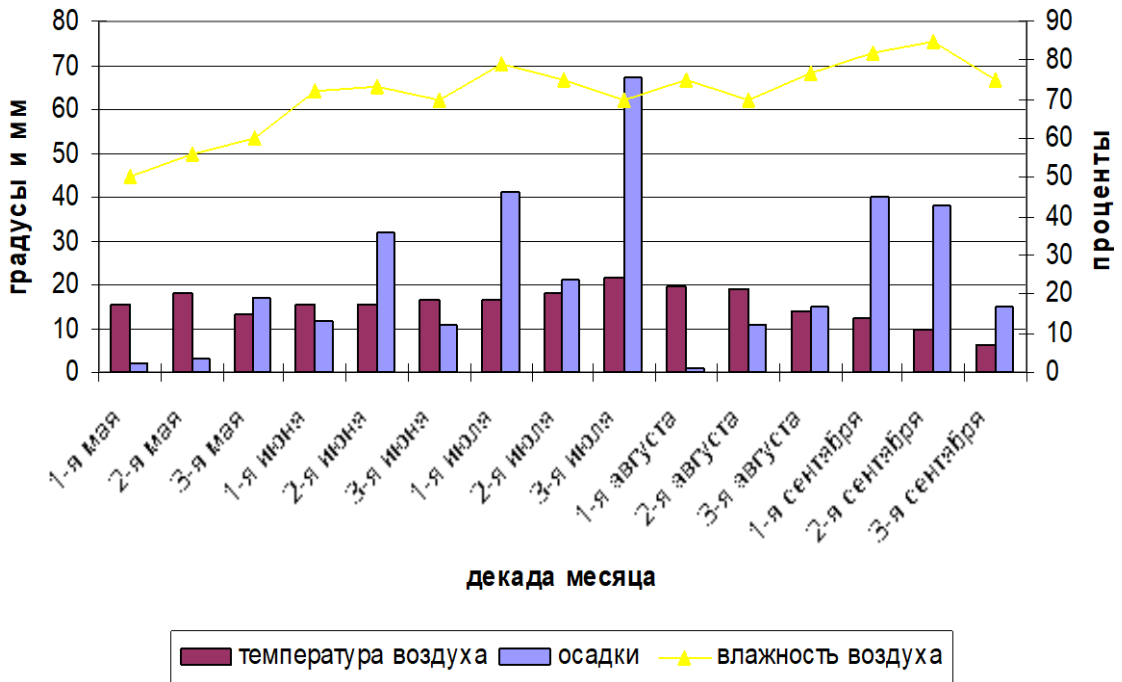


Рисунок 11 - Метеорологические условия 1993 года

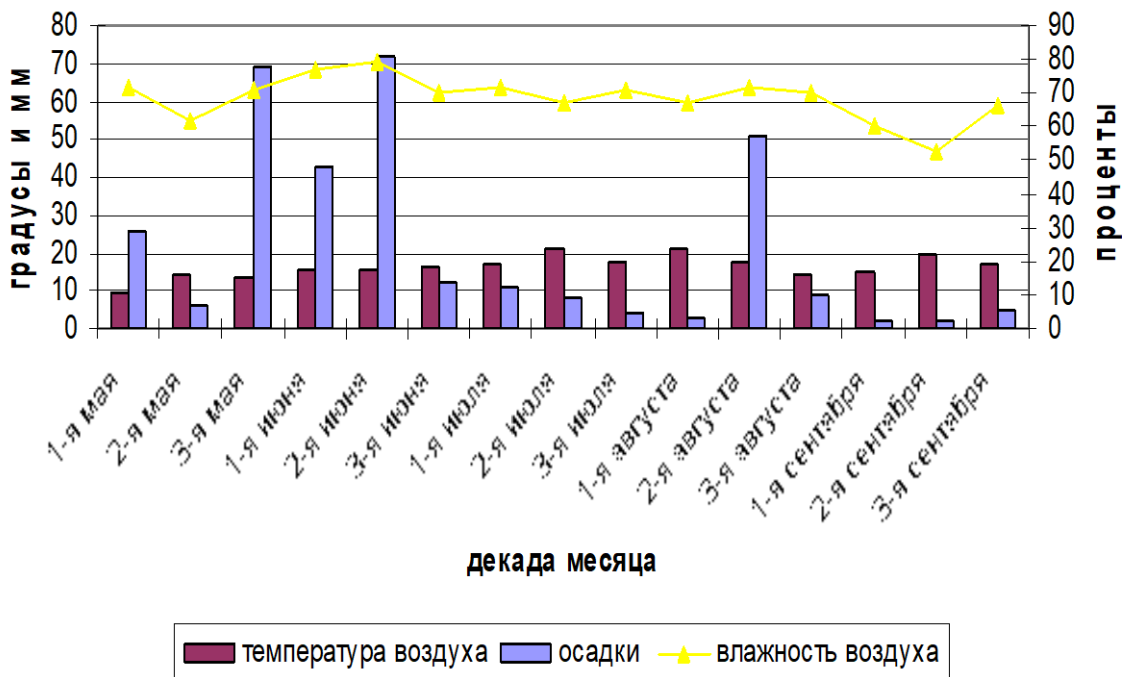


Рисунок 12 - Метеорологические условия 1994 года

Продолжение приложения А

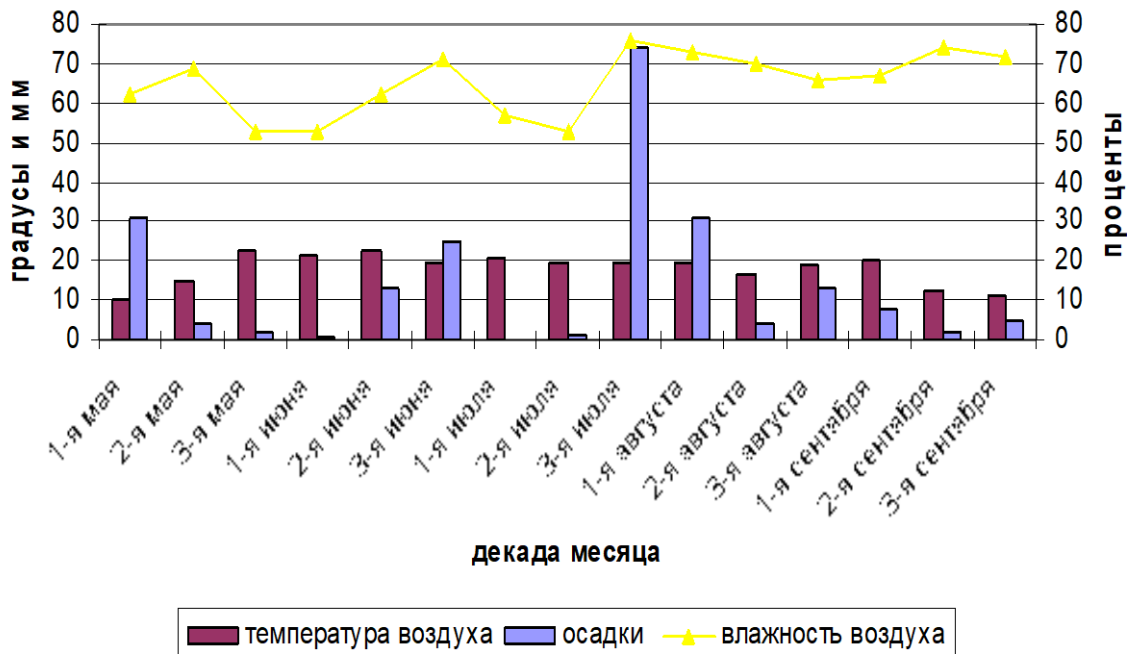


Рисунок 13 - Метеорологические условия 1995 года

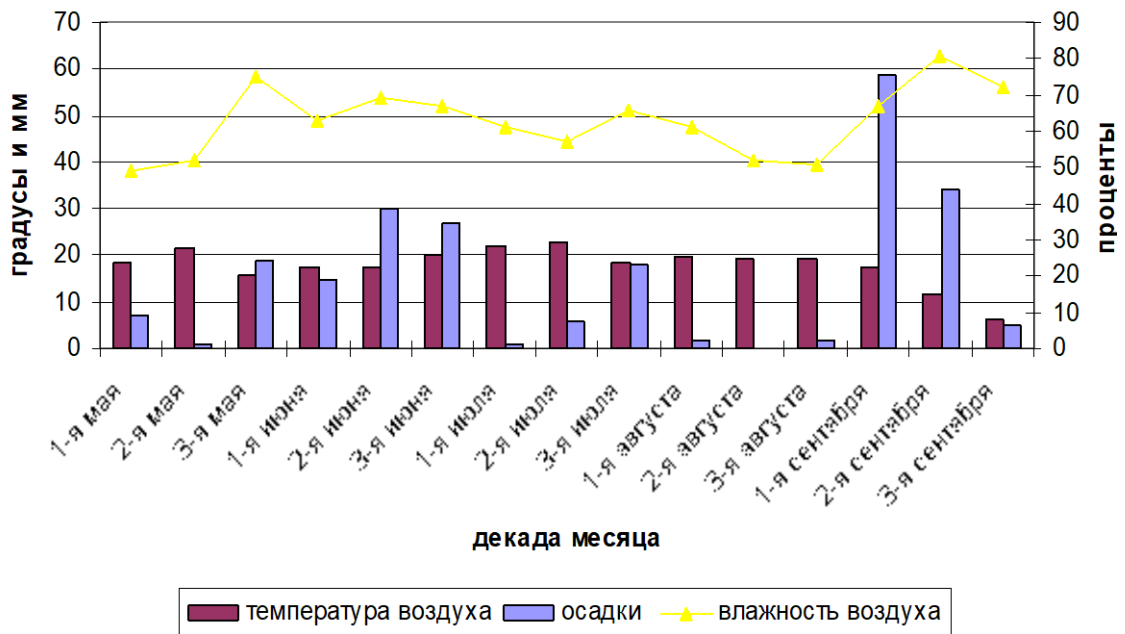


Рисунок 14 - Метеорологические условия 1996 года

Продолжение приложения А

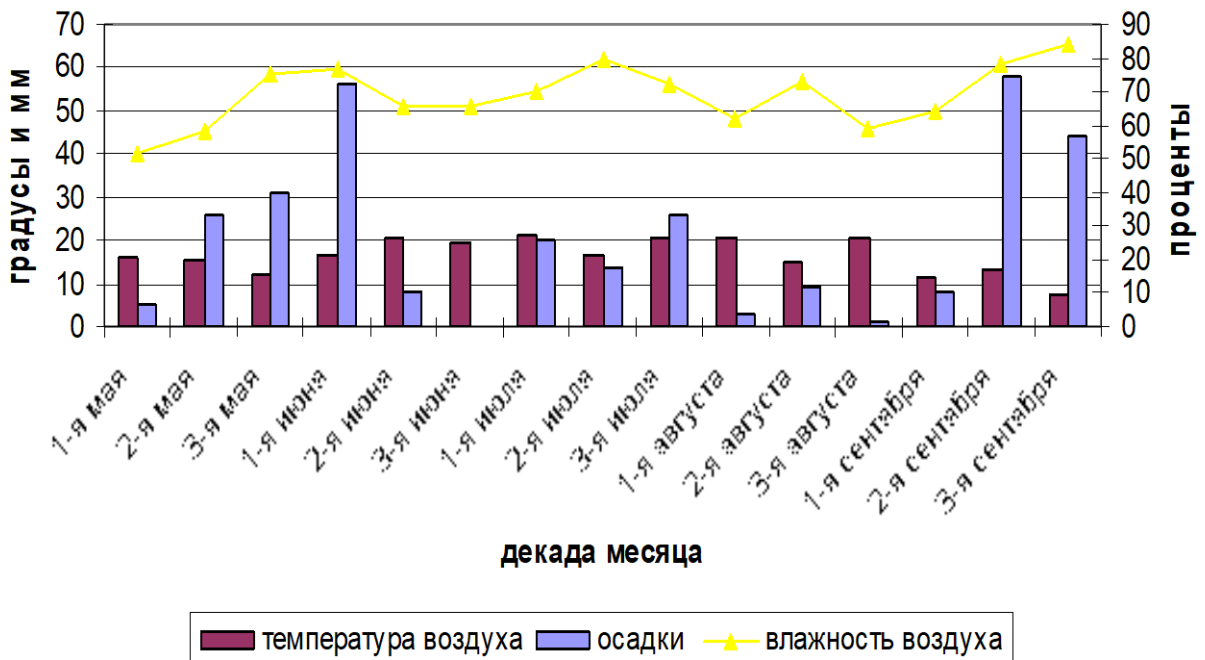


Рисунок 15 - Метеорологические условия 1997 года

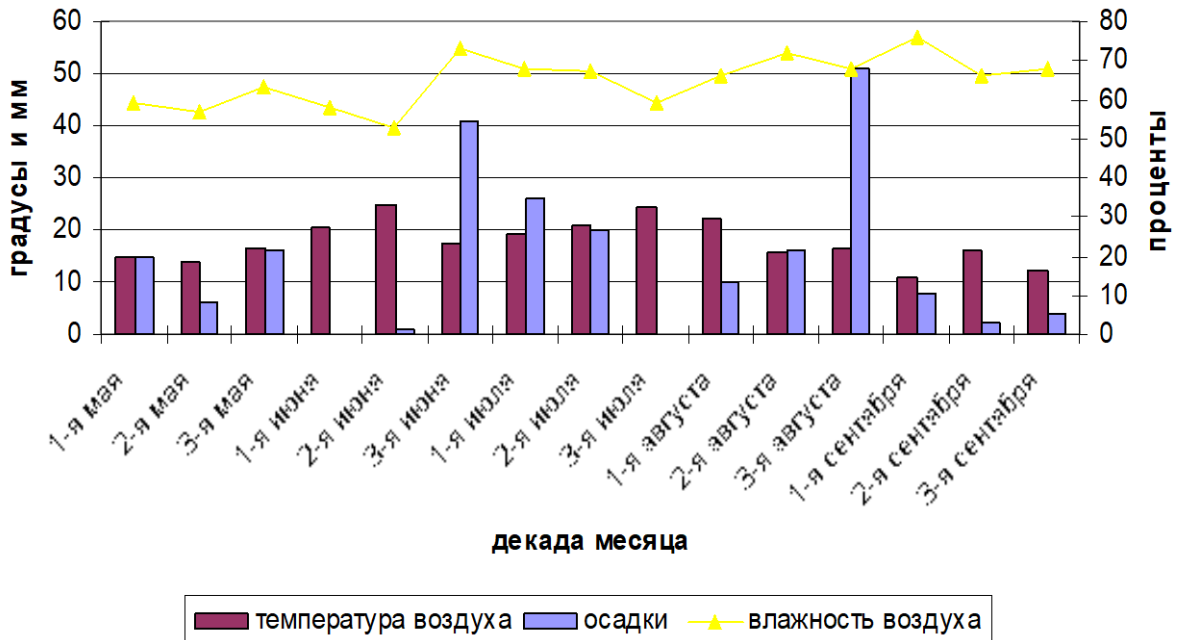


Рисунок 16 - Метеорологические условия 1998 года

Продолжение приложения А

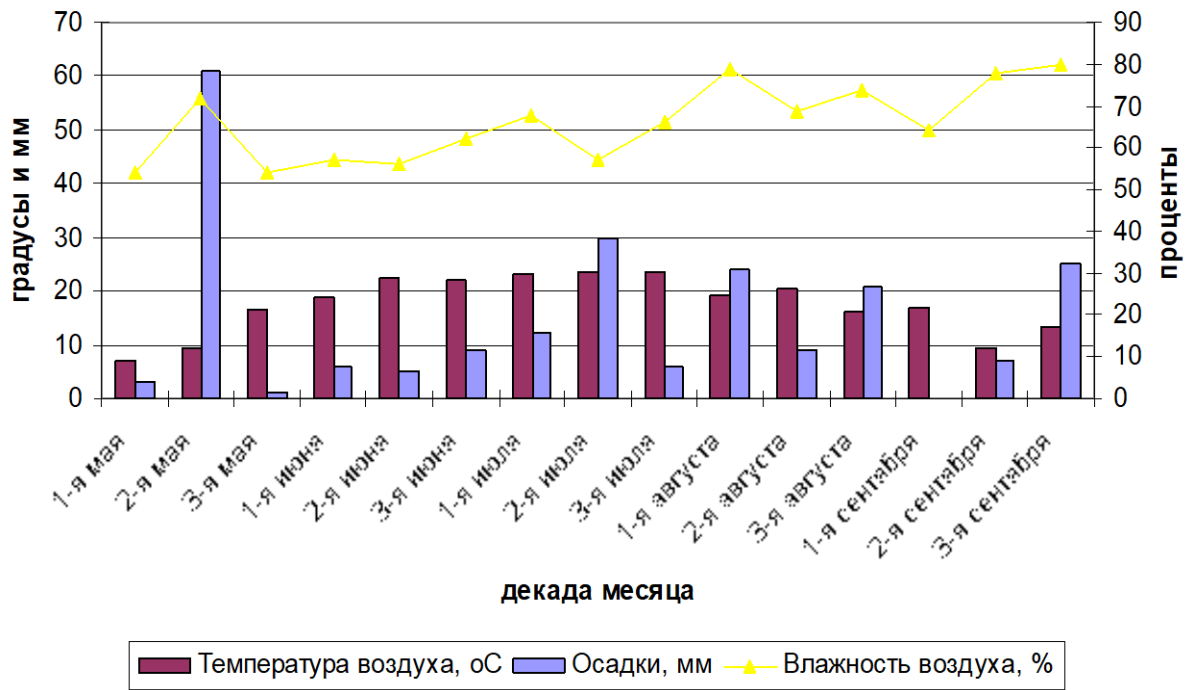


Рисунок 17 - Метеорологические условия 1999 года

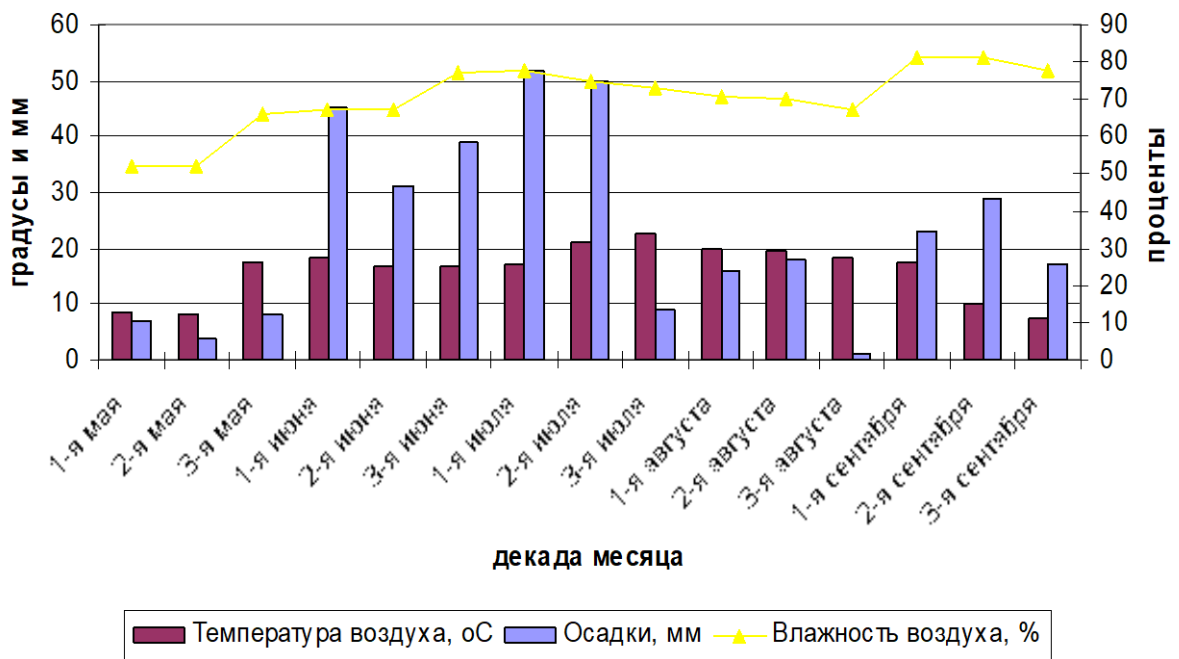


Рисунок 18 - Метеорологические условия 2000 года

Продолжение приложения А

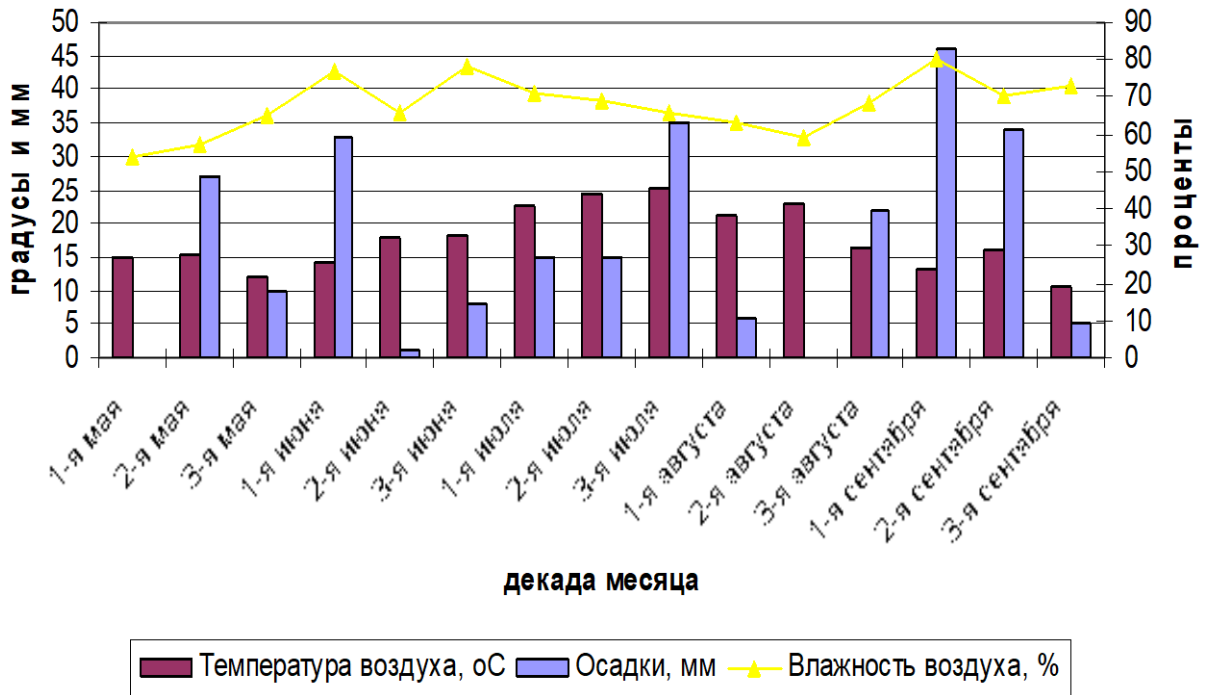


Рисунок 19 - Метеорологические условия 2001 года

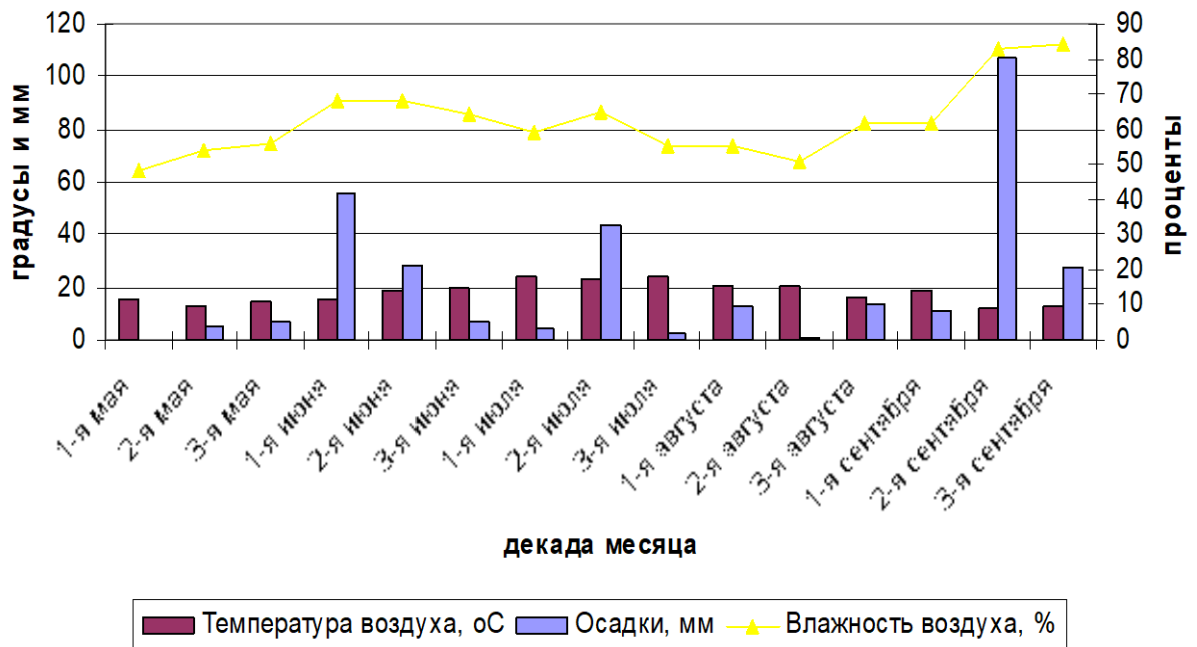


Рисунок 20 - Метеорологические условия 2002 года

Продолжение приложения А

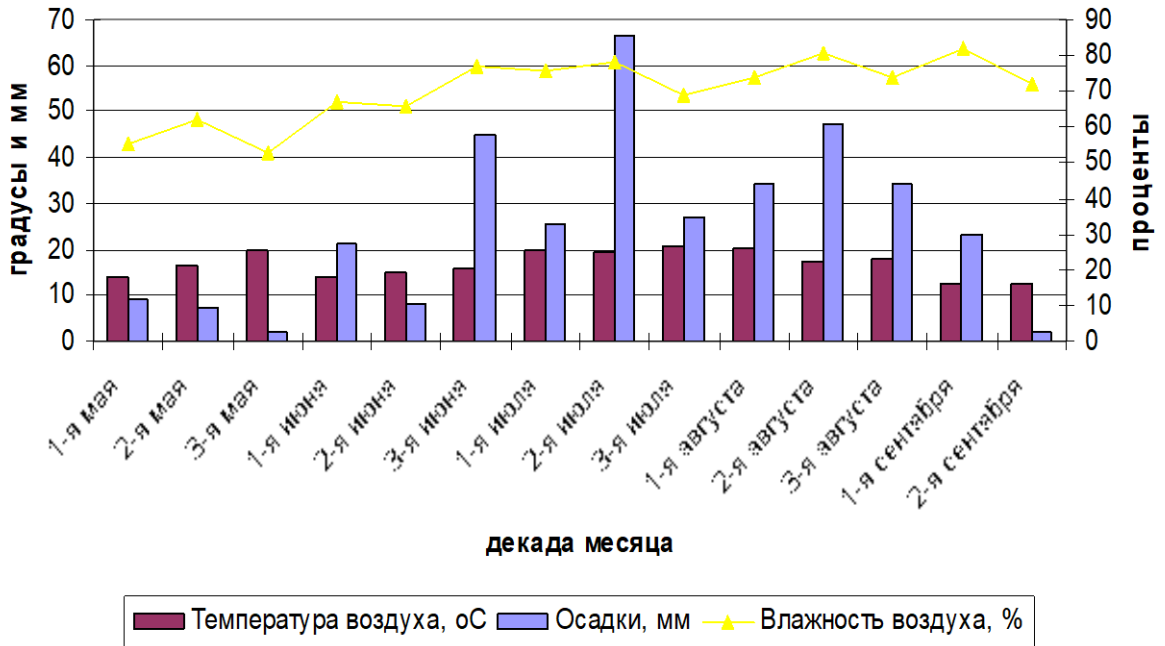


Рисунок 21 - Метеорологические условия 2003 года

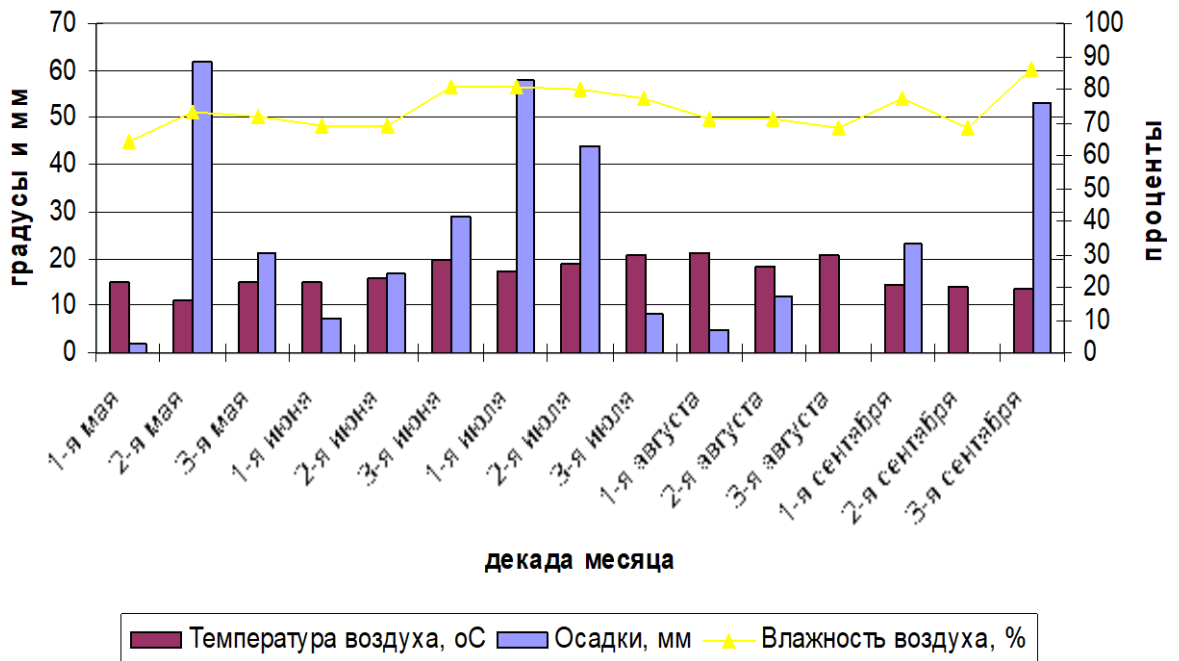


Рисунок 22 - Метеорологические условия 2004 года

Продолжение приложения А

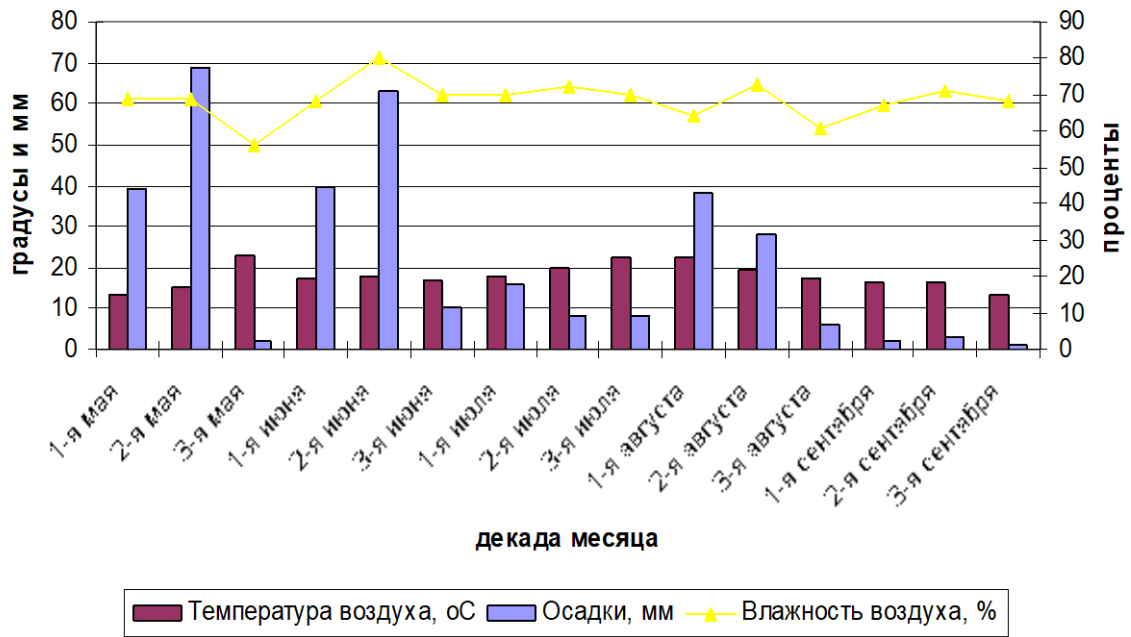


Рисунок 23 - Метеорологические условия 2005 года

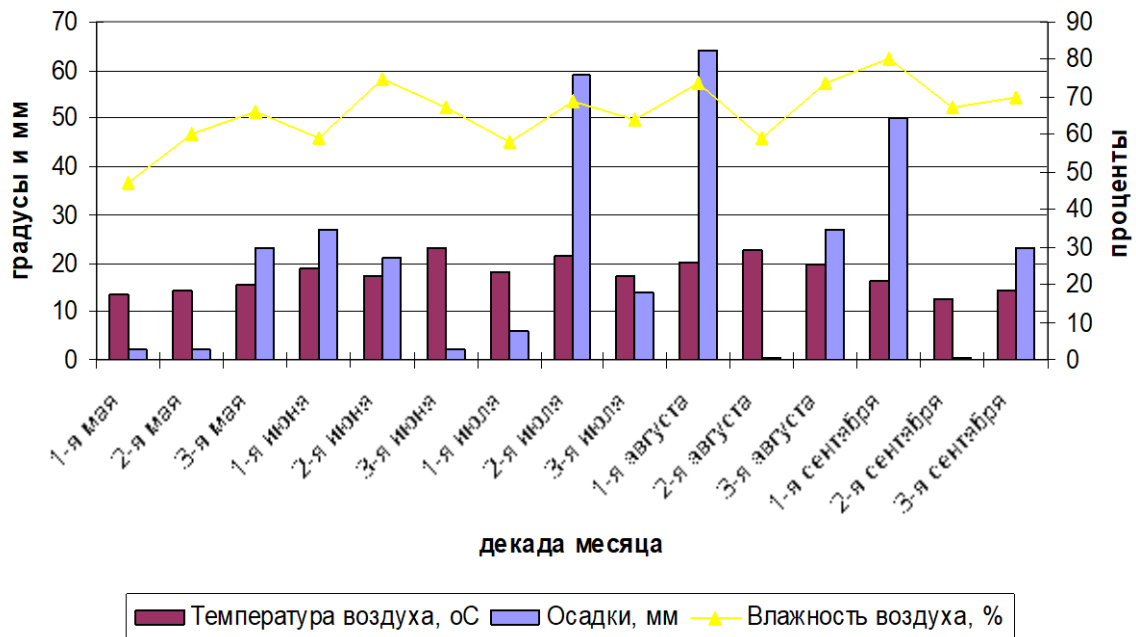


Рисунок 24 - Метеорологические условия 2006 года

Продолжение приложения А

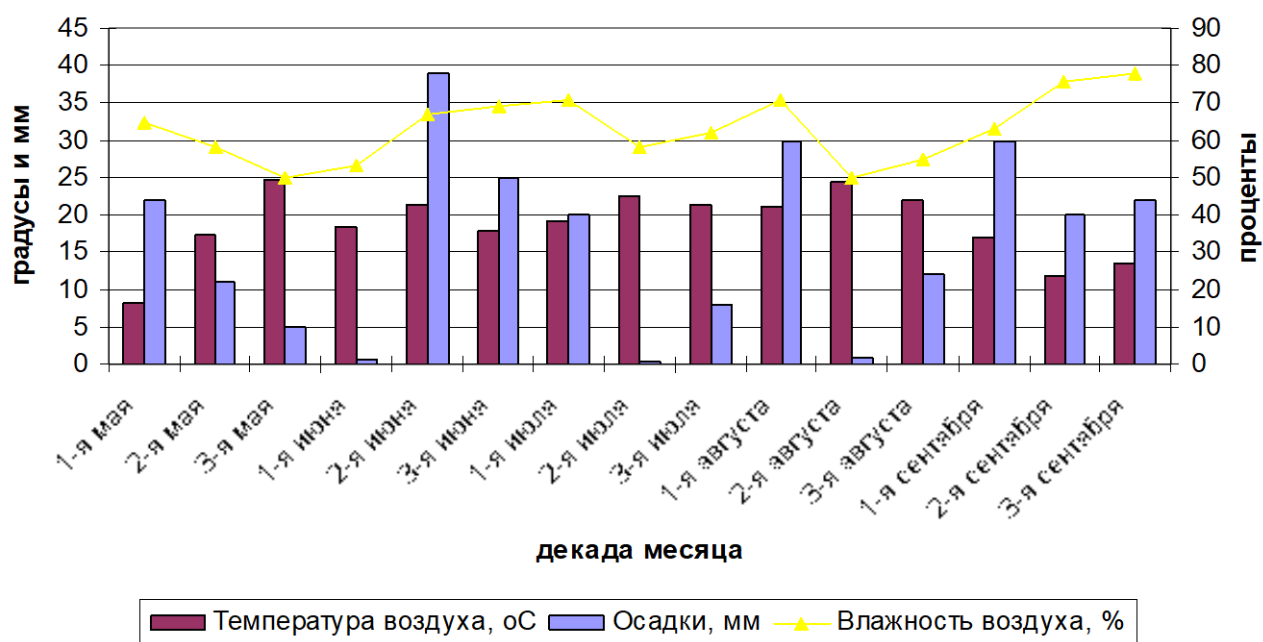


Рисунок 25 - Метеорологические условия 2007 года

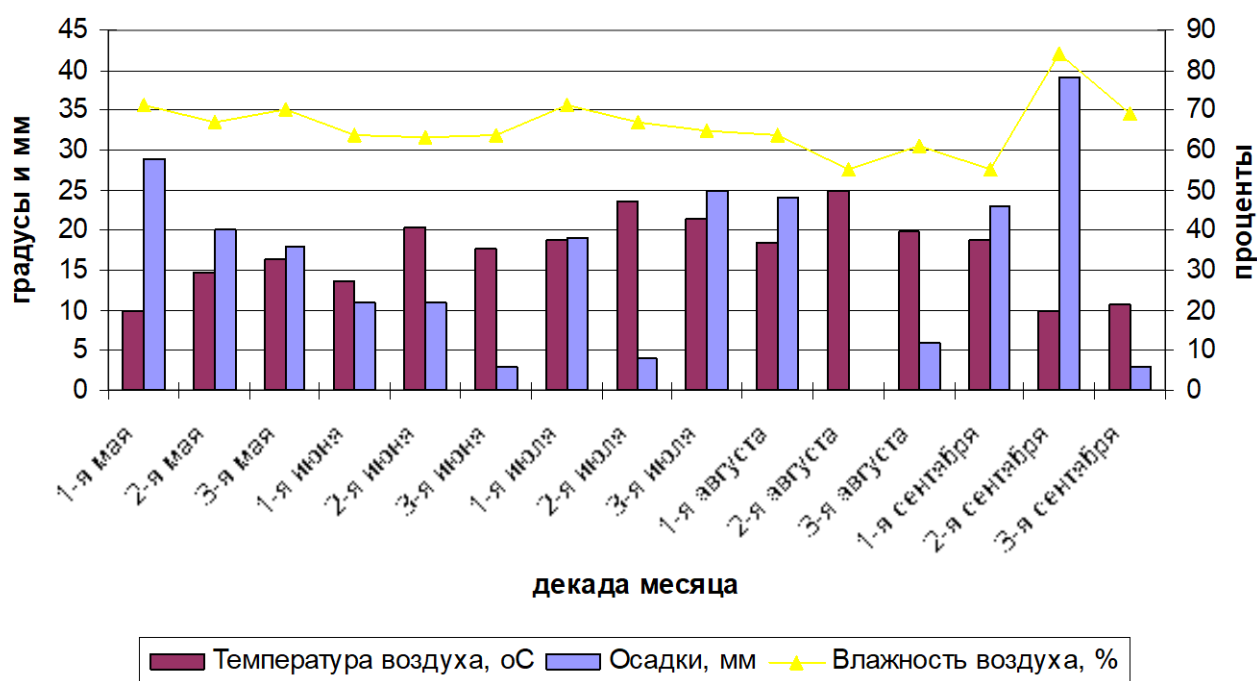


Рисунок 26 - Метеорологические условия 2008 года

Продолжение приложения А

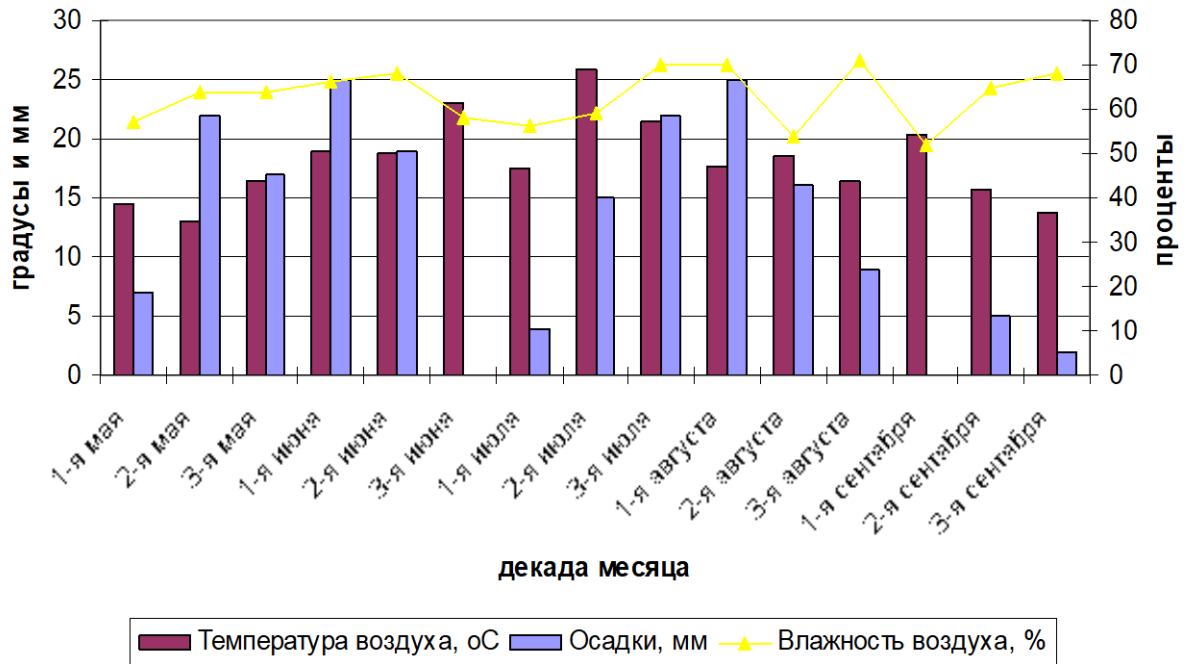


Рисунок 27 - Метеорологические условия 2009 года

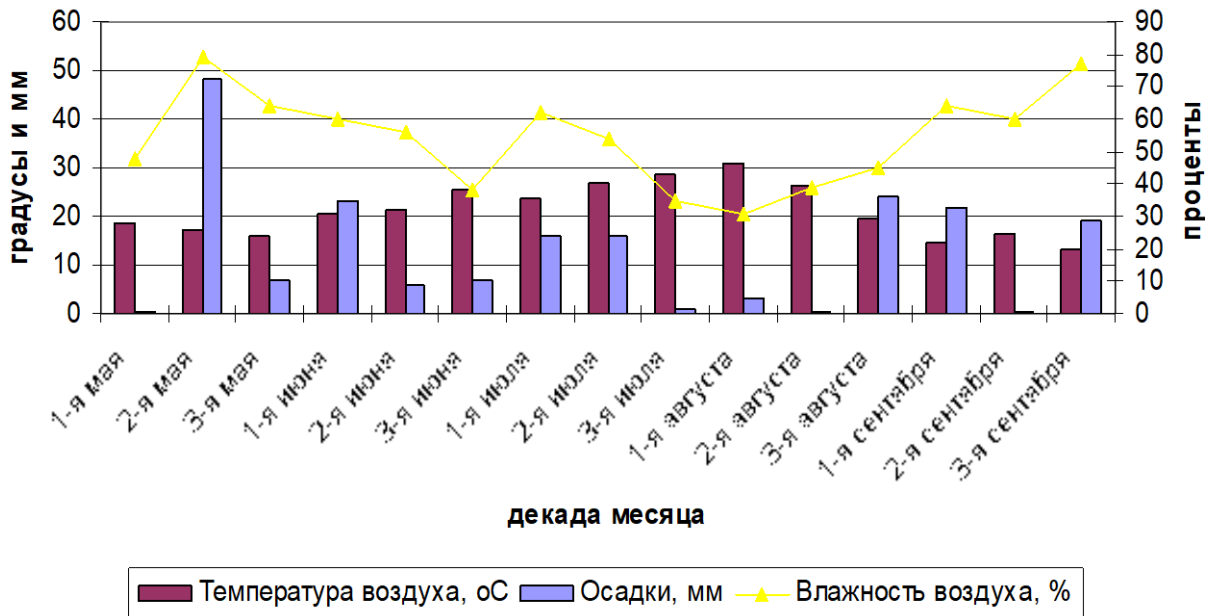


Рисунок 28. - Метеорологические условия 2010 года

Продолжение приложения А

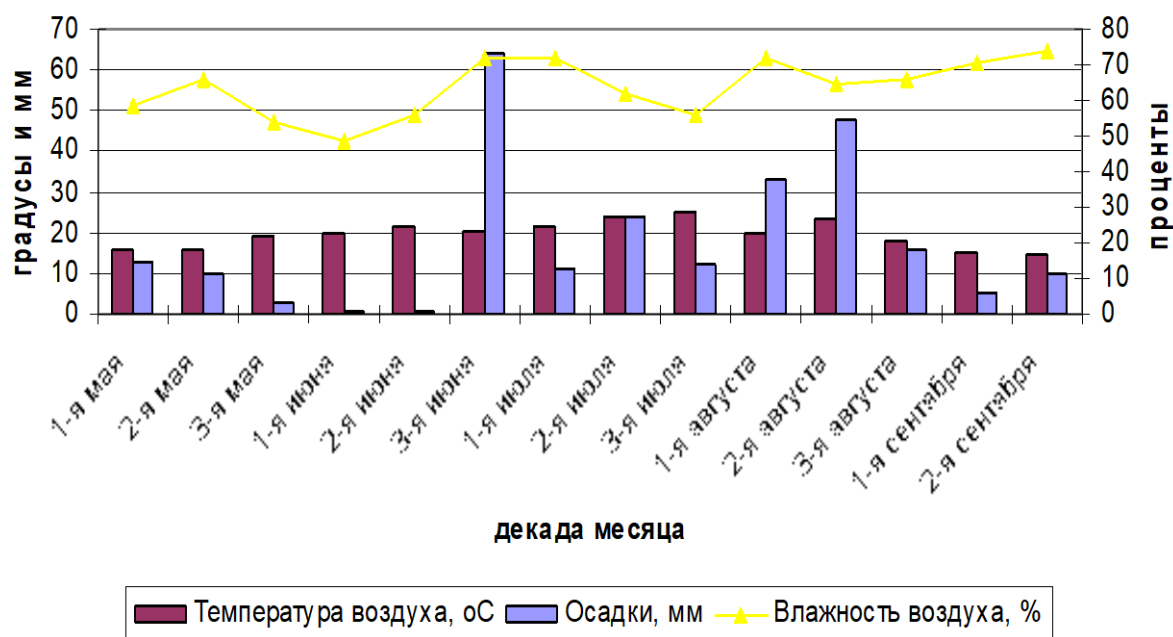


Рисунок 29 - Метеорологические условия 2011 года

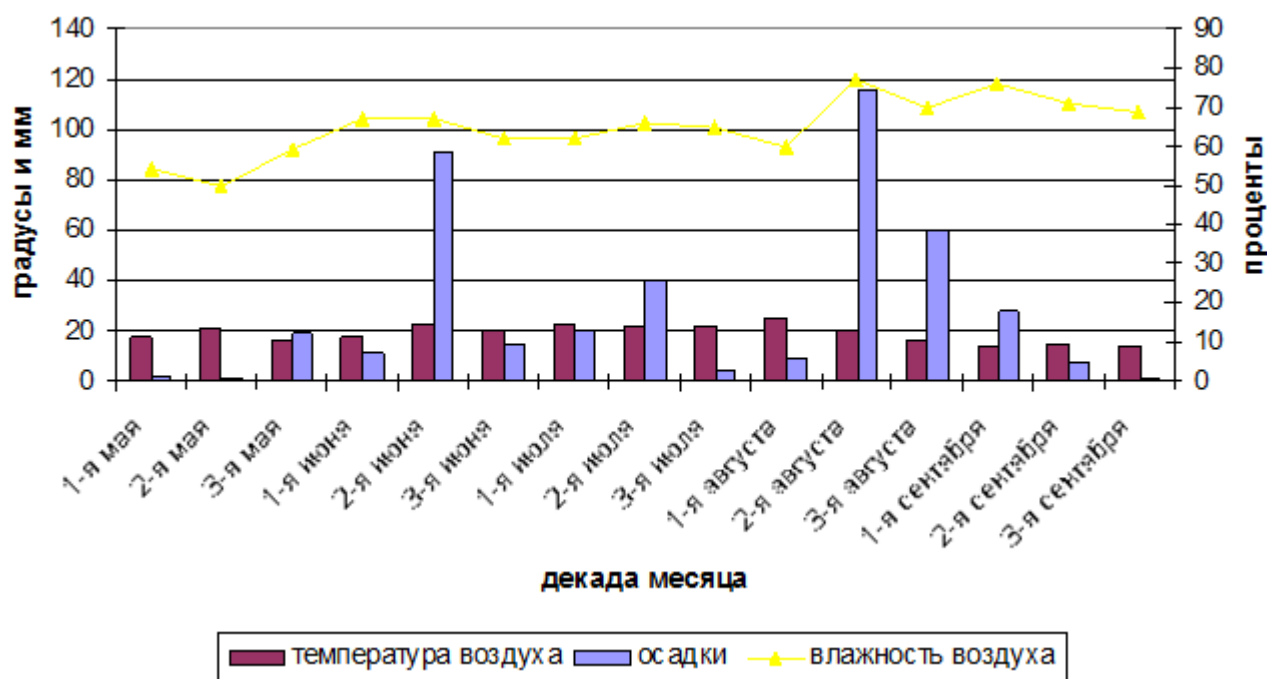


Рисунок 30 - Метеорологические условия 2012 года

Продолжение приложения А

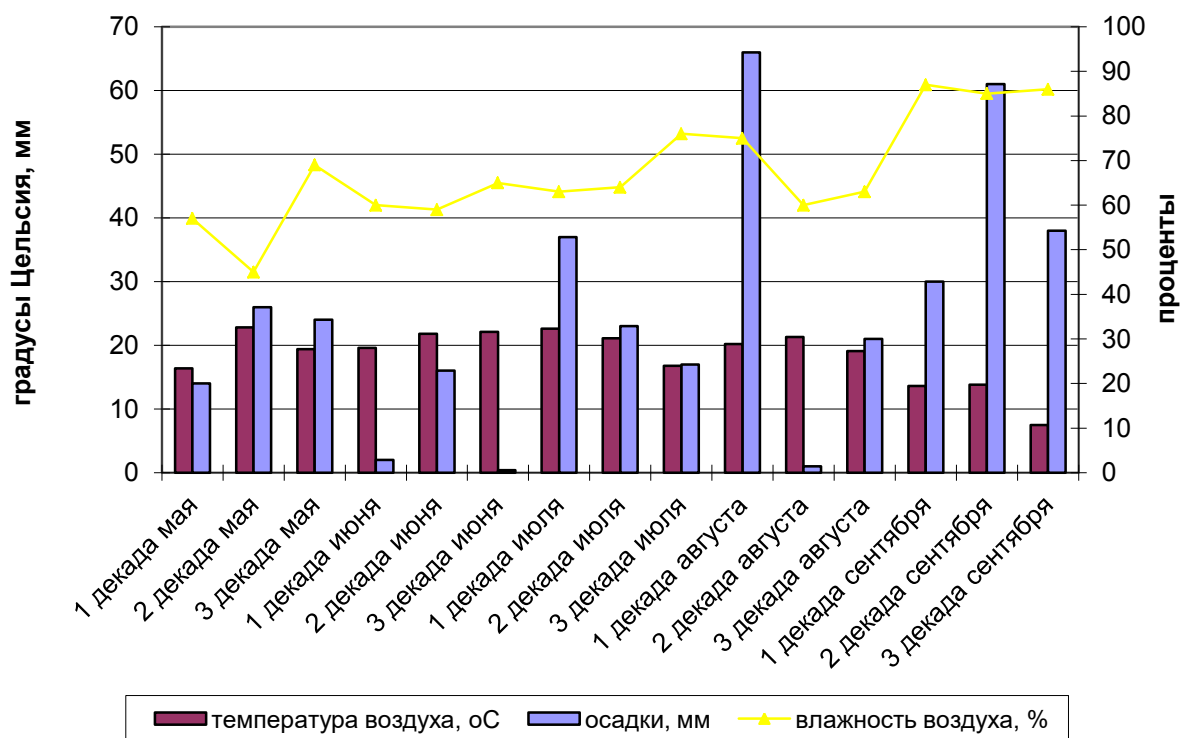


Рисунок 31 - Метеорологические условия 2013 года

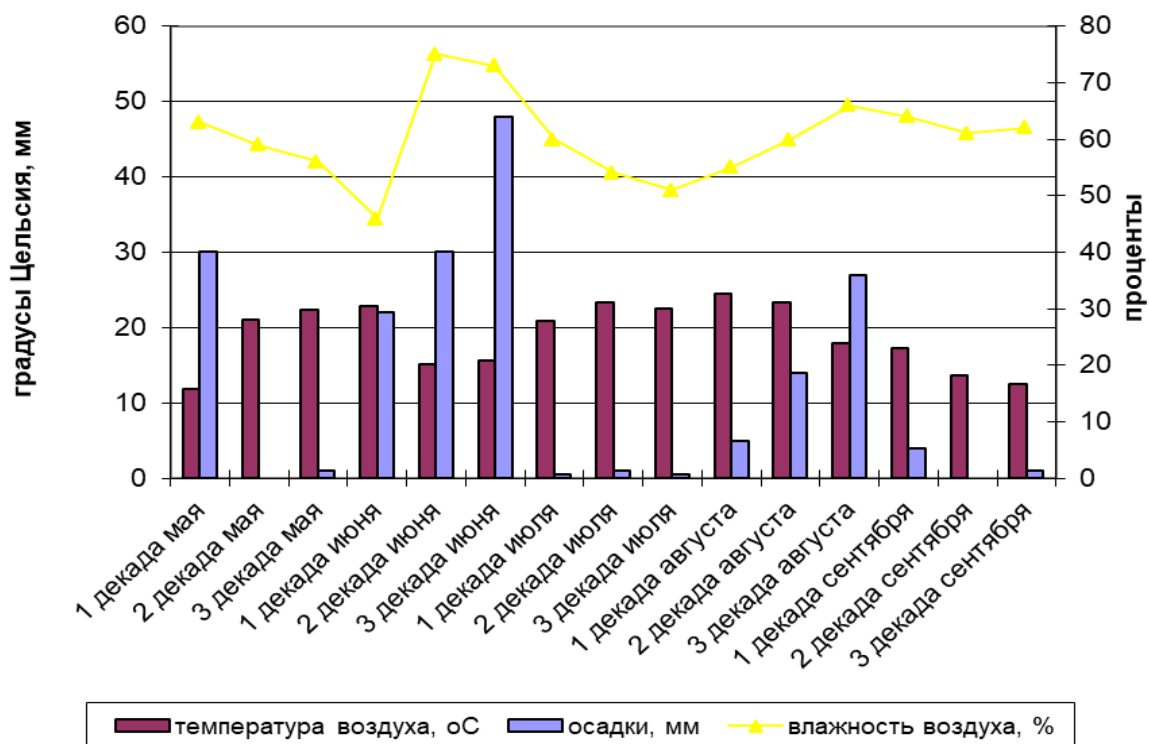


Рисунок 32 - Метеорологические условия 2014 года

Продолжение приложения А

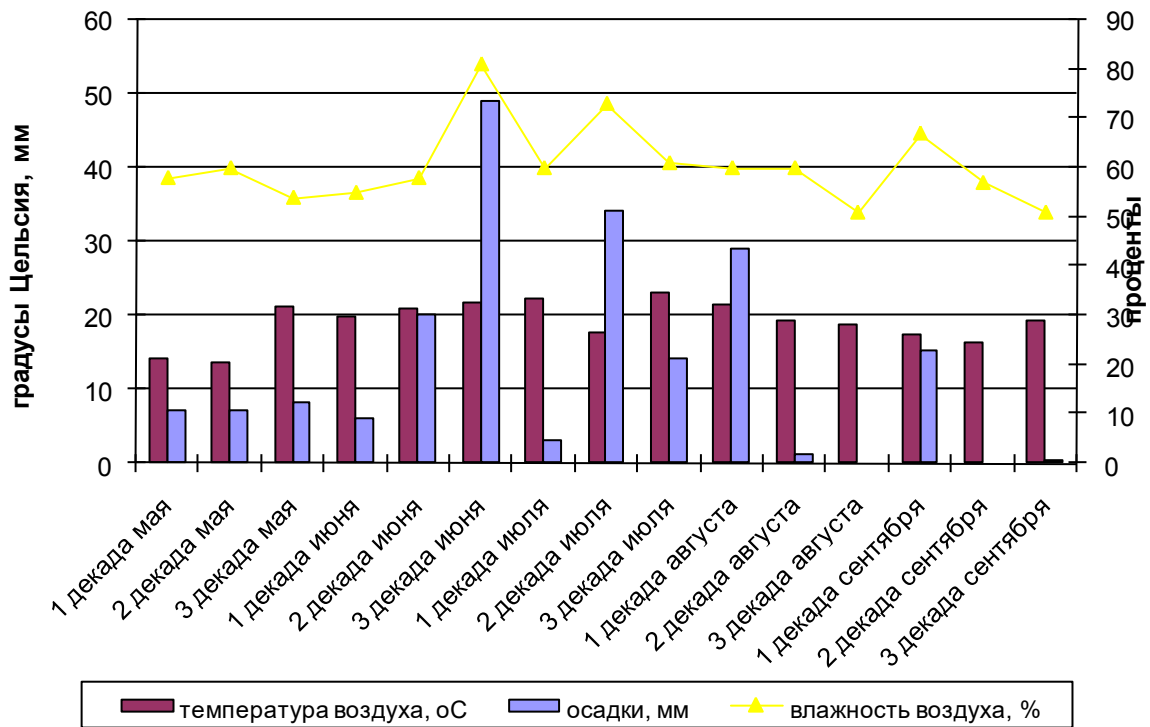


Рисунок 33 - Метеорологические условия 2015 года

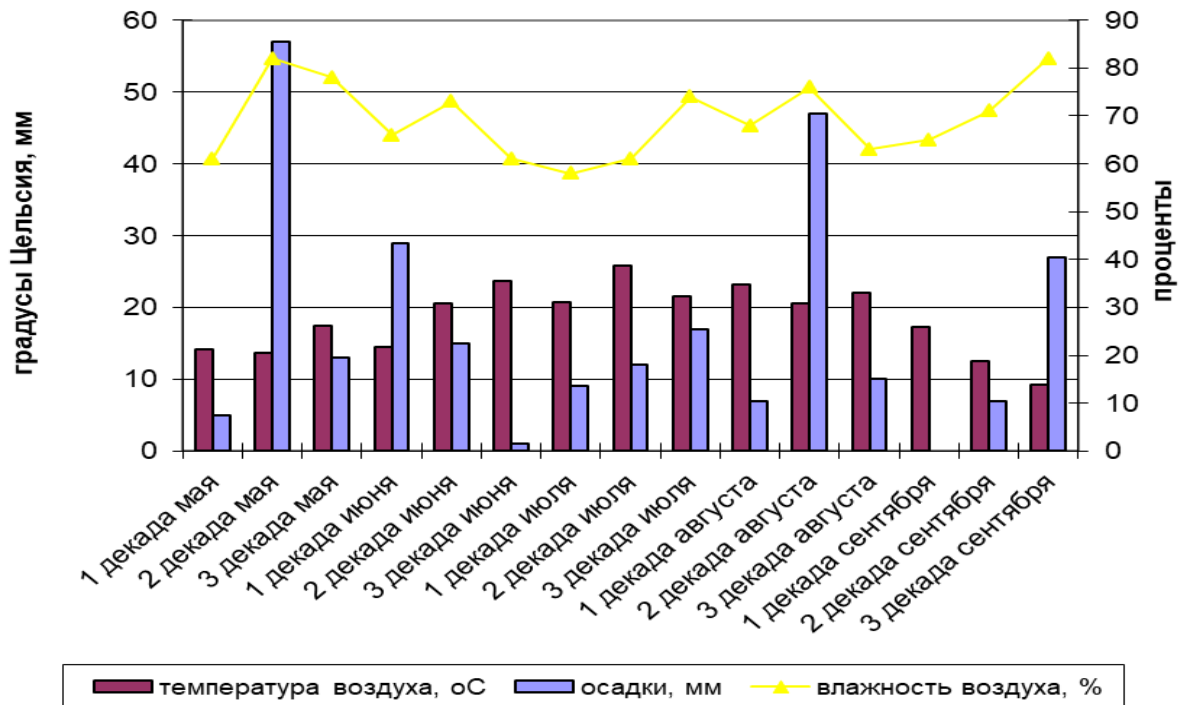


Рисунок 34 - Метеорологические условия 2016 года

Продолжение приложения А

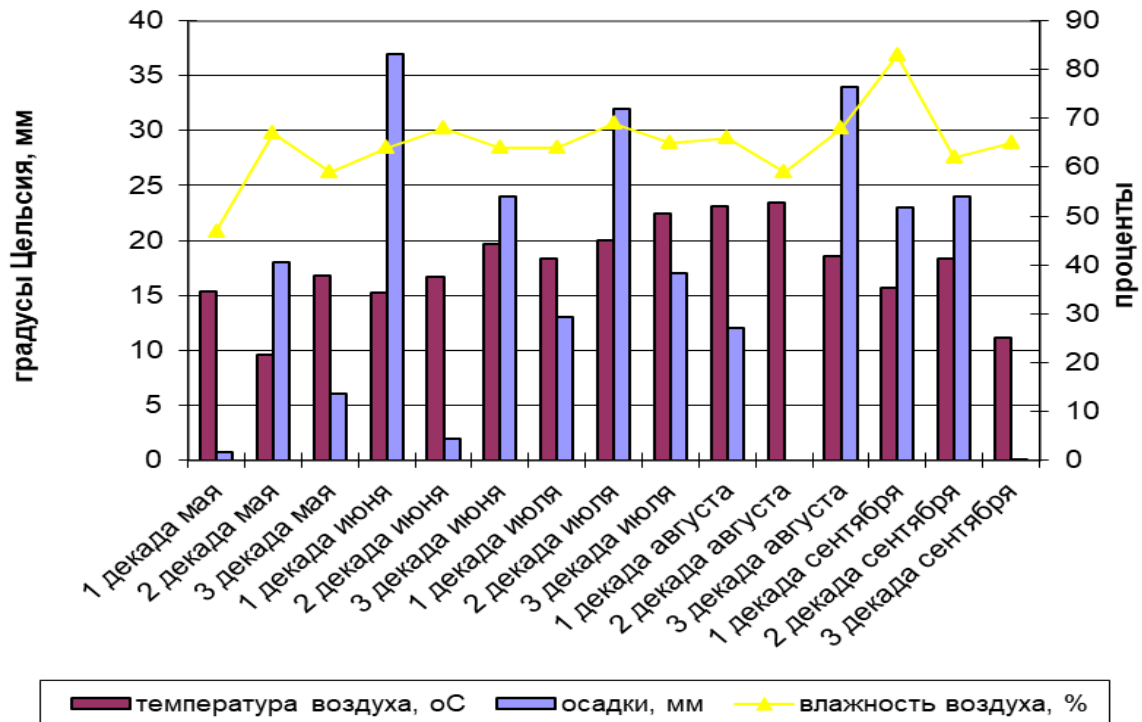


Рисунок 35 - Метеорологические условия 2017 года

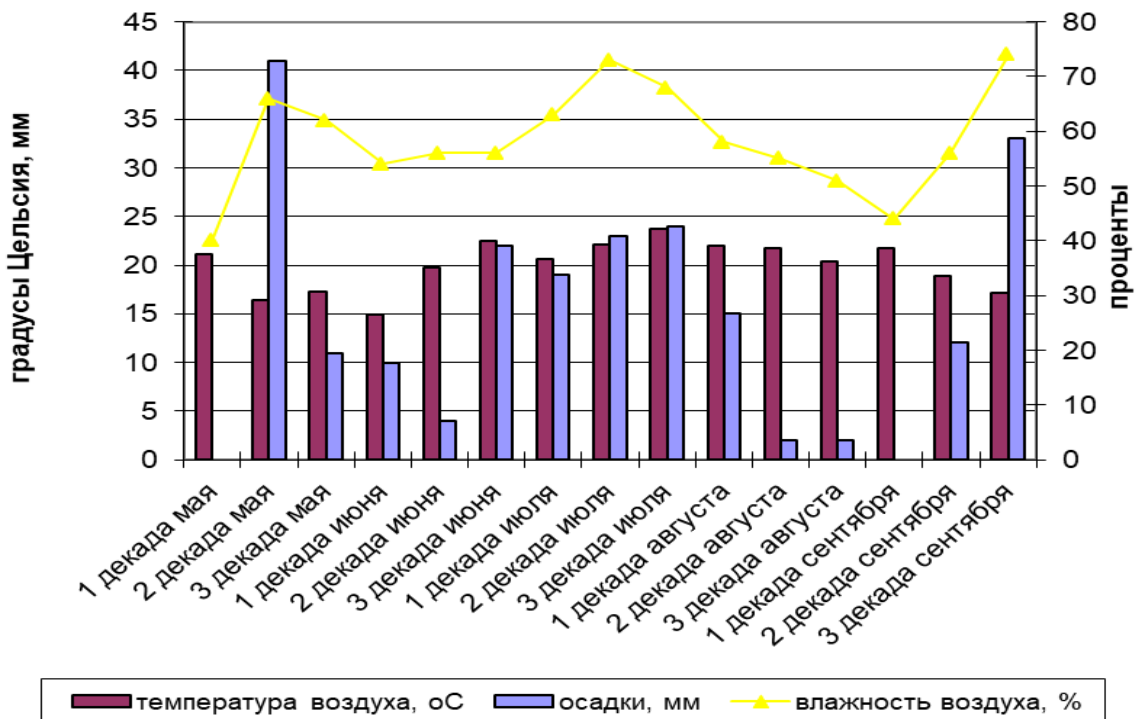


Рисунок 36 - Метеорологические условия 2018 года

Приложение Б

Урожайность томата скороспелого сорта (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)
при применении гидрела в разные фазы развития растений

Варианты	Урожай плодов, т/га					
	Фаза 10-15% зрелых плодов на участке			Фаза 20-25% зрелых плодов на участке		
	зрелых	зеленых	суммарный	зрелых	зеленых	суммарный
Контроль	25,1	13,4	38,5	32,0	13,5	45,5
Гидрел (этефон) 1,0 кг/га	30,4	11,3	41,7	33,8	10,4	44,2
Гидрел (этефон) 1,3 кг/га	30,3	8,4	38,7	34,5	8,0	42,5
Гидрел (этефон) 1,6 кг/га	30,6	7,4	38,0	36,1	6,6	42,7
Гидрел (этефон) 2,0 кг/га	31,2	6,4	37,6	38,6	6,2	44,8
НСР ₀₅	0,85			0,85		

Приложение В

Урожайность томата среднеспелого сорта (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)
при применении гидрела в разные фазы развития растений

Варианты	Урожай плодов, т/га					
	Фаза 10-15% зрелых плодов на участке			Фаза 20-25% зрелых плодов на участке		
	зрелых	зеленых	суммарный	зрелых	зеленых	суммарный
Контроль	34,1	25,5	59,6	36,7	12,2	48,9
Гидрел (этефон) 1,0 кг/га	37,2	19,4	56,6	42,8	11,2	54,0
Гидрел (этефон) 1,3 кг/га	38,6	22,3	60,9	42,0	8,5	50,5
Гидрел (этефон) 1,6 кг/га	41,8	20,6	62,4	42,8	6,9	49,7
Гидрел (этефон) 2,0 кг/га	45,8	16,5	62,3	48,8	4,7	53,5
НСР ₀₅	0,54			0,54		

Приложение Г

Урожайность томата позднеспелого сорта (среднее за 1984-1986, 2010-2014 гг.)
при применении гидрела в разные фазы развития растений

Варианты	Урожай плодов, т/га		
	Фаза 10-15% зрелых плодов на участке		
	зрелых	зеленых	суммарный
Контроль	32,6	19,8	52,4
Гидрел (этефон) 1,0 кг/га	37,4	14,7	52,1
Гидрел (этефон) 1,3 кг/га	40,7	10,9	51,6
Гидрел (этефон) 1,6 кг/га	32,5	12,0	44,5
Гидрел (этефон) 2,0 кг/га	39,5	10,8	50,3
НСР ₀₅	0,94		

]

Приложение Д

Динамика площади (S) листьев ($\text{м}^2/\text{га}$) и биологической активности почвы (выделение CO_2 , $\text{мг}/\text{кг час}$) под томатом сорта Волгоградский скороспелый 323 (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты		Сроки определения					
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./га	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
		S	CO_2	S	CO_2	S	CO_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

Приложение Е

Динамика площади (S) листьев ($\text{м}^2/\text{га}$) и биологической активности почвы (выделение CO_2 , $\text{мг}/\text{кг час}$) под томатом сорта Волгоградский 5/95 (среднее за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты		Сроки определения					
Схема посадки, см	Густота стояния растений, тыс./га	I декада июня		I декада июля		I декада августа	
		S	CO_2	S	CO_2	S	CO_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

Приложение Ж

Выделение CO₂ почвой (мг/кг час) из-под томата сорта
Волгоградский скороспелый 323 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Выделение CO ₂ почвой по срокам определения		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	3,8	8,3	9,5
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	4,3	8,8	10,0
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	4,5	9,0	10,2
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	4,4	8,9	10,1
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	4,1	8,6	9,8
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	4,2	8,7	9,9
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	3,9	8,4	9,6
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	4,7	9,2	10,4
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	4,4	8,9	10,1
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	4,3	8,8	10,0
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	4,6	9,1	10,3
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	5,3	9,8	11,0
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	5,2	9,7	10,9
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	5,5	10,0	11,2
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	5,9	10,4	11,6
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	4,7	9,2	10,4
НСП ₀₅			

Приложение И

Выделение CO₂ почвой (мг/кг час) из-под томата сорта Драгоценность 341 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Выделение CO ₂ почвой по срокам определения		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	4,0	8,5	9,7
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	4,9	9,4	10,6
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	5,0	9,5	10,7
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	5,1	9,6	10,8
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	4,2	8,7	9,9
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	4,5	9,0	10,2
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	4,1	8,6	9,8
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	4,1	8,6	9,8
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	3,9	8,4	9,9
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	4,2	8,7	9,9
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	4,3	8,8	11,0
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	6,1	10,6	11,8
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	5,4	9,9	11,1
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	5,9	10,4	11,6
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	5,5	9,0	10,2
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	4,2	8,7	9,9
НСР ₀₅			

Приложение К

Выделение CO₂ почвой (мг/кг час) из-под томата сорта Волгоградский 5/95 (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Выделение CO ₂ почвой по срокам определения		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	5,0	9,6	10,7
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	5,8	10,4	11,5
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	6,5	11,1	12,2
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	6,5	11,1	12,2
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	6,0	10,6	11,7
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	6,1	10,7	11,8
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	6,5	11,1	12,2
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	6,3	11,9	12,0
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	6,2	10,8	11,9
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	6,6	11,2	12,3
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	6,5	11,1	12,2
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	7,1	11,7	12,8
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	7,1	11,7	12,8
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	5,6	10,2	11,3
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	6,4	11,0	12,1
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	5,9	10,5	11,6
НСР ₀₅			

Приложение Л

Выделение CO₂ почвой (мг/кг час) из-под томата сорта Ракета (в среднем за 1985-1990, 2009-2012 гг.)

Варианты	Выделение CO ₂ почвой по срокам определения		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
A ₁ B ₄ C ₁ D ₃	4,7	9,2	10,4
A ₁ B ₁ C ₂ D ₄	4,6	9,1	10,3
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	5,6	10,1	11,3
A ₁ B ₃ C ₄ D ₂	5,1	9,6	10,8
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	5,1	9,6	10,8
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	4,5	9,0	10,2
A ₂ B ₃ C ₃ D ₄	4,9	9,4	10,6
A ₂ B ₄ C ₄ D ₁	4,8	9,3	10,5
A ₃ B ₁ C ₄ D ₄	4,6	9,1	10,3
A ₃ B ₂ C ₁ D ₁	5,1	9,6	10,8
A ₃ B ₃ C ₂ D ₂	5,4	9,9	11,1
A ₃ B ₄ C ₃ D ₃	5,9	10,4	11,6
A ₄ B ₁ C ₃ D ₂	5,8	10,3	11,5
A ₄ B ₂ C ₃ D ₃	6,4	10,9	12,1
A ₄ B ₃ C ₁ D ₄	5,1	9,6	10,8
A ₄ B ₄ C ₂ D ₁	5,2	9,7	10,9
НСП ₀₅			

Приложение М

Биологическая активность почвы (мг/кг час) из-под овощных культур (в среднем за 1994-1998, 2005-2015 гг.)

Варианты опыта	Выделение CO ₂ почвой из-под капусты белокочанной			Выделение CO ₂ почвой из-под огурца			Выделение CO ₂ почвой из-под томата		
	Сроки определения			Сроки определения			Сроки определения		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Контроль	4,06	5,75	8,09	4,83	5,57	12,8	8,72	12,8	15,2
Сидерат	6,04	8,76	7,92	7,63	10,1	9,67	10,4	14,8	13,0
Сидерат+Азотобактерин (одна обработка)	5,41	7,16	10,4	8,16	11,5	10,3	9,96	14,0	9,91
НСР ₀₅	0,91			0,80			0,91		

Приложение Н

Динамика нитрификационной способности почвы (НСП) при обработке азотобактерином (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Фаза развития растений при отборе образцов почвы	Варианты опыта	НСП (мг/100г)
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
	НСР ₀₅	
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
	НСР ₀₅	
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
	НСР ₀₅	

Приложение П

Биологическая активность почвы (мг/кг×час) из-под овощных культур (в среднем за 1991-1997, 2005-2014 гг.)

Варианты опыта	Выделение CO ₂ почвой из-под капусты белокочанной			Выделение CO ₂ почвой из-под огурца			Выделение CO ₂ почвой из-под томата		
	сроки определения			сроки определения			сроки определения		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа	I декада июня	I декада июля	I декада августа	I декада июня	I декада июля	I декада августа
Контроль	4,06	5,75	8,09	4,83	5,57	12,81	8,72	12,76	15,21
Азотобактерин (одна обработка)	5,35	7,25	6,97	6,65	9,00	12,25	9,12	9,54	9,74
Азотобактерин (две обработки)	5,41	6,86	9,62	8,52	11,75	11,20	10,49	12,58	17,48
Сидерат	6,04	8,76	7,92	7,63	10,11	9,67	10,38	11,75	13,01
Сидерат +Азотобактерин (одна обработка)	5,41	7,16	10,38	8,16	11,48	10,26	9,96	12,04	9,91
НСР ₀₅	0,14	0,16	0,19	0,20	0,19	0,23	0,26	0,29	0,21

Приложение Р

Влияние на динамику листовой поверхности растений белокочанной капусты сортов Горлица и Касатка предпосевной обработки семян регуляторами роста (2005-2017 гг.)

Варианты опыта	Площадь листовой поверхности по срокам (м ² /м ²)		
	I декада июня	I декада июля	I декада августа
Контроль	1,23/1,31*	1,68/1,74	2,56/2,62
Агат-25К	1,54/1,67	2,07/2,24	3,27/3,35
Альбит	1,65/1,79	2,15/2,27	3,34/3,58
Крезацин	1,57/1,64	2,09/2,22	3,14/3,29
Перекись водорода	1,53/1,69	2,06/2,24	3,21/3,38
Циркон	1,72/1,78	2,17/2,31	3,41/3,62
Эпин экстра	1,70/1,79	2,15/2,30	3,40/3,59
НСР ₀₅			
* числитель – сорт Горлица; знаменатель – сорт Касатка.			

Приложение С

Динамика площади листьев (m^2/m^2) столовой свёклы после обработки ее семян регуляторами роста в 2004-2017 гг.

Варианты опыта	Сроки учета		
	I декада июля	I декада августа	перед уборкой (сентябрь)
Контроль (вода)	2,14	2,85	3,01
Агат-25К	1,82	3,02	3,21
Альбит	3,06	3,61	3,82
Завязь	1,67	2,57	2,76
Иммуноцитифит	3,08	3,51	3,77
Крезацин	2,20	3,44	3,69
Нарцисс	2,85	3,47	3,60
Новосил	2,73	3,51	3,65
Перекись водорода	1,96	2,99	3,68
Циркон	2,00	3,45	3,67
Эпин экстра	2,04	2,83	2,99
НСР ₀₅			

Приложение Т

Динамика площади листьев ($\text{м}^2/\text{м}^2$) столовой свёклы после обработки семян и растений регуляторами роста в 2004-2017 гг.

Варианты опыта	Сроки учета		
	I декада июля	I декада августа	перед уборкой (сентябрь)
Контроль (вода)	2,88	3,25	3,53
Агат-25К	3,18	3,52	3,84
Альбит	3,52	4,11	4,23
Завязь	2,36	3,07	3,26
Иммуноцитифит	3,47	4,01	4,23
Крезацин	3,28	3,94	4,20
Нарцисс	3,33	3,87	4,12
Новосил	3,33	4,01	4,22
Перекись водорода	3,00	3,59	4,17
Циркон	3,26	3,95	4,21
Эпин экстра	2,64	3,23	3,52
НСР ₀₅			

Приложение У

Влияние на развитие листовой поверхности растений (m^2/m^2) обработки семян моркови различных сортов регуляторами роста в 2004-2017 гг.

Сроки учета	Регуляторы роста растений								
	Контроль (вода)	Агат-25к	Альбит	Иммунуноцитофит	Крезацин	Нововосил	Перекись водорода	Циркон	Эпин экстра
	Сорт Рогнеда								
I декада июня	0,78	0,94	0,96	0,90	0,84	0,97	0,93	0,92	1,00
I декада июля	1,56	2,06	2,11	2,05	1,88	2,21	2,14	2,07	2,23
I декада августа	2,10	2,86	2,90	2,91	2,69	3,08	2,88	2,83	3,74
	Гибрид Кантербюри								
I декада июня	1,12	1,56	1,45	1,25	1,22	1,07	1,61	1,72	1,04
I декада июля	1,97	3,97	3,65	2,12	2,08	1,84	2,88	3,56	1,93
I декада августа	3,89	8,49	7,08	4,19	4,02	3,29	6,97	7,32	3,59

