

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»

На правах рукописи

СЯПУКОВ ЕВГЕНИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ И УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА
КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Специальность: 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Диссертация
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор В.И. Костин

Ульяновск – 2018

СОДЕРЖАНИЕ

	СОКРАЩЕНИЯ.....	4
	ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1	ДЕЙСТВИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ	9
1.1	Синтетические регуляторы роста и их роль онтогенезе сельскохозяйственных растений	9
1.2	Механизм действия и применение мелафена в растениеводстве	20
1.3	Физиолого-биохимическое значение бора и внекорневая подкормка сахарной свёклы	24
ГЛАВА 2	ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	29
2.1	Метеорологические условия в годы проведения опытов.....	32
ГЛАВА 3	ТЕХНОЛОГИЯ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И БОРНОЙ КИСЛОТЫ.....	35
3.1	Основная зяблевая обработка почвы.....	38
3.2	Весенняя и предпосевная обработка почвы. Посев	41
3.3	Система защиты растений сахарной свёклы в условиях Ульяновской области и сроки внесения гербицидов.....	46
3.7	Внекорневая подкормка и особенности используемой технологии.....	51
ГЛАВА 4	ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И БОРНОЙ КИСЛОТЫ НА ДИНАМИКУ ЛИСТЬЕВ, КОРНЕПЛОДОВ И САХАРОНАКОПЛЕНИЕ.....	55
4.1	Динамика листьев и корнеплодов.....	55
4.2	О сахарозе корнеплодов сахарной свёклы и особенности сахаронакопления.....	61
ГЛАВА 5	УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ.....	68
5.1	Урожайность корнеплодов сахарной свёклы.....	68
5.2	Внекорневая подкормка агроценоза и биохимический состав корнеплодов.....	71
5.3	Технологические качества корнеплодов при переработке на сахарном заводе в производственных условиях.....	78
5.4	Содержание тяжёлых металлов в почве и корнеплодах.....	81
ГЛАВА 6	ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И БОРНОЙ КИСЛОТЫ В ТЕХНОЛОГИИ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ.....	84
6.1	Энергетическая оценка.....	84
6.2	Экономическая оценка.....	87

6.3 Экономическая эффективность в производственных условиях.....	89
ВЫВОДЫ.....	91
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	93
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	94
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	116

СОКРАЩЕНИЯ

- ГТК – гидротермический коэффициент;
- ГЛ – гиббереллин;
- ИУК – индолилуксусная кислота;
- БАП – бензиламинопурин;
- АБК – абсцизовая кислота;
- ФК – фузикокцин;
- ЯК – янтарная кислота;
- БС – brassinosteroids;
- ЭБ – эпибрасинолид;
- ПАБК – парааминобензойная кислота;
- СК – салициловая кислота;
- ЦК – цитокинин;
- МФ – мелафен;
- ОМУ – органоминеральное удобрение;
- ТМ – тяжёлые металлы;
- ПЛК – предельно-допустимая концентрация.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Сахарная свёкла (*Beta vulgaris*) важнейшая техническая культура во многих регионах России, в том числе и в Ульяновской области. Ульяновская область является регионом по выращиванию сахарной свёклы. На территории региона функционирует один из крупнейших сахарных заводов Российской Федерации. Площадь посева колеблется от 12,4 до 21 тыс. га, а средняя урожайность за 2010-2014 годы составляла 28,1 т/га. Снижение посевных площадей сахарной свёклы, которое наблюдается в РФ, в том числе и в Ульяновской области, произошло из-за значительного снижения экономической привлекательности производства сахарной свёклы (Юхин, 2000, 2007, 2014) и из-за дороговизны современной техники и средств защиты растений.

Степень разработанности проблемы. Изучением вопросов по применению внекорневых подкормок и интенсивному возделыванию сахарной свёклы занимались ряд исследователей в разных почвенно-климатических условиях. В проведённых исследованиях отражены некоторые актуальные методологические и агротехнические вопросы по выращиванию сахарной свёклы.

Перспективным путём развития свекловодства является ресурсосбережение на основе внедрения современной технологии с учётом применения внекорневых подкормок регуляторами роста нового поколения и микроэлементами, которых в почве недостаточно (Жердецкий, 2008; Смирных, 2010; Уваров, Боровская, 2011; Карпук, 2013; Барчуков, Чернышева, Тосунов, 2008, 2014; Костин, Ошкин, 2014; Костин, Исайчев, Ошкин, 2014; Костин, Ошкин, 2015, 2016; Kostin, Oshkin, 2017).

Однако в условиях Ульяновской области вообще не изучено действие фиторегуляторов нового поколения и борной кислоты на формирование урожайности и технологические качества корнеплодов при переработке на сахарном заводе. Изучение этих вопросов является актуальным. Совершенствование технологии возделывания сахарной свёклы в условиях Ульяновского региона и научное применение регуляторов роста нового поколения мелафена, пирафена и борной кислоты при двукратной внекорневой подкормке,

способствующих в онтогенезе активации ростовых и анаболических процессов, интенсификации оттока сахарозы из листьев в корнеплоды и улучшение технологических качеств корнеплодов. Исследования проводились в соответствии с тематическими планами, государственными программами и при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства РФ. Номер государственной регистрации данной работы №120.06.00149, а также по обычным программам являются составной частью плана научной работы Ульяновского ГАУ им. П.А. Столыпина.

Цель и задачи исследований. Цель работы в усовершенствовании технологии возделывания сахарной свёклы для зоны Ульяновской области и обосновании применения внекорневых подкормок регуляторами роста нового поколения отдельно и совместно со свекловичным аквапином и борной кислотой.

Для решения этой цели были поставлены следующие задачи:

- усовершенствовать технологию сахарной свёклы для зоны лесостепи Среднего Поволжья и изучить особенности роста и развития растений сахарной свёклы и определить динамику сухого вещества, сахарозы и воды при применении регуляторов роста и борной кислоты для внекорневой подкормки;

- определить урожайность корнеплодов в условиях полевых опытов, провести широкомасштабные испытания используемых препаратов, определить технологические качества корнеплодов и установить связи между содержанием клетчатки и пектиновых веществ, содержанием сахарозы и доброкачественности сока;

- изучить стандартные потери сахара при образовании мелассы;

- дать экономическую и энергетическую оценку изучаемым технологическим приёмам возделывания сахарной свёклы.

Научная новизна. В комплексных исследованиях с учётом метеорологических условий зоны и биологических особенностей сахарной свёклы усовершенствована технология её возделывания, обосновано и экспериментально подтверждено использование регуляторов нового поколения мелафена и пирафена и аквапина с борной кислотой при внекорневой подкормке для формирования

высокопродуктивного агрофитоценоза сахарной свёклы в условиях Среднего Поволжья.

Впервые изучен характер воздействия фиторегуляторов нового поколения на формирование биомассы, сухого вещества, сахарозы и воды, урожайности и технологических качеств корнеплодов. Выявлена динамика накопления. Выявлена необходимость использования фиторегуляторов и борной кислоты. Впервые для лесостепной зоны Поволжья методом корреляционно-регрессионного анализа выявлены количественные взаимосвязи между сахарозой, клетчаткой, пектиновыми веществами и доброкачественностью нормального сока. Изучена энергетическая и экономическая эффективность применения регуляторов роста, акварина и борной кислоты в технологии возделывания сахарной свёклы. Выполнена трёхлетняя производственная проверка внекорневых подкормок в разных хозяйствах региона.

Основные положения, выносимые на защиту:

- усовершенствованная технология возделывания сахарной свёклы для Ульяновского региона и внекорневая подкормка способствует снятию гербицидной нагрузки, способствует формированию продукционного процесса, накоплению сухого вещества и сахарозы в корнеплодах;
- формирование урожая, технологические качества корнеплодов в зависимости от регуляторов роста, акварина и борной кислоты и стандартные потери сахара при образовании мелассы;
- обоснование энергетической и экономической эффективности технологических приёмов сахарной свёклы.

Практическая значимость исследований. С целью повышения урожайности и улучшения технологических качеств корнеплодов предложен эффективный фиторегулятор нового поколения для практического использования совместно с борной кислотой и акварином для внекорневой подкормки в фазе 5-6 листьев и начала утолщения корнеплодов.

Разработанный агроприём технологии возделывания сахарной свёклы способствует экологизации растениеводства, экономии материально-технических

средств и получению высококачественных корнеплодов для сахарной промышленности. Разработанный агроприём апробирован и внедрён в свеклосеющих хозяйствах различных форм собственности, обеспечивающий получение урожайности более 45 тонн с 1 га, а также имеющий высокую энергетическую и экономическую эффективность.

Рекомендации автора в 2012-2016 годах на площади 250 га, в 2016 году – 300 га СПК «Новотимерсянский», КФХ «Узиков» на 500 га и ежегодно в КФХ «Сяпуков Е.Ф.» (в 2012-2013 годах по 225 га, 2014 – 300 га, в 2015 – 500 га, в 2016 – 800 га).

Данная научная работа на XVIII-й Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» в номинации «Инновационные разработки в области растениеводства» удостоена Золотой медали.

Полученные данные используются в учебном процессе по курсам физиологии и биохимии растений, растениеводства, экологии и технологии хранения и переработки продукции растениеводства на агрономическом и биотехнологическом факультетах, а также представляет интерес для специалистов сельского хозяйства.

Апробация работы. Основные результаты исследований обсуждались на различных научных конференциях: на Всероссийской научно-практической конференции (июнь 2006 г., г. Пенза), на Международной научно-практической конференции (26-28 февраля 2007 г., Мичуринск-Наукоград), на научно-практической конференции (23 марта 2007 г., Мичуринск-Наукоград), на Международной научно-практической конференции (30-31 октября 2008 г., г. Пенза), на Международной научно-практической конференции (27-29 января 2009 г., Волгоград), на Международных научно-практических конференциях (26-28 мая 2009 г., 8-10 июля 2010 г., июнь 2012 г., Ульяновск), на XXVII Любимцевских чтениях (5-7 апреля 2013 г., Ульяновск), на Международной научно-практической конференции (ноябрь 2013 г.), на Международной научно-практической конференции (май 2014 г., Ульяновск), на Всероссийской научно-практической конференции (10-11 июля 2014 г., Ульяновск), на Международных научно-практических конференциях (февраль 2016 г., февраль 2017 г., Ульяновск).

ГЛАВА 1. ДЕЙСТВИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

1.1. Синтетические регуляторы роста и их роль онтогенезе сельскохозяйственных растений

Урожайность агрофитоценозов зависит от влияния различных внутренних и абиотических факторов. Управление продукционным процессом возможно путём оптимизации минерального питания и усиления ростовых, анаболических и катаболических процессов, поэтому использование экзогенных компонентов воздействие создаёт предпосылки для практического регулирования ростовых и метаболических процессов у растений современными технологиями в целях повышения урожайности агрофитоценозов и её устойчивости. В этом плане большая роль отводится различным регуляторам роста и микроэлементам.

Применение регуляторов роста растений способствует в современных условиях получать более высокие урожаи корнеплодов сахарной свёклы.

Используются в сельском хозяйстве в настоящее время как синтетические, так и природные (фитогормоны). По своей природе они представляют собой низкомолекулярные органические соединения, которые осуществляют регуляцию ростовых процессов [58, 59, 88, 89, 119].

Они действуют в очень низких концентрациях (10^{-5} - 10^{-12} М), сами не участвуют непосредственно в тех биохимических превращениях, которые ими вызываются [127, 128]. Например, эффекты ауксинов – аттрагирующий, растяжение клеток, тропизмы, апикальное доминирование, рост корневой системы. Действие регуляторов роста зависит от химического состава препарата, его концентрации, фазы роста и экологических факторов.

Фитогормоны контролируют рост, дифференцирование, апоптоз, широкий спектр других ростовых и продукционных процессов растения. Исследователи данного вопроса отмечают, что все группы фитогормонов контролируют ростовые процессы и этапы органогенеза растения, в то же время на разных стадиях развития

у растения изменяется содержание фитогормонов в различных органах и тканях, а также чувствительность разных органов и тканей к фитогормонам [49, 164].

Природные регуляторы роста растений - фитогормоны - не получили экономически значимого распространения в практике. Их получение и применение на нынешнем этапе развития науки и производства оказались экономически невыгодными [89, 164]. Однако данная идея привела к использованию различных синтетических фитогормонов в качестве регуляторов роста.

Синтетические вещества для регулирования роста и развития растений, созданные химическим путём на основе фитогормонов, стали применять с 1950-х годов [136]. Однако в течение двадцати лет их использовали только в садоводстве, и лишь с 1970-х годов начался широкий скрининг синтетических соединений с целью поиска эффективных регуляторов и налажено их массовое производство. Регуляторные вещества ускоряют (стимуляторы) или замедляют (ретарданты) всхожесть и рост растений, контролируют созревание и опадание плодов, повышают устойчивость растений к переувлажнению или засушливости, к засолению почвы, к низким или высоким температурам, к полеганию и другим неблагоприятным факторам [21, 129, 198].

Наиболее хорошо среди гормонов и гормоноподобных веществ растений (фитогормонов) исследованы цитокинины, этилен, брассиностероиды, ауксин, гиббереллины, жасмоновая, салициловая и абсцизовая кислоты. Некоторые фитогормоны структурно близки к гормонам животных и грибов. Так, брассиностероиды имеют структурное сходство со стероидными гормонами позвоночных животных, ауксин является производным индола, близок по структуре к серотонину и мелатонину; абсцизовая кислота сходна с терпеноидами; жасмонаты – с простагландинами; цитокинины – с пуринами [190]. В то же время, некоторые фитогормоны (этилен и гиббереллины) не имеют структурных гомологов среди известных в настоящее время гормонов других представителей эукариот [194].

Следует указать, поиск некоторых нетоксичных высокоэффективных соединений весьма актуален.

В настоящее время создано и изучено огромное количество различных химических соединений, препараты растительного происхождения, которые обладают действием фитогормонов. Но используется небольшое количество препаратов на их основе, особенно в нашей стране. Ряд физиологических активных соединений находят широкое применение в сельскохозяйственной практике.

Ауксины. Представляет собой β -индолилуксусную кислоту (ИУК), содержится в различных растительных аспектах. ИУК стимулирует деление и растяжение клеток, пучков и корней, необходим для формирования проводящих тканей. Кроме этого, ауксин способствует стимулированию образования придаточных корней у черешков и листьев [194]. При этом в клетке, ауксин связывается со специфическими рецепторами, оказывает влияние на функциональную активность мембран, полирибосом и работу ядерного аппарата. Данный фитогормон обуславливает явление апикального доминирования, т.е. тормозящее влияние апикальной почки на рост пазушных почек [130].

В результате связывания со специфическими рецепторами мембран, он оказывает влияние на активность эндоплазматической сети [200]. Все эти изменения, которые происходят под влиянием ауксина, как правило, приводят к структурно-функциональным изменениям. В результате происходит регуляция ионного транспорта в растительных тканях и организме в целом – это связано с тем, что ауксин связывается со специфическими рецепторами и способен оказывать влияние на функциональную активность мембран и работу ядерного аппарата, усиливая рост корневой системы [197].

На сельскохозяйственных культурах при выращивании установлено активизирующее действие ауксина: кукурузе, облепихе, фасоли, сое, ячмене [97, 131, 138, 148, 167].

Гиббереллины. В настоящее время к классу гиббереллинов относятся более 100 соединений, причём более 20 из них чрезвычайно близких по молекулярной структуре – естественные гормоны высших растений, встречаются и у грибов. Это самый обширный класс растительных гормонов.

По химической природе это тетрациклические дитерпеноиды, состоящие из четырёх остатков изопрена. Синтез гиббереллина происходит одинаково у высших растений и грибов, они синтезируются главным образом в листьях, а также корнях [103, 107].

Безуглова О.С. и другие авторы указывают, что под влиянием гиббереллина повышается энергетический процесс, происходит смещение углеводного обмена в растении в сторону усиления биосинтеза высокомолекулярных соединений и клетчатки, за счёт изменения активности многих ферментов и хромосомного аппарата [16, 25, 28, 32].

Действие гиббереллинов на растения наиболее типично проявляется при удлинении их стебля (за счёт ускорения деления клеток, усиления их растяжения). Растения сильно вытягиваются, механическая прочность соломины понижается [108, 109], способствует образованию цветоноса, а часто и зацветанию, изменению форм органов [27]. Подобно ауксинам, они участвуют в формировании завязи у цветка и образовании партенокарпических плодов. Физиологические функции гиббереллинов проявляются и в увеличении числа мужских цветков, в результате не образуется фертильная пыльца [159, 160, 161].

Как и другие фитогормоны, гиббереллины прежде всего взаимодействуют с цитоплазматическим ретикулумом белковой природы. Доказано также, что он активирует ферменты, ответственные за синтез фосфолипидов, входящих в состав мембран, и мобилизует запасные питательные вещества при прорастании семян [87, 206].

Вещества необходимые для индукции деления растительных клеток получили название **цитокинины**. По химической природе относятся к производным 6-аминопурина, у которого аминогруппа в шестом положении замещена различными радикалами, синтезируется из мевалоновой кислоты, образуется главным образом в кончиках корней, откуда передвигается вместе с пасокой по сосудам и попадает в листья, другие органы, т.е. цитокинины необходимы для нормального развития листа и для поддержания его аттрагирующей способности. [92, 164].

Являясь производным пуринов, регулируют развитие хлоропластов, что непосредственно влияет на зелёный цвет растения [100, 186], ускоряют созревание семян, контролируют рост (задерживают старение) листьев и развитие проводящих тканей [90, 91, 92].

На молекулярном уровне цитокинин в комплексе со специфическим белковым рецептором усиливает активность РНК-полимеразы и матричную активность хроматина, при этом увеличиваются количество полирибосом и синтез белков, в том числе некоторых ферментов, в частности нитратредуктазы [187].

Цитокинины индуцируют деление клеток, а при повышенной концентрации усиливают образование побегов. И наоборот, снижение содержания цитокининов способствует торможению роста побегов и относительной стимуляции роста корней [92, 185].

По данным [7, 205], снижение содержания цитокининов при дефиците минерального питания позволяет растениям лучше адаптироваться к изменяющимся условиям среды. Изучение трансгенных растений, у которых содержание цитокининов поддерживалось на низком уровне за счёт суперэкспрессии гена фермента цитокининоксидазы, катализирующего распад цитокининов, как и при дефиците минерального питания, наблюдается подавление роста побега и активация роста корней [189, 207].

Картолин. Несомненный интерес для растениеводов представляет картолин-2, являющийся новым типом химического регулятора роста, который относится к структурным аналогам цитокининов. Преимущество данного регулятора роста в том, что он является специализированным антистрессовым препаратом, который усиливает сопротивляемость растений к различным неблагоприятным условиям среды - засухе, морозам, засолению и патогенным грибам, ускоряет рост растений и прохождение ими фаз, способствует накоплению биомассы вследствие активации биосинтезов белков, сахаров и хлорофилла. При засухе картолин-2 оказывает защитное влияние на фотосинтетический аппарат листьев ячменя, а также увеличивает активность РНК-полимеразы и долю полисом в составе рибосомальных препаратов [12, 13, 134, 162, 163].

Первичные механизмы действия картолина-2 обуславливаются его модифицирующим действием на термотропные свойства мембран митохондрий в направлении увеличения текучести в период осеннего закаливания озимой пшеницы. Это коррелирует с усилением интенсивности. Отсюда заключили, что действие картолина-2 как индуктора морозоустойчивости растений основано на улучшении энергоснабжения закаливающихся клеток путем ускорения процессов перестройки молекулярной организации липидной фазы мембран митохондрий [144-147].

Картолин-2 также повышал на 10°C температурный порог коагуляции белков цитоплазмы клеток листа, соответственно увеличивая и температурный порог гибели клеток [12].

В результате повышения интенсивности фотосинтетических процессов и эффективности работы хлорофилла наблюдалось значительное увеличение урожайности злаков. Способствуя лучшей сохранности мембранной системы хлоропластов, более длительному поддержанию ультраструктуры пластид в «молодом» активном состоянии и стабилизируя содержание пигментов, картолин-2 обеспечивал высокую функциональную активность процесса фотосинтеза, увеличивая тем самым возможность растений более быстро преодолевать неблагоприятное воздействие атмосферной засухи [12].

БАП – другой известный регулятор роста цитокининового действия — цитокинин-6-бензиламинопурин (БАП). БАП стимулировал рост листьев этиолированных проростков фасоли в темноте путем активации синтеза белков на 80S рибосомах [150].

Помимо этого, БАП, активируя синтез РНК, увеличивает общий «объем» аппарата белкового синтеза [61, 155, 156, 158, 193].

Параллельно с этим наблюдали увеличение содержания каротина на 16-77% через 10 дней и на 14-50% через месяц в зависимости от концентрации БАП. Содержание хлорофилла *a* увеличилось на 34-80%, а хлорофилла *b* - на 237-275% по сравнению с контролем. Через месяц процентное соотношение сохранялось [18].

Абсцизовая кислота (АБК) – важный фитогормон, хотя он не является необходимым. Это соединение терпеноидной природы. Как и гиббереллиновая кислота она образуется из мевалоновой кислоты и продуктов распада ксантофиллов [182]. АБК выполняет ответные реакции на различные абиотические стрессы. Их синтез происходит в листьях и в корневом чехлике. Увеличение количества данной кислоты происходит при возникающих стрессах, причём независимо от природы стрессовых условий – засуха, переохлаждение, голодание, заражение фитопатогенными грибами [101, 123, 154, 157, 188, 199, 203, 209].

Высокий уровень АБК при недостатке влаги вызывает закрытие устьиц, в результате происходит снижение потери воды за счёт транспирационного процесса, что имеет адаптивное значение [16, 23, 51].

По данным [60, 64] внешняя АБК способствует увеличению продуктивности картофеля, ячменя, яровой мягкой пшеницы и других сельскохозяйственных культур.

Янтарная кислота (ЯК) – выполняет регуляторную роль в работах [86, 93, 183]. Образует разные по устойчивости комплексы с катионами металлов [17].

Проявление её биологической активности связано с влиянием соединения на метаболические процессы, происходящие на различных этапах органогенеза растений [106]. ЯК оказывает активирующее действие на многие обменные процессы растений: она способна повышать всхожесть семян и продуктивность некоторых растений, стимулировать биосинтез [153].

ЯК усиливает поглощение воды растениями [132, 133].

При предпосевной обработке семян ЯК способствовала оптимизации водного обмена растений, формированию мощных растений с развитой листовой поверхностью, увеличению интенсивности фотосинтеза и повышению урожая растений [4, 132, 133, 139, 180].

Фузикоцин (ФК) - гликозид карботрициклического детерпена, принадлежащий классу терпеноидов, к которым относятся фитогормоны: гиббереллиновая и абсцизовая кислоты, брассинолиды, изопреноидный фрагмент цитокининов - регулятор роста растений [110], обладает многосторонней

физиологической активностью в клетках растений [102], стимулирует прорастание семян [33].

Обработка семян ячменя со сниженными посевными качествами раствором ФК в концентрации 6,8 мг/л вызвала увеличение энергии прорастания в 2 раза и лабораторной всхожести. Отмечено снижение числа аббераций в первых митозах корешков проростков и увеличение суммарного содержания РНК. Значительно возрастала продуктивность растений ячменя: масса семян с одного растения, число колосков в колосе, продуктивная кустистость [143].

Скорость образования и выделения протонов участками корня кукурузы (800-2400 мк от кончика) повышалась на 80-120% после инкубации в среде с ФК (10-6М), который действовал на формирование корневой системы, в основном, за счет изменения размера закончивших рост клеток, не оказывая значительного влияния на скорости растяжения клеток и число завершивших растяжение клеток в ряду. Наблюдаемые под действием ФК изменения в скоростях выделения протонов корнями подтверждают ключевую роль H^+ -АТФазы в данном процессе. [104, 110].

Показана возможность косвенной активации ФК транспортной мембранно-связанной АТФ-азы. При этом ФК взаимодействует с локализованными в плазмалемме дыхательными цепями, которые могут регулировать функционирование системы активного транспорта протонов [110].

Брассиностероиды (БС) – гидрофобные молекулы. Способность БС в сверхмалых концентрациях стимулировать ростовые процессы растений является привлекательной для их практического применения в сельском хозяйстве при выращивании сельскохозяйственных культур в качестве регуляторов роста растений. Исследования проводили на пшенице, ячмене, рисе, картофеле и др. По данным [121, 122, 149] БС действуют на проростках, усиливая растяжение, по-видимому это связано с активацией генов.

В больших дозах брассиностероиды сдерживают рост и повышают устойчивость к неблагоприятным внешним факторам – перегреву, заморозкам, засухе, инфекциям, помогают вырастить здоровые растения [62, 121, 156].

В настоящее время в растениях установлено около 60 близких к БР стероидов, которые отличаются по структуре и физиологической активности, и структуре молекулы [191, 195, 201]. Они объединяются в группу природных полиоксистероидов, которые получили название brassinosteroids (БС), являются производными 5- α -холестана и они сходны по структуре со стероидными гормонами животных - эстрогеном, тестостероном, экдизоном [149, 184, 201]. БС являются важными соединениями как низших, так и высших растений [184, 202]. В настоящее время имеются экспериментальные данные, свидетельствующие о разнообразии проявлений физиолого-биохимических эффектов brassinosteroids, показывающие их стимулирующий эффект на растения, а также их защитное действие при неблагоприятных условиях среды, что позволяет расширить их применение в качестве эффективных эндогенных регуляторов роста и развития растений при неблагоприятных стрессовых условиях [156].

В результате появляется ответная физиологическая реакция в виде стимуляции фотосинтетической активности клеток, при передаче световых сигналов и активности ферментативной системы растений [63, 124].

Эпибрассинолид (ЭБ) - регулятор водного метаболизма растений [26]. Установлено, что под влиянием эпибрассинолида (препарат эпин) в разной степени повышалась устойчивость растений (ячменя, пшеницы) к водному стрессу и низким температурам за счет изменения энергетического потенциала, функционального состояния мембран, синтеза различных белков, усиления активности антиоксидантных ферментов. Были показаны особенности взаимодействия ядерного и цитоплазматического геномов изоплазматических линий ячменя на указанные процессы в условиях стресса и постстрессовый периоды [35]. Полученные исследования свидетельствуют об участии эпина в формировании реакции адаптации более устойчивых к засухе растений к водному стрессу и сохранению его продуктивности [29].

Эпибрассинолид в интервале концентраций 10^{-6} - 10^{-11} М способствует повышению засухоустойчивости растений огурца, за счёт увеличения

устойчивости к обезвоживанию, к перегреву, способствует росту растений и их лучшей оводненности в условиях почвенной засухи.

Использование brassinолидов стабилизирует фото- и белоксинтезирующие процессы у растений в условиях засухи, в связи с чем повышаются адаптационные способности растений, в результате урожайность зерновых культур увеличивается на 15-25% [112].

Эпибрассинолид (10^{-7} – 10^{-9} М) способствует сдвигу обмена веществ в сторону преобладания синтетических процессов в тканях прорастающих семян, увеличивается количество в них нуклеиновых кислот и белка в 1,2-1,4 раза. При этом наблюдается временное ингибирование активности протеаз и нуклеаз - ДНК-аз и РНК-аз с последующей регенерацией деятельности указанных ферментов. На различных этапах созревания семян наблюдается снижение активности гидролитических ферментов под влиянием эпибрассинолида. Установленная задержка распада белков создает, по-видимому, центры аттракции при распределении оттока органических веществ в зерно [105]. ЭБ вызывал некоторые изменения в белковом спектре плодов (гречихи), касающиеся, в основном, минорных полипептидов [66].

Было показано повышение темпов роста и продуктивности растений под влиянием обработки ЭБ. Интенсивность дыхания особенно резко (на 120-130%) возрастала спустя один час после начала замачивания семян фасоли. На фоне возрастания интенсивности дыхания наблюдалось увеличение роста зародышевого корешка на 36%. Быстрое проявление влияния на ЭБ отмечалось и в исследованиях на уровне экспрессии генома в течение первых двух часов после обработки семян [96].

Авальбаев и др. [1] исследовали влияние ЭБ на количественный уровень ауксинов, цитокининов и АБК в проростках пшеницы. ЭБ вызывал двукратное накопление цитокининов в течение первого часа прорастивания. Это позволило предположить, что ростстимулирующий эффект ЭБ на растения прежде всего связан с его действием на обмен фитогормонов цитокининовой природы, что

играет важную роль в проявлении физиологической активности ЭБ в проростках пшеницы.

Браassinостероиды рассматриваются как одна из наиболее перспективных групп эндогенных фитогормонов для растениеводства, поскольку их можно использовать в ничтожных количествах не только для регулирования процессов роста и развития, но и для защиты растений [195]. При использовании в сельском хозяйстве наиболее эффективны комбинации БР с другими фитогормонами - ГА, АБК, этиленом ЦК.

Парааминобензойная кислота (ПАБК) – витамин, синтезируемый растением, является активатором широкого круга жизненно важных ферментов, что определяет многообразие его действия. ПАБК обладает высокой антимуtagenной активностью и способна в значительной степени снижать поражающее действие как химических мутагенов, так и гамма-лучей [3, 24, 172, 173].

Салициловая кислота стимулирует начальный рост пшеницы и повышает их устойчивость к широкому спектру стрессовых воздействий (засолению, засухе и грибным патогенам), т.о. она регулирует ответ при действии разных патогенов. Исследованиями установлено, что под действием салициловой кислоты происходит увеличение активности лектинов клеточной стенки. Увеличение лектинов коррелирует с повышением морозоустойчивости и зимостойкости [14, 15, 125, 140].

Действие многих синтетических регуляторов роста на ростовые и метаболические процессы пока полностью не выявлено и требует проведения различных по их применению исследований. В зависимости от культуры, способов обработки, срока действия, а главное от концентрации вещества, один и тот же препарат может оказывать как стимулирующее, так и ингибирующее действие на ростовые и физиологические процессы в растениях.

1.2. Механизм действия и применение мелафена в растениеводстве

Синтетический регулятор роста нового поколения по своей структуре является меламиновой солью бис (оксиметил) фосфиновой кислоты (МФ) высокоэффективный регулятор роста и развития растений, представляющий значительный интерес для практического использования в сельском хозяйстве и биотехнологии [117, 140]. При изучении влияния растворов МФ на рост и энергетические процессы растительной клетки [56, 98, 137], на физико-химическое состояние клеточных мембран различного происхождения [42], функциональные параметры митохондрий [40, 41], также при исследовании механизма действия растворов препарата в регуляции метаболизма клеток растений выявлено, что растворы МФ обладают высокой физиологической активностью при малых и сверхмалых концентрациях. Полученные экспериментальные данные по культуре хлореллы позволяют сделать вывод, что мелафен имеет широкий спектр действия и обладает высокой физиологической активностью, сравнимой с природными регуляторами роста и с действием АТФ в низких концентрациях [55, 57, 99, 142].

Наличие в структуре мелафена активной фосфиновой группы даёт возможность взаимодействовать при контакте с внешней мембраной клетки, оказывая влияние на функциональное состояние мембран и способствуя запуску физиолого-генетических программ.

Мелафен влияет на экспрессию гена *Elip2*, участвующего в регуляции синтеза хлорофилла и биогенезе хлоропластов [50]. Полученные данные [56] предполагают регуляторную роль мелафена в процессе сборки активного фермента РБФК/О – надмолекулярного белкового комплекса, участвующего в реакциях темновой стадии фотосинтеза.

Мелафен влияет на экспрессию гена раннего светоиндуцированного белка хлоропластов ячменя [116].

Под действием мелафена [50] выявлены фосфотиризинованные белки-мишени. Изменение уровня тирозинового фосфорилирования белков изменяет уровень ассимиляции углерода. Мелафен, возможно, имеет отношение к хорошо установленному влиянию мелафена на повышение урожайности и качество

сельскохозяйственных растений низкими концентрациями мелафена. Механизм ростостимулирующего эффекта мелафена по данным [116] обусловлен оптимальной активацией энергетических процессов, в частности дыхания и фотосинтеза, это подтверждается наблюдаемым увеличением скорости термогенеза, причём данный препарат наибольшее влияние оказывает на фотофосфорилирование. Благодаря антиоксидантным свойствам мелафен в условиях недостаточного увлажнения снижает интенсивность перекисного окисления липидов [43].

Таким образом, анализ теоретических исследований показывает, что мелафен оказывает широкое действие на физиолого-биохимические процессы клеток и клеточных структур, сходное с различными проявлениями действия фитогормонов и аденозинтрифосфорной кислотой (АТФ). Под действием препарата интенсифицируются энергетические процессы в клетке, происходит изменение параметров тирозинового фосфорилирования белков. Следовательно, мелафен обладает исключительно широким спектром биологической активности.

Результаты многолетних исследований, проведёнными с различными сельскохозяйственными культурами на опытном поле Ульяновской ГСХА им. П.А. Столыпина под руководством профессора В.И. Костина с 1999-2016 гг. показывают на перспективность применения мелафена в растениеводстве [48, 69, 70, 71, 73-82, 84, 85]: отмечается улучшение посевных качеств семян, повышение устойчивости растений к неблагоприятным экологическим факторам среды, урожайности и качества получаемой продукции. Мелафен как фиторегулятор увеличивает как общую, так и рабочую адсорбирующую поверхность корней, что создаёт предпосылки для усиления минерального питания.

Он оказывает положительное влияние на накопление криозащитных веществ в осенне-зимний период, что откладывает отпечаток на перезимовке растений. С понижением температуры в узлах кущения увеличивается количество углеводов на 4,1–5,2%, происходит улучшение соотношения свободной и связанной воды в листьях опытных растений по сравнению с контрольными – без обработки, наблюдается более высокая относительная тургесцентность и меньший водный

дефицит, в результате увеличивается и выживаемость озимой ржи. Повышает содержание микроэлементов в течение онтогенеза, что способствует усилению различных биохимических процессов в данной культуре. Повышение содержания микроэлементов в зерне озимой ржи позволяет улучшить технологические и биохимические качества зерна. Увеличивается вынос азота, фосфора и калия, как основной, так и побочной продукцией (соломы) озимой пшеницы.

На основании многолетних исследований вышеперечисленные авторы заключают, что предпосевная обработка семян мелафеном как агроприём, организационно и энергетически оправдан, и легко вписывается в технологию возделывания сельскохозяйственных культур.

В ряде исследований установлено, что при использовании мелафена происходит усиление ростовых процессов сельскохозяйственных растений. Наблюдается более интенсивное формирование листового аппарата, корневой системы, увеличение биомассы и сухого вещества указано в работах [6] – на озимой ржи [71, 74], на огурцах и томатах [115], на картофеле [51].

Исследованиями, проведёнными на картофеле, установлено увеличение концентрации пигмента [115], усиление продукционного процесса яровой пшеницы [51, 52]. Под влиянием мелафена усиливаются процессы роста и развития, что приводит в конечном итоге к увеличению продуктивности растений, за счёт активации ферментативных процессов [85]. Эффектом отдалённого действия данного препарата является улучшение биохимических качеств получаемой продукции: за счёт повышения содержания белка и клейковины с улучшением её качества белка по индексу формирования клейковины в зерне яровой и озимой пшеницы и суммы незаменимых аминокислот [84, 85].

Изучена эффективность мелафена на различных сельскохозяйственных культурах в Краснодарском ГАУ. В лабораторном опыте были установлены стимулирующие концентрации данного препарата для обработки семян различных сельскохозяйственных культур перед посевом, существенно повышающей качество посевного материала – энергию прорастания до 10-15%, всхожесть на 15-25%.

Применение препарата «мелафен» в технологии выращивания сельскохозяйственных культур способствует повышению урожайности до 10,5-55,0% в зависимости от вида культуры, улучшается качество и пищевая ценность получаемой продукции. В результате урожайность озимой пшеницы при использовании мелафена увеличивается до 12,8%, урожайность озимого и ярового риса возросла на 11,4% и 20,2%, подсолнечника на 11,9%, а сои на 19,3%, а количество масла с гектара на 15,5-25,9%.

Действие мелафена оказывает положительное влияние на рост и развитие картофеля. Обработка клубней перед посадкой мелафеном и последующая обработка растений в начале бутонизации способствовало увеличению урожайности на 21% и повышению выхода продовольственного картофеля с массой более 60 г. Рост урожайности от применения мелафена на овощной фасоли составляет 11%, столовой свёклы – 35,9%, редиса – 44,4%, томата – 66,2%. При этом улучшается качество овощной продукции: в редисе, столовой свёкле и томате повышается содержание сахара и витамина С [9-11].

Следует указать, что положительная эффективность как синтетических и других регуляторов роста обеспечивается за счёт соблюдения технологий возделывания и является основным требованием для стимуляции процессов роста и развития в течение всего онтогенеза при выращивании сельскохозяйственных культур.

Механизм стимулирования ростовых и физиологических процессов предусматривает реализацию материальных возможностей организма, с учётом агрометеорологических условий региона и обеспеченности растений элементами минерального питания [82, 84].

Анализ некоторых научных использованных литературных данных показывает, что изучен механизм действия мелафена на клеточном и субклеточном уровне растений. Полученные практические результаты с различными сельскохозяйственными культурами указывают на перспективность использования данного препарата для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений в технологии возделывания различных сельскохозяйственных культур, особенно

такой важной технической культуры как сахарная свёкла. Исследования по применению мелафена на сахарной свёкле не проводились не только в Ульяновской области, но и в России в целом. Наши исследования в какой-то мере восполняют данный пробел.

1.3. Физиолого-биохимическое значение бора и внекорневая подкормка сахарной свёклы

Недостаточно изученным остаётся вопрос влияния внекорневых подкормок на метаболические процессы, урожайность и качество сельскохозяйственных растений.

Сочетание основного предпосевного внесения удобрений с дополнительным в виде подкормок даёт возможность наиболее полно обеспечить растения в соответствующие фазы роста элементами минерального питания и различными регуляторами роста. Внекорневые подкормки можно применить с различными агрохимикатами.

Вопрос применения внекорневых подкормок бором и регуляторами роста на агрофитоценозах сахарной свёклы изучен недостаточно. Бор оказывает влияние на синтез и передвижение углеводов, особенно сахарозы, из листьев к органам плодоношения и корням.

При недостатке бора в питательной среде наблюдается нарушение анатомического строения растений, например, особое развитие ксилемы, раздробленность флоэмы основной паренхимы и дегенерация камбия [5].

Бор как микроэлемент невозможно заменить какими-либо другими элементами питания, причём, как правило, наилучший эффект они оказывают при обеспечении микроэлементами [67, 165, 166].

При недостатке бора сахара накапливаются в листьях и их отток резко тормозится [181].

Бор – микроэлемент, физиологические функции его в жизни растений довольно разнообразны. При его недостатке сахарная свёкла поражается гнилью сердечка, листья растений становятся этиолированными, способствует усилению

аэробных окислительно-восстановительных процессов, оказывает влияние на биосинтез нуклеиновых кислот. Бор образует комплекс с углеводами (рисунок 1), как d-фруктоза, d-галактоза, α и d-глюкоза [95, 152].

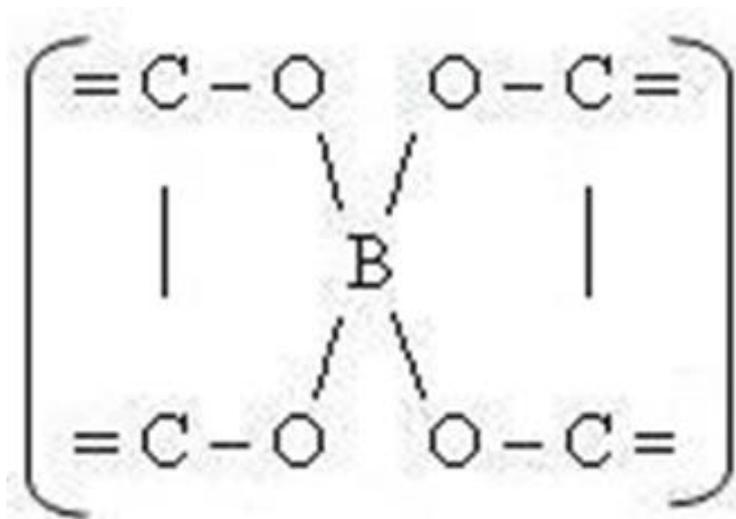


Рисунок 1 – Примерная схема комплекса бора с углеводами

В результате образования подобного рода комплексов, усиливается биосинтез сахарозы. При недостатке бора у сахарной свёклы значительно изменяются физические свойства клеточной стенки, что сопровождается быстрым ингибированием 2 фазы роста клеток, т.е. растяжения. Эти нарушения в синтезе клеточной стенки приводят к «каскадному эффекту» и к последовательным изменениям в комплексе взаимосвязанных процессов. Поэтому, особенно при выращивании сахарной свёклы в условиях недостатка бора в почве рекомендуется обработка семян перед посевом раствором борной кислоты или тетраборатом натрия, или агрофитоценоз сахарной свёклы можно и совместно с гербицидами в баковой смеси.

Основная физиологическая роль бора заключается в фенольном обмене. У остро нуждающихся в боре двудольных растений при отсутствии его происходит накопление фенолов и ауксинов, которое сопровождается отмиранием конуса нарастания, т.е. у двудольных растений при недостатке бора постепенно нарушается ход физиологических процессов [165], происходит загнивание центральной части корнеплода [181].

Бор повышает гидролитическую активность фермента инвертазы и способствует передвижению сахаров из листьев в корнеплоды сахарной свёклы [54, 95, 118].

Теоретическое обоснование внекорневой подкормки заключается в том, что в физиологически незрелой сахарной свёкле в листьях содержится до 3-4% сахара, что составляет 15-16% запаса углеводов, накопленных растением, которые необходимо перевести в корнеплоды. Для перевода сахарозы многие исследователи используют внекорневые подкормки различными веществами. Например, исследования [68, 72] показали, что внекорневая подкормка фосфорно-калийными удобрениями в дозе 5% увеличивает сахаристость в дигестии на 0,1-1,1%, улучшает доброкачественность сока до 1,9 у.е., а при использовании бора усиливается сахаронакопление в онтогенезе сахарной свёклы, увеличивается урожайность.

Под влиянием внекорневой подкормки сахарной свёклы микроудобрениями усиливается образование листьев, увеличивается продолжительность жизни и замедляется процесс их отмирания [38, 39, 44, 46, 53, 113].

Применение регуляторов роста Эпин-Экстра, Циркон и содержащего кремний микроудобрение Силиплант в баковых смесях с пестицидами оказывает положительное действие на ростовые процессы корнеплодов, урожайность увеличивается на 6,9% [21, 135].

В проведённых исследованиях [34, 174] установлено, что двукратная внекорневая подкормка сахарной свёклы микроэлементами на высоком агрофоне повышает продуктивность триплоидных гибридов. Исследования позволили установить, что микроэлементы способствуют более интенсивному усваиванию питательных веществ растениями из почвы, что в результате увеличивает продуктивность сахарной свёклы.

Бор относится к микроэлементам, оказывающим существенное влияние на рост и развитие сахарной свёклы. Бор выполняет различные функции: улучшает углеводный и белковый обмен. Благодаря способности изменять физико-химические свойства плазмы этот микроэлемент повышает засухо- и

морозоустойчивость растений. Высокое содержание сахаров у свёклы наблюдается лишь в том случае, когда растения достаточно хорошо обеспечены бором. Он способствует эффективному использованию данной культурой кальция в процессе обмена веществ. Поэтому при недостатке бора растения не могут нормально использовать кальций, даже если тот находится в почве в достаточном количестве [141].

Многочисленными исследованиями установлено, что рост и развитие сахарной свёклы, а также способность к сахаронакоплению непосредственно зависят от величины площади листовой поверхности, а также от сбалансированности системы питания растений макро- и микроэлементами, в этом плане положительную роль оказывает внекорневая подкормка макро- и микроудобрениями, в результате увеличивается площадь ассимиляционного аппарата растений сахарной свёклы, что, в свою очередь, служит гарантией получения высокого урожая качественных корнеплодов [19, 94].

Бор и цинк обеспечивают статистически достоверные показатели увеличения урожая сахарной свёклы и сбора сахара, по сравнению с железом, молибденом и марганцем. Даже в условиях достаточного увлажнения (ГТК 1,54) под воздействием борного микроудобрения были получены наибольшая урожайность и сбор сахара [19].

В целом в литературе пока мало исследований для обоснования теоретических и практических выводов по влиянию регуляторов мелафена и пирафена на продукционные процессы и технологические качества корнеплодов, особенно, по синергизму с бором, следовательно, вопросы взаимного влияния сочетаний на продуктивность сельскохозяйственных культур, в том числе и сахарной свёклы, требуют дальнейшего глубокого изучения.

Следует отметить, что на сегодняшний день многое в этом аспекте понятно и не вызывает сомнений. Однако с точки зрения современного эколого-экономического состояния отрасли свекловодства, вопрос о применении новых регуляторов роста и нереутилизуемых микроэлементов, в частности и бора, для повышения продуктивности и качества корнеплода еще не исчерпан.

В связи с этим, целью наших исследований являлось изучение комплексов технологических приемов, направленных на достижение высокой продуктивности сахарной свеклы.

В основу настоящей диссертационной работы положены многолетние данные полевых и производственных исследований, полученных автором самостоятельно. В решении отдельных вопросов в начале исследований принимали участие аспиранты кафедры биологии, химии и ТХППР И.В. Сяпуков и В.А. Ошкин и кандидат биологических наук О.Г. Музурова. Всем выражаю искреннюю благодарность за помощь в работе. Особую благодарность выражаю научному руководителю академику РАН, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заслуженному работнику высшей школы РФ В.И. Костину за помощь в разработке программы исследований, методические консультации в процессе её выполнения и в завершении работы над диссертацией.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований являлась сахарная свёкла (*Beta vulgaris*). В качестве регуляторов роста изучали следующие вещества: мелафен и пирафен, также использовали акварин свекловичный и борную кислоту в виде внекорневых подкормок. В почву вносили органоминеральное удобрение (ОМУ).

Мелафен относится к химии гетероциклических и фосфорорганических соединений, и является меламиновой солью бис (оксиметил) фосфиновой кислоты. Пирафен является структурным аналогом мелафена. Молекулярная масса мелафена – 252,18, пирафена – 251,18, разница на одну углеродную единицу.

Исследования проводились в 2006-2016 гг. в специализированном крестьянско-фермерском хозяйстве ИП «Сяпуков Е.Ф.» (ранее назывался «Аметист»). Повторность опытов четырёхкратная, с учётной площадью делянки 100 м². Схема полевого опыта включала 12 вариантов: 1. Контроль; 2. Акварин; 3. Бор; 4. Мелафен; 5. Пирафен; 6. Акварин + Бор; 7. Мелафен + Бор; 8. Пирафен + Бор; 9. Акварин + Мелафен; 10. Акварин + Пирафен; 11. Мелафен + Пирафен + Бор; 12. Пирафен + Акварин + Бор.

Полевые опыты проводились в 2006-2011 гг. Технология возделывания усовершенствована нами. Производственные в 2012-2016 годах. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднегумусный среднесуглинистый. Содержание гумуса от 4,3 до 4,9%. Реакция среды в пахотном слое почвы слабокислая – рН_{сол} – 5,8-6,5, содержание подвижного фосфора – 105-150 мг/кг, обменного калия – высокое 137-200 мг/кг. Степень насыщенности основаниями составляет 96,4-97,9%, сумма поглощённых оснований 25,5-27,8 мг-экв/100 г почвы. Содержание бора варьируется 0,1-0,18 мг/кг почвы (в среднем 0,14 мг/кг). По содержанию бора почвы относятся к бедным.

Посев проводили из расчёта 100 тысяч растений на 1 гектар площади. В течение вегетации проводить фенологические наблюдения:

- 1) всходы;

- 2) фаза вилочки;
- 3) 1-я пара настоящих листьев;
- 4) 3-я пара настоящих листьев;
- 5) Начало формирования корнеплодов;
- 6) Смыкание растений внутри рядка;
- 7) Смыкание растений в междурядьях;
- 8) Осеннее отмирание листьев.

Производственные испытания проводили (2012-2014 гг.) в ООО «Ульяновсксахар» (2011 г.), в СПК «Новотимерсянский» Цильнинского района в 2013-2014 гг. на площадях по 250 га ежегодно. В КФХ «Узиков» 2013-2014 гг. на площадях по 500 га и КФХ «Сяпуков Е.Ф.» в 2012-2014 гг. ежегодно более 600 га. Сравнивали два варианта: 1. Контроль – необработанные агрофитоценозы сахарной свёклы; и 2. Вариант с двукратной обработкой растворами акварина, мелафена и борной кислоты.

Основные и сопутствующие наблюдения проводились с общепринятыми методиками и ГОСТами. Фенологические наблюдения, густоту стояния растений определяли в соответствии с методикой государственного сортоиспытания (М. 1963), прирост биомассы – НИИСХ Юго-Востока, 1973. Содержание сухого вещества в корнеплодах – на польском рефрактометре PZO RL, содержание сахарозы на современном поляриметрическом проточном сахариметре АП-05, доброкачественность по Силину в лаборатории сырья Ульяновского сахарного завода, клетчатку по Геннебергу и Штоману. Пектиновые вещества методом пектата кальция (Н.П. Иванов, 1946), рН сока на рН-метре РН-150 МИ. Тяжёлые металлы – методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии.

Содержание калия и натрия определяли на лабораторном иономере И-160МИ ионселективными электродами ЭЛИС-121К и ЭЛИС-212Na. Для определения α -аминного азота использовали модифицированный Винингером и Кубадиновым метод Станека и Павласа, который основан на измерении оптической плотности с помощью спектрофотометра ПЭ-5300В.

Стандартные потери сахара при образовании мелассы вычислялись по Брауншвейгской формуле:

$$\text{СПС} = 0,12 \cdot (\text{K} + \text{Na}) + 0,24 \cdot \alpha\text{-аминоазот} + 0,48,$$

где СПС – стандартные потери сахара, %; К – содержание калия, ммоль на 100 г сырой массы; Na – содержание натрия, ммоль на 100 г сырой массы; α -аминоазот – содержание альфа-аминоазота, ммоль на 100 г сырой массы.

Содержание очищенного сахара равнялось разнице между сахаристостью и стандартными потерями сахара в мелассе:

$$\text{СОС} = \text{С} - \text{СПС},$$

где СОС – содержание очищенного сахара, %; С – сахаристость, %; СПС – стандартные потери сахара в мелассе, %.

Валовой сбор сахара определялся как произведение урожайности и сахаристости:

$$\text{ВСС} = \text{У} \cdot \text{С} / 100,$$

где ВСС – валовой сбор сахара, т/га; У – урожайность корнеплодов, т/га; С – сахаристость корнеплодов, %.

Валовой сбор очищенного сахара вычислялся по формуле:

$$\text{ВСОС} = \text{У} \cdot \text{СОС} / 100,$$

где ВСОС – валовой сбор очищенного сахара, т/га; У – урожайность корнеплодов, т/га; СОС – содержание очищенного сахара в корнеплодах, %.

Данные результатов исследований подвергались математической обработке методом двухфакторного дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов (Доспехов, 2011) на ПЭВМ с использованием программы Microsoft Excel 2003 и 2007.

Оценка энергетической эффективности проводилась по совокупным затратам энергоресурсов на возделывание культур и накопление потенциальной энергии в урожае основной и побочной продукции по Е.И. Базарову, Е.В. Глинка (1983). Экономическую эффективность рассчитывали на основе технологических карт по системе натуральных и стоимостных экономических показателей с

использованием нормативов и расценок, принятых для производственных условий Ульяновской области.

Оценка метеорологических условий за 2006-2016 года показала значительную вариабельность суммы осадков и температуры за вегетацию.

2.1. Метеорологические условия в годы проведения опытов

Климат местности Поволжья сухой, континентальный с теплым летом и холодной зимой, годовая сумма осадков колеблется от 400 до 450 мм. Сумма активных температур – 2300^оС. Последние заморозки в воздухе наблюдаются во второй декаде мая, продолжительность безморозного периода 120-130 дней. Наибольшее число дней с суховеями отмечается в июле (Агроклиматические ресурсы Ульяновской области, 1978г.).

В годы с менее благоприятным распределением осадков в вегетационный период наблюдается повреждение засухой вегетативных органов, ослабление роста и развития растений, плохой налив зерна за счет ослабления ресурсов фотосинтеза и биосинтеза углеводов, особенно у сахарной свеклы.

Данные условия требуют от возделываемых культур экологической пластичности, поисков новых приемов возделывания и применения различных регуляторов и микроэлементов-синергистов, способствующих повышению устойчивости растений к стрессовым ситуациям.

По условиям увлажнения зона лесостепи Поволжья характеризуется неравномерным распределением осадков как по периодам года, так и во время вегетации. В Среднем за год выпадает от 380 до 520 мм осадков, в том числе за период апрель – октябрь – 260 -310 мм. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к периоду посева составляет 150-210 мм, количество суховейных дней за вегетационный период по годам – 10-20 дней. Наблюдения за погодными условиями в период проведения исследований осуществлялось по данным метеостанций Ульяновского НИИСХ.

Оценка метеорологических условий за 2006-2014 гг. (рисунки 2, 3; приложение 1) показала значительную вариабельность суммы осадков и температур за вегетацию.

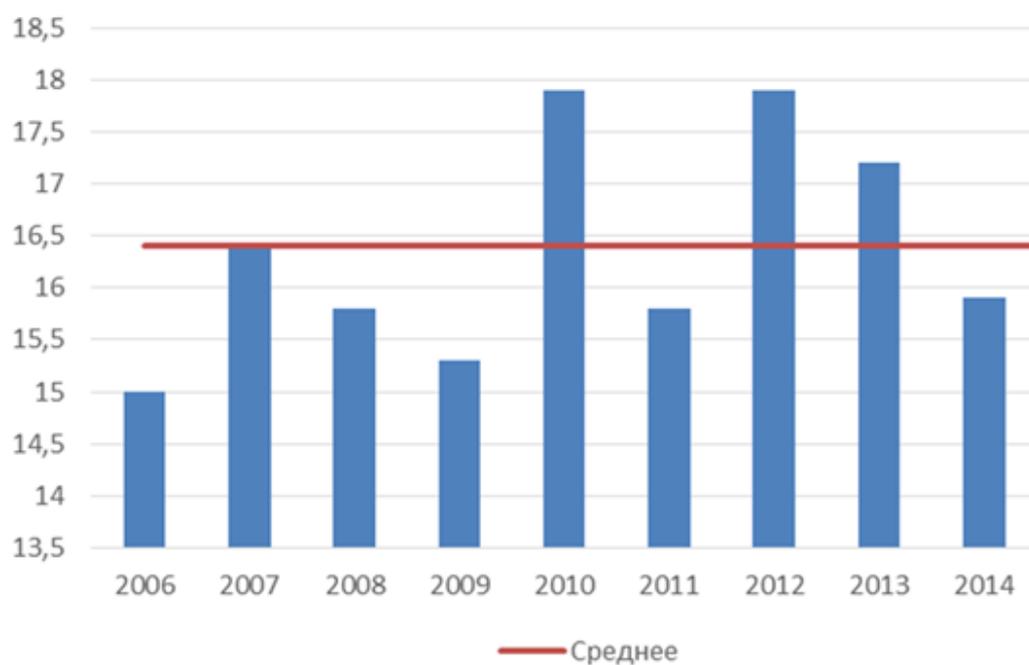


Рисунок 2 – Температура, °C

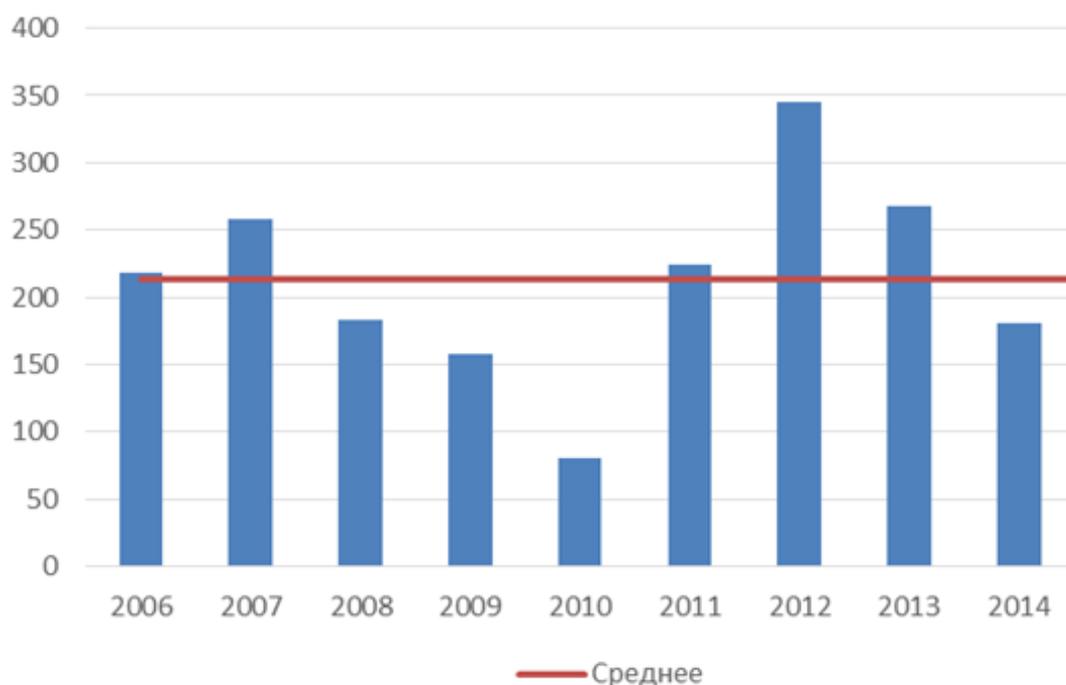


Рисунок 3 – Осадки, мм

Все годы в течении которых проводились исследования по характеру увлаженности в период вегетации можно объединить в следующие группы:

1. Годы с влажным весенне-летним периодом (2009, 2012, 2013 годы).
2. Годы с засушливым периодом июне, июле, августе (2010 год)
3. Годы с засушливым весенним периодом (2008,2010,2011 гг.)
4. Годы с равномерно выпадающими в течение вегетации осадками (2007, 2012, 2013 годы).

Гидротермические коэффициенты: 2006 год – 1,1; 2007 год – 1,2; 2008 год – 1,1; 2009 год – 0,8; 2010 год – 0,3; 2011 год – 1,3; 2012 год – 1,3; 2013 год – 1,7; 2014 год – 0,6.

Гидротермический коэффициент (ГТК) за период варьировал от 0,3 (2010 год) до 1,7 (2013 год), в остальные годы составлял в пределах 1,1 – 1,3, в 2008 и 2014 году – 0,8 и 0,6 соответственно.

ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И БОРНОЙ КИСЛОТЫ

Совершенствование технологии возделывания сахарной свёклы связано с применением более прогрессивных, современных машин и механизмов, высокоурожайных сортов с высокими посевными качествами, а также регуляторов роста и борной кислоты.

В последние годы на посевах широко применяются гибриды селекции фирм KWS, SESVanderHave, Syngenta, Betaseed, Щёлково Агрохим и др. Некоторые апробированы в хозяйствах Цильнинского района Ульяновской области.



Рисунок 4 – Инкрустированные семена сахарной свёклы

Накапливается опыт по использованию импортных материальных ресурсов при производстве данной культуры. Это приводит к определённым изменениям элементов технологии возделывания. Отсюда возникает необходимость дальнейшего усовершенствования разработанных технологий возделывания сахарной свёклы с учётом внедрения в производство более прогрессивных материальных ресурсов. Такая необходимость совершенствования технологии связана с тем, что на сегодняшний день остаётся проблема обеспечения чистоты

посевов от сорняков, равномерного размещения растений в рядах и исключение из технологии ручного труда.

Сахарная свёкла – растение культурных почв, требующее глубокий пахотный горизонт для развития мощной корневой системы. В этой связи своевременная и тщательная обработка при интенсивной технологии возделывания сахарной свёклы имеет большое значение для повышения её урожайности.

Применение минимальных обработок под её посев сопряжено с рядом более обострённых, чем для других культур, негативных последствий. Так, минимально обработанные фоны позднее прогреваются, на них отмечается повышенный потенциал болезней и вредителей растений, усиление засорённости, в том числе злостными корневищными и корнеотпрысковыми сорняками. Поэтому на ближайшую перспективу приоритетной под сахарную свёклу пока будет оставаться система обработки почвы с отвальной вспашкой [31, 111].

Сахарная свёкла, как корнеплодное растение, предъявляет весьма высокие требования к физическим параметрам почвы пахотного слоя. Эта культура очень сильно реагирует на состояние пахотного слоя почвы и горизонты при переходе его к подпахотному. Данная обработка почвы для сахарной свёклы может обеспечить:

- уменьшение ненужных уплотнений, как в пахотном, так и в подпахотном слоях, в результате происходит разрушение плужной подошвы;
- образуется гомогенная структура хорошей агрегации;
- в пахотном слое близко к поверхности почвы происходит равномерное распределение органических остатков предшественника (солома и жнивье, промежуточные культуры и навоз);
- уничтожение всходов различных сорняков;
- может происходить задержание воды от осенних и зимних осадков;
- образуется ровная поверхность участка для высева семян сахарной свёклы [168].

За счёт щадящей обработки почвы происходит защита её от эрозии и переутомления, улучшается структура, стимулируется её биологическая активность и сохраняется содержание гумуса [46, 47, 176, 177, 179].

Многолетний опыт выращивания сахарной свёклы в Ульяновской области свидетельствует, что в условиях недостаточного увлажнения и короткого вегетационного периода весьма актуальной является проблема определения оптимальных способов предпосевной обработки почвы, выбора сроков и норм высева, формирование оптимальной густоты насаждения сахарной свёклы. Особенно большое значение в получении дружных и равномерных всходов сахарной свёклы имеет предпосевная обработка почвы, обеспечивающая повышение полевой всхожести семян и интенсивного роста и развития растений. Исследованиями [20, 114, 141] доказано, что при выращивании сахарной свёклы одним из главных абиотических факторов жизни растений является обеспеченность растений влагой. Следовательно, все технологические операции по обработке почвы, уходу за посевами должны быть направлены на максимальное накопление и рациональное использование почвенной влаги. На некоторых площадях недостаточное накопление влаги часто является лимитирующим фактором урожайности. При этом необходимо всегда учитывать, как почвенные и агрометеорологические условия данного региона, которые складываются в текущем году. Несоблюдение оптимальных параметров обработки почвы приводит к возрастанию засорённости посевов. Многие свекловоды компенсируют упущения в выполнении этих агроприёмов неоднократным внесением гербицидов. А это приводит не только к удорожанию продукции, но и к нарушению экологического равновесия и к загрязнению не только агрофитоценоза, но и в целом окружающей среды. Потеря урожая сахарной свёклы от сорняков достигает 40%, поэтому без эффективных мер борьбы с ними нельзя рассчитывать на высокие результаты.

Успешное развитие свекловодства в регионе возможно на основе внедрения в производство достижений науки, современной техники и передового опыта. Для осуществления задач по дальнейшему развитию свеклосахарного производства в Министерстве сельского, лесного хозяйства и природопользования необходимо разработать концепцию на ближайшие годы. Основной задачей её является дальнейшее повышение урожайности, сахаристости, снижение себестоимости и

повышение рентабельности, с учётом адаптированной к местным условиям технологии возделывания. Это можно осуществить на основе резкого повышения общей культуры земледелия, что позволит получить отличные результаты с минимальными затратами труда и материальных средств.

Агротехника возделывания сахарной свёклы усовершенствована для условий Ульяновской области.

Сахарная свёкла является высокоинтенсивной культурой, её возделывание по сравнению со многими полевыми культурами сопровождается наиболее ёмким набором технологических операций, качественное выполнение которых гарантирует ежегодную высокую и стабильную урожайность корнеплодов. Для нашего региона с неустойчивым увлажнением важным условием является размещение сахарной свёклы по возможности по чистому пару. Мы считаем, что лучшим звеном севооборота, позволяющим обеспечить наиболее благоприятные условия, является чистый пар – озимая пшеница – сахарная свёкла.

Для предотвращения поражения посевов вредителями и болезнями необходимо возвращать сахарную свёклу на прежнее место через 3-4 года. Не допускаем размещение сахарной свёклы в течение трёх лет на полях, обработанных гербицидами с действующим веществом сульфанил мочевины, оказывающей губительное действие на ростовые процессы растений.

3.1. Основная зяблевая обработка почвы

Система обработки почвы под сахарную свёклу подразделяется на основную (зяблевую) и предпосевную.

Большой проблемой в эти годы является солома этого и предыдущего года. Кроме внесения азота в дозе 50 кг/га используем гриб *Trichoderma* опрыскиванием перед лущением стерни.

Обработка почвы является средством активного воздействия на её физические, химические, биологические и другие параметры, от которых зависят её плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур. Качественная

обработка почвы способствует очищению полей от сорняков. Обработка почвы осуществляется по принятой системе для каждого типа пара.

Главной задачей основной обработки почвы является накопление и сохранение в ней влаги, а также уничтожение сорняков, вредителей и возбудителей болезней сахарной свёклы [36, 65, 126, 192].

Приёмы основной обработки почвы в значительной степени зависят от предшественников и сроков их уборки, видового состава сорняков, влажности почвы. Традиционным является лущение стерни дисковыми орудиями в перекрёстном направлении после уборки предшественника. Мы проводим эту операцию летом и в начале осени.

Дисковое лущение стерни проводим БДМ-6 или БДМ-4 на глубину 6-8 см. Через 10-12 дней после дискового лущения проводили лущение почвы лемешными лущильниками или тяжёлой дисковой бороной БДМ-6, БДМ-4, БДМ-3 на глубину 14-16 см. Спустя ещё две недели вносятся минеральные удобрения и проводится вспашка на глубину 28-30 см с помощью тракторов К-744 или К-701 с оборотным плугом лемешным Kverneland EO-LO. Сразу после вспашки проводят выравнивание зяби трактором Т-150К с бороной БЗТ-1 в два следа.

При высокой засорённости применяем гербициды сплошного действия Торнадо или Раундап (4 л/га). Осенняя химическая прополка уничтожает не только надземную часть сорняков, но и поражает всю их корневую систему.

Такая система обработки обеспечивает разрушение плужной подошвы, хорошее выравнивание поверхности пашни, создавая условия для качественного проведения последующих агротехнических приёмов при возделывании сахарной свёклы. В результате происходит нормальное впитывание почвой выпадающих осадков, оказывает влияние на уничтожение возшедших сорняков. Такая обработка почвы способствует хорошему выравниванию зяби с осени и уничтожению сорняков в посевном слое почвы. При нехватке влаги в засушливые годы, экстремальные по гидротермальным условиям годы, когда осенью не выпадают осадки, некоторые семена сорняков не всходят, что затрудняет борьбу с ними. Тем не менее, и в такие годы эффективность обработки бывает высокой за счёт

качественной обработки почвы. На тех полях, которые обработаны оборотными плугами, проведённая культивация осенью оказывает положительное влияние за счёт уничтожения сорняков, усиления микробиологической активности почвенной микрофлоры, за счёт увеличения количества элементов минерального питания для растений и жизнедеятельности микроорганизмов.

Получение высоких урожаев требует скорректированной системы питания по фазам развития культуры [120]. Основное удобрение азофоска (NPK 16:16:16) или диаммофоска (NPK 10:26:26) вносится с осени под глубокую обработку почвы трактором МТЗ-82 с разбрасывателями Amazone ZA-M 900, Rauch MDS 735.

Доза внесения удобрений варьирует от 70-100 кг/га д.в. в зависимости от обеспеченности почвы подвижными формами питательных веществ и планируемого урожая.



Рисунок 5 – Внекорневая подкормка сахарной свёклы

Удобрение способно оптимизировать условия минерального и воздушного питания (фотосинтез), роста, повысить защитные функции растения, создать все предпосылки улучшения продукционного процесса, направленных на улучшение

биохимических и технологических качеств корнеплодов, при переработке на сахарном заводе.

3.2. Весенняя и предпосевная обработка почвы. Посев

Весенняя обработка почвы под сахарную свёклу имеет решающее значение в получении дружных и равномерных всходов, создании оптимальных условий для формирования урожая.



Рисунок 6 – Разбрасывание минеральных удобрений перед посевом

Кроме минеральных удобрений для улучшения микробиологических процессов в ризосфере улучшения процесса гумификации рекомендуется вносить органоминеральные удобрения – ОМУ свекловичное в норме 150 кг/га. Если вносить азотные удобрения в комплексе с ОМУ, то норму азота можно уменьшить до 34 кг/га д.в.



Рисунок 7 – Разбросанные удобрения на почве перед весенним боронованием

Весной сразу после внесения минеральных удобрений проводят боронование в два следа с использованием трактора Т-150К и сцепок борон БЗТ-1,0.



Рисунок 8 – Весеннее боронование

Закрытием влаги предотвращается испарение влаги ранней весной путём разрушения капиллярных связей в поверхностном слое почвы и создании на поле

защитной мульчи толщиной 5-7 см. В то же время при выполнении приёма следует избегать выхода техники в поле по сырой почве, необходимо ограничивать количество проходов машинно-тракторных агрегатов и не допускать чрезмерного заглубления рабочих органов. Поэтому начало работ ранней весной, когда паханные поля достаточно подсохнут и станут проходимыми и удобными для дальнейшей обработки. Обычно это наступает при влажности почвы около 60% наименьшей полевой влагоёмкости, что соответствует слегка подсохшим гребням пашни серого цвета и хорошему крошению на мелкие комочки верхнего слоя почвы толщиной 2-4 см. Если же после агрегата поле останется серым, это значит, что срок обработки упущен. Аналогичные рекомендации дают в условиях республики Башкортостан [114, 177, 179], в центральном Черноземье [31], в дальнем Зарубежье [192, 196, 204, 208].

Агрегаты двигаются со скоростью 9 км/ч под углом 30-40° к направлению вспашки, что способствует лучшему выравниванию.

Следует избегать заглубления рабочих органов орудий ниже предполагаемого уровня заделки семян, так как при этом разрушается капиллярная система почвы, не восстанавливаемая последующим прикатыванием.

Как показывает практический опыт возделывания сахарной свёклы в Ульяновской области, в большинстве хозяйств после закрытия влаги проводят культивацию на глубину 8–14 см и более. Для этой цели используется культиватор КПС-4, затем перед посевом выполняет ещё одну культивацию на глубину 5-6 см. При такой системе предпосевной обработки увеличивается иссушение верхнего слоя почвы и всходы бывают изреженными.

Ранневесеннее рыхление выполняем в течение 1–2 дней, применяя широкозахватные агрегаты со сцепками из зубовых борон. В первом ряду размещаем тяжёлые бороны, в заднем – средние. Боронуем 1 раз в два следа под углом 40-45° к вспашке.

При завершении боронования проводится предпосевная культивация Т-150К и культиватором ИМТ-616.

Непосредственно перед посевом, но не раньше, чем за 2 часа до посева проводят предпосевную культивацию почвы под углом $7-8^\circ$ к будущему направлению посева на глубину заделки семян 5-7 см со скоростью около 12 км/ч, что даёт более ровную и разделанную поверхность почвы.

Мы считаем лучшим орудием для предпосевной обработки почвы является культиватор АКШ-6, КПШ-6 и ИМТ-616, которые за один проход совершают несколько агротехнических приёмов: это выравнивание поверхности поля, крошение более крупных комков после боронования и создание мелкокомковатой мульчирующей площади поля и проведение защиты растений от сорняков.



Рисунок 9 – Рыхление почвы перед посевом культиватором ИМТ-616

Таким образом, предпосевная обработка почвы должна обеспечить хорошие условия для дружного прорастания семян и полное уничтожение проростков и всходов сорняков.

В настоящее время семена сахарной свёклы готовят к посеву на семенных заводах. Применяется дражирование семян защитно-стимулирующими веществами, поэтому по подготовке семян никаких рекомендаций мы не можем дать.

Посев является одной из наиболее важных технологических приёмов возделывания сахарной свёклы. Для сахарной свёклы эффективны ранние сроки посева. Посев проводят сразу за предпосевной культивацией трактором МТЗ–1221 и пневматической сеялкой точного высева СТП «Ритм–24Т» на глубину 3-4 см от залегания влаги. Норма высева 130 000 семян на 1 га, которая обеспечивает густоту состояния растений 90–100 тыс. штук на 1 га. Способ посева – однострочный с шириной междурядий 45 см.



Рисунок 10 – Посев сахарной свёклы

Посев и предпосевную культивацию проводят в единые агросроки в течение максимум 5 дней. Обычно к посеву сахарной свёклы приступаем, когда температура почвы на глубине 5 см достигает 6-7°C. При посеве в непрогретую почву семена прорастают медленно, проростки их истончаются и могут поражаться корнеедом. При позднем посеве из-за недостатка влаги всходы появляются нестабильно и изреженно. Почва при оптимальном сроке посева хорошо крошится и содержит достаточное количество влаги.

По нашей технологии прикатывание как агротехнический приём исключается из технологии возделывания.

3.3. Система защиты растений сахарной свёклы в условиях Ульяновской области и сроки внесения гербицидов

В современных условиях, когда свёклу возделывают без ручного труда большое значение, имеет уменьшение численности сорняков в агрофитоценозе сахарной свёклы, так как засорённость посевов остаётся высокой. Для этого наряду с высокой агротехникой нужно учитывать применение гербицидов [45].

В технологии сахарной свёклы самые большие затраты приходятся на борьбу с сорняками, в связи с тем, что эта культура чувствительна к сорнякам. Современный ассортимент гербицидов насчитывает более 280 наименований и постоянно обновляется, поэтому нормы, сроки, виды гербицидов, способы применения необходимо определить в каждом регионе, даже в хозяйстве с учётом видового состава и степени засорённости.



Рисунок 11 – Применение гербицидов для растений сахарной свёклы в фазе 5-6 настоящих листьев

Для определения организации борьбы с сорняками следует определить их количество на гектаре и знать биологические группы. Для этой цели используются рамки.

Опрыскивание проводили тракторами МТЗ-1221 с опрыскивателями Agrifac Milan 5400 и Amazone UX 4200.

Решающим фактором является также уничтожение сорняков в первые 4-6 недель после всходов. Засорённость может вызвать снижение урожайности на 25-46%.

Анализ наших данных по засорённости посевов сахарной свёклы показывает, что с 2005 г. по 2012 г. площадь засорённых посевов варьировала от 75 до 80%. За этот период более чем на 20 % произошло увеличение степени засорённости многолетними корнеотпрысковыми сорняками. Количество их возросло до 8,2 шт/м², а малолетних сорняков до 9,6 шт/м².

Тип засорения посевов сахарной свёклы характеризовался как сложный, включающий различные биотопы и биогруппы сорной растительности насчитывая 30 видов сорных растений из 12 ботанических семейств, из них 7 видов относится к классу однодольных, а остальные 23 вида – двудольных.

Наибольшее число видов включает семейство Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Jamiaceae, Chenopodiaceae, Poligonaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Ronunculaceae, Malvaceae, Amaranthaceae, Eguisetaceae. Все виды регистрируемых нами сорных растений относятся к непаразитному биологическому типу.



Рисунок 12 – Чистые посеы сахарной свёклы

В период вегетации свёклы, имея чёткое представление о степени и характере засорения, легче выбрать наиболее эффективные гербициды. Чаще всего используют для борьбы с сорняками на посевах сахарной свёклы бетанальную группу различной формуляции с добавлением, в случае необходимости, Лонтрела и противозлаковых гербицидов. Наиболее удобные формы – Бетанал Прогресс АМ и Бетанал Прогресс ОФ, Бетанес, Беторен-экспресс АМ, которые содержат 3 действующих вещества и наиболее эффективны против широкого спектра сорняков.

При современном уровне засорённости полей необходимо планировать проведение как минимум двух последовательных опрыскиваний повсходовыми гербицидами, а при необходимости допустима и третья обработка. В зависимости от конкретной ситуации сроки и нормы применения сильно колеблются.

Главное в выборе срока обработки – чувствительность фазы развития сорных растений. Нельзя опаздывать с началом обработок. Однолетние двудольные сорняки наиболее уязвимы в фазе семядолей, поэтому, как только основная масса

сорняков достигнет этой фазы, необходимо приступить к опрыскиванию, используя минимальные дозы гербицидов в баковой смеси независимо от фазы развития культуры, как правило, в это время свёкла находится в фазе развитой вилочки. Повторную обработку необходимо проводить через 7-10 дней, когда появится вторая волна сорняков. Дозы гербицидов бетанальной группы целесообразно при этом увеличить. В случае, когда погодные условия благоприятствуют интенсивному развитию сорных растений, возможно появление третьей волны, что требует дополнительной обработки.

Обработка гербицидами даёт возможность отказаться от проведения междурядных обработок на ранних этапах онтогенеза культуры, что снижает травмирование корневой системы и уменьшает затраты на производство продукции.

Когда погодные или организационные условия не позволяют применять гербициды на ранней стадии развития сорняков и они уже имеют одну-две пары настоящих листьев, то дозу гербицидов рационально увеличить на 30 %. Эффект также даёт применение гербицида Карибу в дозе 0,03 кг/га.

Рекомендуемый нами для Ульяновской области ассортимент гербицидов по защите сахарной свёклы приведён в таблице 1. Для снятия гербицидной нагрузки мы рекомендуем в качестве депрессанта в баковую смесь добавлять раствор мелафена в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$. Это фиторегулятор нового поколения, который усиливает биоэнергетику растений, в качестве маркера нами использована активность фермента каталазы и пероксидазы, суммарное содержание хлорофилла. Это нашло подтверждение в наших опытах.

Если до смыкания рядков сахарной свёклы главной задачей является сохранение междурядий чистыми от сорняков, то после смыкания – сохранение листовой поверхности в активном состоянии до уборки урожая. При появлении вредителей и болезней на посевах рекомендуется следующий перечень инсектицидов и фунгицидов (таблица 2).

Таблица 1 – Рекомендуемый ассортимент гербицидов на посевах сахарной свёклы

Наименование препарата	Сроки обработок	Сорняки	Норма расхода
1-ая обработка			
Бетарен экспресс АМ Центурион Лонтрел-300	Фаза семядоли у сорняков 17-31 мая	Однолетние двудольные Многолетние корнеотпрысковые Злаковые	1,0-1,5 л/га 0,2-1,0 л/га 0,3-0,5 л/га
2-я обработка			
Бетанес Карибу Центурион Лонтрел-300	Фаза семядоли и 2-х листьев у сорняков 8-10 июня	Однолетние двудольные, в том числе щирица, марь белая в фазе 2-4 листьев Многолетние корнеотпрысковые Злаковые	0,9-1,2 л/га 30 г/га 0,2-1,0 л/га 0,3-0,5 л/га
3-я обработка			
Бетанес Центурион Лонтрел-300	По мере отрастания 27- июня – 6 июля	Однолетние двудольные Многолетние корнеотпрысковые Злаковые	0,9-1,2 л/га 0,2-1,0 л/га 0,3-0,5 л/га

Таблица 2 – Рекомендуемый ассортимент инсектицидов и фунгицидов на посевах сахарной свёклы

Препарат	Норма расхода	Вредители и болезни	Способ и сроки применения
Борей	0,1-0,12 л/га	Свекловичный долгоносик, блошки, листовая тля	Опрыскивание в период вегетации от двух пар настоящих листьев до начала уборки
Бенорад	0,6-0,8 л/га	Рамуляриоз, церкоспороз, фомоз	
Фундазол	0,6-0,8 л/га	Мучнистая роса, церкоспороз	Опрыскивание в период вегетации от 8-ми настоящих листьев до смыкания рядков

По мере появления на рынке более эффективных агрохимикатов можно вносить коррективы по использованию химических средств защиты в технологии возделывания сахарной свёклы.

3.4. Внекорневая подкормка и особенности используемой технологии

Внесение базовых удобрений и локальное применение макроэлементов проблему питания сахарной свёклы не решает. Здесь целесообразно использовать внекорневые подкормки, хелатными формами микроэлементов регуляторами роста, регулирующими энергетический процесс, и борной кислотой. Для образования сахароборатов, а также при недостатке бора, тем более в растениях этот элемент не реутилизуется, сахарная свёкла поражается гнилью сердечка, поэтому бор целесообразно давать по вегетации. Бор образует комплексы с углеводами как d-фруктоза, d-галактоза, α - и d-глюкоза. В результате образования подобного рода комплексов, усиливается биосинтез сахарозы. Поэтому в технологии сахарной свёклы целесообразна обработка агрофитоценоза сахарной свёклы борной кислотой.

Для снятия гербицидной нагрузки и усиления энергетического процесса рекомендуем обработку посевов мелафеном с гербицидами в баковой смеси, а также использовать акварин свекловичный, который содержит полный набор элементов минерального питания с микроэлементами в форме хелатов. Это позволяет решать ещё одну проблему – стрессовую гербицидную нагрузку.

Уборку сахарной свёклы начинают в середине сентября комбайнами Agrifac WKM 9000 и Agrifac Quatro. В хозяйстве применяется перевалочный способ уборки, корнеплоды из корнеуборочного комбайна укладываются на временные полевые бурты, откуда с помощью автотранспорта КАМАЗ-6520-19 и КАМАЗ-65115-1032-62 + СЗАП-8582 вывозят на приёмный пункт сахарного завода.



Рисунок 13 – Уборка сахарной свёклы



Рисунок 14 – Погрузка корнеплодов сахарной свёклы

Данная технология ориентирована на индустриальный способ возделывания сахарной свёклы. Отказ от ручного труда, максимальное использование высокоэффективной техники, применение регуляторов роста, особенно нового поколения, как, например, полифункционального мелафена в качестве

антидепрессанта, микроэлементов и другие инновационные приёмы, обеспечивающие получение высоких урожаев с хорошими технологическими показателями корнеплодов при переработке на сахарном заводе.

Успешное развитие свекловодства в Ульяновском регионе связано с внедрением достижений науки и современной техники.

Основной задачей нашей технологии является дальнейшее повышение урожайности и улучшение технологических качеств корнеплодов при переработке на сахарном заводе с учётом местных агроклиматических условий.



Рисунок 15 – Корнеплоды сахарной свёклы в полевом бурте

Нами при этом учитывалась не только агротехника возделывания, но также и все агроприёмы с учётом применения машин для той или иной операции, а главное учитывали минеральное питание, защиту растений и внекорневые подкормки мелафеном, пирафеном и борной кислотой.

Удобрения вносили перед вспашкой трактором МТЗ-82 с разбрасывателем Amazone. Для улучшения микробиологической активности почвы и улучшения процесса гумификации вносили в почву органоминеральное удобрение – ОМУ свекловичное в норме 150 кг/га, за счёт этого уменьшали норму азота до 30-34 кг/га д.в.

Весной сразу кроме внесения минеральных удобрений проводили боронование в два следа с использованием для этой цели трактора Т-150К и сцепок борон БЗТ-1,0, затем предпосевная культивация Т-150, культиватором ИМТ-616 на глубину 5-7 см, под углом 30-40° к направлению вспашки, что способствует лучшему выравниванию.

Лучшим орудием для предпосевной обработки почвы являются культиваторы АКШ-6, КПШ-6 и ИМТ-16, которые за один проход совершают несколько операций.

Для снятия гербицидной нагрузки особенно в фазу всходов (семядольных листьев) в баковую смесь добавляли регуляторы роста нового поколения мелафен или пирафен, они аналогичные соединения, являются перспективными регуляторами роста, которые контролируют энергетические процессы и действуют как макроэргические соединения. Затем проводили две внекорневые подкормки – 1-я в фазу 5-6 листьев одновременно со вторым опрыскиванием с гербицидами в баковой смеси с добавлением мелафена и борной кислоты или мелафена и акварина в дозе 1,5 кг/га. Вторая подкормка в период формирования корнеплодов.

Для защиты растений при использовании гербицидов мы учитываем тип засорённости. В период вегетации сахарной свёклы имея чёткое представление о степени и характере засорения и чувствительности фазы роста и развития нами дан рекомендуемый ассортимент гербицидов и фунгицидов на посевах сахарной свёклы для зоны Ульяновского региона.

Результаты исследований указывают на перспективность совершенствованной нами технологии и применения внекорневых подкормок сахарной свёклы совместно с гербицидами, как агроприём вписывающийся в технологию возделыванию и повышающий урожайность, и улучшающий технологические качества корнеплодов.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И БОРНОЙ КИСЛОТЫ НА ДИНАМИКУ ЛИСТЬЕВ, КОРНЕПЛОДОВ И САХАРОНАКОПЛЕНИЕ

Рост и развитие растений, в том числе и сахарной свёклы, является центральной проблемой физиологии растений и агрономии.

Программа роста и развития каждого вида и сорта растения заложена в его генетическом аппарате, на эту программу оказывают влияние погодные условия, минеральное и углеродное питание и другие факторы.

Понятие «рост» охватывает ряд сложных и многообразных явлений и процессов: увеличение размеров, прибавка в массе, увеличение числа клеток, их воспроизведение и дифференциация, связанная с образованием клеточных структур, отражает прежде всего количественные изменения, сопровождающие развитие организма или его частей.

Для сахарной свёклы в первую очередь показателем роста является увеличение массы листьев и корнеплодов. Мы считаем, что для данной культуры одним из наиболее подвижных показателей роста является площади листьев и массы корнеплодов.

4.1. Динамика листьев и корнеплодов

Исследования показывают, что у сахарной свёклы в течение всей вегетации масса корнеплодов нарастает непрерывно, а масса листьев продолжает увеличиваться до конца августа. Этот процесс наблюдается во все годы исследований за исключением 2007 г., где соотношение массы листьев к корнеплодам больше 1 (таблицы 3-6; приложения 2-10).

Таблица 3 – Динамика массы листьев и корнеплодов под влиянием регуляторов роста и борной кислоты, т/га (2006 год)

Вариант	Листья			Корнеплоды		
	5.08.06	15.08.06	5.09.06	5.08.06	15.08.06	5.09.06
1. Контроль	41,28±1,04	47,33±1,55	45,75±1,88	31,45±0,88	40,98±1,19	43,00±1,93
2. Акварин	45,03±1,21	48,33±1,59	46,30±2,07	32,28±1,18	42,10±1,48	43,00±1,78
3. Мелафен	44,53±1,08	49,30±1,69	46,72±1,79	32,65±1,61	42,20±1,42	46,47±1,68
4. Пирафен	46,00±1,23	48,70±1,84	47,75±1,44	33,07±0,62	42,70±1,41	51,50±1,66
5. Акварин + Мелафен	46,20±1,1	49,10±1,80	46,20±1,77	33,60±1,10	43,00±1,47	42,25±1,48
6. Акварин + Пирафен	45,00±1,21	49,20±1,47	47,20±1,91	32,70±0,77	42,90±1,46	40,02±1,87
7. Бор	45,75±1,30	48,72±1,54	46,30±1,86	33,02±1,03	43,07±0,92	44,00±1,97
8. Акварин + Бор	42,75±1,64	49,20±1,52	47,13±2,07	34,15±1,65	44,20±1,22	42,02±1,65
9. Мелафен + Бор	42,42±1,83	49,30±1,52	47,43±1,53	33,90±1,09	45,10±1,72	44,50±1,64
10. Пирафен + Бор	42,47±0,78	48,02±1,67	47,35±2,04	35,07±1,03	45,00±1,45	45,02±1,80
11. Акварин + Мелафен + Бор	43,45±1,56	50,00±1,46	46,90±1,84	35,60±0,94	45,40±1,19	40,55±1,79
12. Акварин + Пирафен + Бор	43,80±1,44	50,00±2,25	46,67±1,86	36,05±1,04	45,35±1,17	44,50±1,84

Таблица 4 – Соотношение массы листьев и корнеплодов в течение онтогенеза под влиянием регуляторов роста и борной кислоты, т/га (2007 год)

Вариант	Листья			Корнеплоды		
	5.08.07	15.08.07	5.09.07	5.08.07	15.08.07	5.09.07
1. Контроль	46,77±2,87	48,75±3,67	32,47±2,63	30,70±2,48	34,65±2,85	35,68±2,55
2. Акварин	47,77±2,46	49,25±2,45	35,25±1,91	32,32±1,91	35,13±1,89	36,33±2,36
3. Мелафен	48,30±1,86	49,02±2,80	36,77±2,47	32,65±2,79	36,30±2,04	37,03±2,04
4. Пирафен	47,30±2,62	50,00±2,83	35,00±2,63	32,70±1,98	36,22±2,23	38,10±2,53
5. Акварин + Мелафен	48,90±1,98	50,30±2,95	36,20±2,95	33,10±2,98	37,07±2,35	39,05±2,51
6. Акварин + Пирафен	48,60±3,50	49,75±2,54	37,50±2,95	33,20±2,55	37,40±2,60	38,30±1,79
7. Бор	48,25±3,01	49,00±2,55	37,30±1,83	32,67±2,54	37,60±2,55	39,00±2,50
8. Акварин + Бор	49,30±3,29	46,52±3,12	37,30±1,81	32,75±2,69	38,32±2,78	39,80±2,74
9. Мелафен + Бор	49,00±2,89	50,00±3,38	38,63±2,75	33,10±2,53	38,60±2,67	40,10±3,16
10. Пирафен + Бор	49,60±2,83	50,55±2,80	40,25±2,52	33,30±2,33	38,90±2,53	40,30±2,90
11. Акварин + Мелафен + Бор	49,80±2,93	50,80±2,53	40,23±2,51	33,40±2,58	40,10±2,69	41,60±2,33
12. Акварин + Пирафен + Бор	50,50±2,84	50,65±2,69	40,65±1,96	33,50±2,53	39,75±2,61	41,50±2,98

Таблица 5 – Прирост массы листьев и корнеплодов в течение индивидуального развития под влиянием регуляторов роста и борной кислоты, т/га (2008 год)

Вариант	Листья			Корнеплоды		
	5.08.08	15.08.08	5.09.08	5.08.08	15.08.08	5.09.08
1. Контроль	42,47±2,83	47,52±2,57	42,00±2,63	35,23±1,53	39,32±2,42	43,37±2,57
2. Акварин	43,72±2,54	48,30±2,53	42,17±2,59	36,08±1,84	40,67±2,71	44,57±2,57
3. Мелафен	44,10±2,93	48,47±2,38	42,72±2,54	35,90±1,86	41,35±2,46	44,87±2,06
4. Пирафен	44,90±2,45	48,47±2,53	43,10±2,55	35,78±2,01	42,07±2,78	45,10±2,53
5. Акварин + Мелафен	45,10±2,53	49,07±2,62	43,62±1,91	36,13±1,80	42,20±2,93	44,92±2,62
6. Акварин + Пирафен	45,57±2,68	49,17±2,62	43,50±2,79	36,30±1,79	43,10±2,53	45,07±2,62
7. Бор	46,17±2,21	49,92±2,62	44,17±2,54	36,68±1,79	43,02±2,41	45,67±2,54
8. Акварин + Бор	46,90±2,73	50,07±2,77	44,85±2,68	37,30±1,80	43,65±2,52	46,30±2,63
9. Мелафен + Бор	47,05±2,93	50,75±2,94	45,20±2,98	37,43±1,80	44,07±3,20	46,37±2,59
10. Пирафен + Бор	47,02±2,30	50,30±2,58	45,32±2,17	36,98±1,86	44,62±2,91	46,87±2,59
11. Акварин + Мелафен + Бор	47,60±2,53	50,47±2,27	45,67±2,68	37,95±1,96	45,07±2,41	46,97±2,64
12. Акварин + Пирафен + Бор	48,07±2,46	50,50±2,07	44,87±2,56	38,35±2,03	45,32±2,51	47,27±2,62

Это связано с метеорологическими условиями 2007 года, когда в июне и июле выпало более 160 мм осадков, растения частично гутировали и отток углеводов шёл медленнее. В начале и середине вегетации соотношение массы листьев к корнеплодам примерно одинаковое на всех вариантах, например, 5 августа 1,34:1 (контроль), на 12 варианте тоже 1,34:1, 5 августа соответственно 1,20:1, а 5 сентября примерно 1:1 или даже 1:0,97, 1:0,93, т.е. соотношение листьев к корнеплодам в конце вегетации выравнивается (таблица 6), а количественные соотношения внутри вариантов как по массе листьев, так и по массе корнеплодов, т.е. используемые препараты оказывают влияние на ростовые процессы. В среднем за вегетацию масса листьев увеличивается на 6,3-10,2% по сравнению с контролем, а масса корнеплодов соответственно на 9,1-13,1%, в зависимости от препарата и метеоусловий.

Таким образом, анализируя данные таблиц 3-6 видим, что соотношение листьев и корнеплодов меняется. До середины лета, когда сахарная свёкла формирует листовую поверхность, масса листьев превышает массу корнеплодов. После этого периода наряду с интенсивным листообразованием наблюдается и наибольший вес корнеплодов, во второй половине августа масса корнеплодов увеличивается и соотношение листьев к корнеплодам уменьшается.

Таблица 6 – Динамика роста листьев и корнеплодов под влиянием регуляторов роста и борной кислоты, т/га в среднем за три года

Вариант	Листья			Корнеплоды		
	5.08.06,07,08	15.08.06,07,08	5.09.06,07,08	5.08.06,07,08	15.08.06,07,08	5.09.06,07,08
1. Контроль	43,51±2,25	47,87±2,60	40,07±2,38	32,46±1,63	38,32±2,15	40,68±2,35
2. Акварин	45,51±2,07	48,63±2,19	41,24±2,19	33,56±1,64	39,30±2,03	41,30±2,24
3. Мелафен	45,64±1,96	48,93±2,29	42,07±2,27	33,73±2,09	39,95±1,97	42,79±1,93
4. Пирафен	46,07±2,10	49,06±2,40	41,95±2,21	33,85±1,54	40,33±2,14	44,90±2,24
5. Акварин + Мелафен	46,73±1,87	49,49±2,46	42,01±2,21	34,28±1,96	40,76±2,25	42,07±2,20
6. Акварин + Пирафен	46,39±2,46	49,37±2,21	42,73±2,55	34,07±1,70	41,13±2,20	41,13±2,09
7. Бор	46,72±2,17	49,21±2,24	42,59±2,08	34,12±1,79	41,23±1,96	42,89±2,34
8. Акварин + Бор	46,32±2,55	48,60±2,47	43,09±2,19	34,73±2,05	42,06±2,17	42,71±2,34
9. Мелафен + Бор	46,16±2,55	50,02±2,61	43,75±2,42	34,81±1,81	42,59±2,53	43,66±2,46
10. Пирафен + Бор	46,36±1,97	49,62±2,35	44,31±2,24	35,12±1,74	42,84±2,30	44,06±2,43
11. Акварин + Мелафен + Бор	46,95±2,34	50,42±2,09	44,27±2,34	35,65±1,83	43,52±2,10	43,04±2,25
12. Акварин + Пирафен + Бор	47,46±2,25	50,38±2,34	44,06±2,13	35,97±1,87	43,47±2,10	44,42±2,48

4.2. О сахарозе корнеплодов сахарной свёклы и особенности сахаронакопления

Сахарная свёкла – высокопродуктивное растение, которое даёт сырьё для промышленного производства сахара и других продуктов. Сахар имеет большое экономическое значение как продукт питания.

Процент содержания сахарозы в сырой массе корнеплода сахарной свёклы к концу вегетации зависит от сортовых особенностей, условий выращивания, минерального питания, в том числе от регуляторов роста и микроэлементов. Обычно эта величина колеблется в пределах 14,5-21%. В некоторых случаях встречается и более высокая сахаристость корнеплодов – до 22-24%. Содержание сахарозы в сухом веществе корнеплода выражается величиной от 64 до 76%, но чаще всего колеблется от 68 до 76%. В сырой массе корнеплода содержится примерно 23-28% сухого вещества и 72-77% воды.

Сахароза откладывается и накапливается в корнеплодах сахарной свёклы в процессе всего онтогенеза. Сахаронакопление и утилизация сахарозы, образованной в процессе биосинтеза в значительной степени обуславливается в результате физиолого-биохимических процессов, связанных с особенностями тех или иных тканей и клеток. Закрепление углеводов метаболитов происходит по двум взаимно связанным направлениям – увеличение биомассы корнеплода и сахаронакопление. На содержание сахарозы и улучшение технологических качеств корнеплодов влияют метеорологические условия, регуляторы роста и минеральное питание. Об этом свидетельствуют исследования, проведённые в разных регионах России, в частности в работе [207] авторы указывают, что на сахаристость корнеплодов оказывает и фон минерального питания, который модифицирует её абсолютное значение. На содержание сахарозы влияет применение микроудобрений [208, 209]. Заслуживает внимания влияние препаратов Эпин экстра, Циркон и кремнийсодержащее микроудобрение Силиплант в баковых смесях с пестицидом оказывает влияние на рост урожайности и сахаристости корнеплодов [182]. Исследования [195] показывают, что под влиянием микроэлементов цинка и бора при посеве сахаристость корнеплодов увеличивается

на 0,1-0,2%, а под действием марганца, цинка и железа сахаристость не повышается.

В 2009-2011 годах нами проведены исследования по приросту массы корнеплодов, сухого вещества, воды, воды и сахара.

Наши исследования над формированием урожая корнеплодов сахарной свёклы в полевых и производственных опытах показали, что в периоды более интенсивного роста корня, измеряемого величиной прироста сухой массы, абсолютная величина суточных приростов сахара в нём обычно более высокая, поэтому для этой цели мы изучали и ростовые процессы корня, так как понятие рост охватывает ряд сложных и многообразных явлений и процессов: увеличение размеров, прибавка в массе, увеличение числа клеток, их воспроизведение и дифференциация. Рост сопровождается увеличением общей массы растений. В основе роста лежит биосинтез, следовательно, под ростом следует понимать увеличение массы корнеплода сахарной свёклы.

Результаты исследований приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Динамика массы корнеплодов в онтогенезе сахарной свёклы (в среднем за 2009-2011 годы), г

Вариант	15.07	1.08	15.08	30.08	15.09
1. Контроль	125	152	260	300	360
2. Акварин	129	160	273	314	382
3. Мелафен	132	160	281	315	381
4. Пирафен	132	160	283	318	381
5. Акварин + Мелафен	134	162	278	319	386
6. Акварин + Пирафен	135	163	279	329	387
7. Бор	135	164	282	332	391
8. Акварин + Бор	140	167	284	338	397
9. Мелафен + Бор	141	167	285	339	399
10. Пирафен + Бор	141	168	285	341	403
11. Акварин + Мелафен + Бор	145	172	289	345	406
12. Акварин + Пирафен + Бор	146	172	289	345	407

Данные показывают, что наиболее интенсивный рост происходил в более благоприятный 2011 год, где масса корнеплодов в процессе всего онтогенеза на 25-78% выше засушливого 2010 года и выше средних многолетних на 6-37% в

зависимости от препарата. Увеличение массы корнеплодов происходит под действием используемых препаратов в течение всего онтогенеза. Эти показатели выше на 5-6% при использовании отдельно взятых регуляторов и бора, и на 11,1-13,1% при сочетанном действии.

Кроме динамики роста корнеплодов нами изучалось накопление сухого вещества в них. Считается, что накопление сухого органического вещества, является как-бы функцией процесса ассимиляции, определяет продуктивность сахарной свёклы. Мы считаем, что увеличение сухого вещества может считаться наилучшим критерием роста.

Наиболее интенсивнее протекал этот процесс в 2009 году, хотя и здесь разница составляет в пределах 0,1-1,1 г (таблица 8). Во все годы исследований наиболее интенсивнее этот процесс протекает в первой половине вегетации.

Под влиянием используемых препаратов происходит более активное поступление сухих веществ из листьев в корнеплоды, данный процесс характерен в течение всей вегетации. Разница по отношению к необработанным растениям в среднем составляет 2,9-8,5%, особенно при сочетанном действии двух-трёх препаратов.

Таблица 8 – Динамика прироста сухого вещества корнеплодов (в среднем за 2009-2011 годы), г

Вариант	15.07	1.08	15.08	30.08	15.09
1. Контроль	13,73	17,77	20,13	21,00	23,50
2. Акварин	14,13	18,20	20,87	21,67	24,07
3. Мелафен	14,10	18,20	20,90	21,67	24,07
4. Пирафен	14,23	18,30	20,97	21,67	24,13
5. Акварин + Мелафен	14,23	18,40	20,97	21,73	24,17
6. Акварин + Пирафен	14,20	18,43	20,87	21,67	24,33
7. Бор	14,37	18,67	21,13	21,83	24,50
8. Акварин + Бор	14,53	18,77	21,27	21,93	24,57
9. Мелафен + Бор	14,60	18,87	21,30	22,10	24,63
10. Пирафен + Бор	14,67	19,33	21,37	22,27	24,73
11. Акварин + Мелафен + Бор	14,90	19,23	21,53	22,50	24,93
12. Акварин + Пирафен + Бор	14,90	19,30	21,53	22,57	24,93

Изучение динамики сахарозы (таблица 8; приложения 11-16) показывает, что направление кривых приростов сухого вещества во все годы исследований одинаковое с динамикой сахарозы и обуславливается это тем, что более 70% сухого вещества корнеплодов этого растения, особенно во второй половине вегетации, приходится на долю сахарозы.

В 2009-2011 годах проведены исследования по динамике накопления сахарозы (таблица 9; приложения 17-22). Регуляторы роста и борная кислота при двукратной внекорневой подкормке оказывает влияние на биосинтез сахарозы в листьях и накопление в корнеплодах. За исключением акварина, все препараты отдельно взятые и сочетанно использованные оказывают влияние на накопление сахарозы в корнеплодах, в середине вегетации сахаристость увеличивается в среднем на 0,1-0,4%, в конце вегетации к уборке на 0,26-1,1%. Это связано с улучшением питания за счёт внекорневых подкормок.

Таблица 9 – Динамика сахарозы в корнеплодах сахарной свёклы (в среднем за 2009-2011 годы, %)

Вариант	15.07	1.08	15.08	30.08	15.09
1. Контроль	4,1	7,30	12,57	16,83	17,77
2. Аквафин	4,1	7,30	12,53	16,70	17,73
3. Мелафен	4,2	7,40	12,77	16,97	18,03
4. Пирафен	4,2	7,40	12,77	16,97	18,20
5. Аквафин + Мелафен	4,2	7,40	12,73	17,03	18,47
6. Аквафин + Пирафен	4,2	7,37	12,73	17,07	18,23
7. Бор	4,3	7,60	12,93	17,30	18,03
8. Аквафин + Бор	4,4	7,50	12,93	17,40	18,47
9. Мелафен + Бор	4,4	7,67	13,07	17,53	18,50
10. Пирафен + Бор	4,4	7,67	13,10	17,53	18,47
11. Аквафин + Мелафен + Бор	4,5	7,73	13,20	17,63	18,83
12. Аквафин + Пирафен + Бор	4,5	7,77	13,23	17,60	18,87

Следует указать, что наиболее интенсивно идёт сахаронакопление в течение августа во всех вариантах опыта, за месяц содержание сахарозы увеличивается на 9 и более процентов, за исключением отдельно взятого аквафина, где содержание сахара на уровне или чуть ниже контроля. Это связано с тем, что в состав аквафина входят различные формы азота. Поэтому, мы считаем, что за счёт азота увеличение

содержания сахарозы не наблюдается. Этот процесс, по-видимому, связан с участием внеклеточного фермента инвертазы в формировании эффекта торможения оттока сахаров из листьев.

Выявлено, что растворы мелафена и пирафена обладают высокой физиологической и энергетической активностью (об этом сказано в обзоре литературы) при малых и сверхмалых концентрациях. В результате между ними, питательными веществами и борной кислотой проявляется относительный и абсолютный синергизм, что приводит к образованию сахарофосфатов и сахароборатов, поэтому на этих вариантах содержание сахарозы выше, по сравнению с контролем.

Мы считаем, что строгого параллелизма между приростом количества сухого вещества и сахарозы в корнеплодах, конечно, не может быть, так как сухая масса корнеплода увеличивается не только за счёт сахарозы, но и за счёт других компонентов сухого вещества.

Изменение процентного содержания сахарозы в сырой массе корнеплодов идёт параллельно изменению процента сухого вещества в корнеплодах.

Результаты исследований (таблица 10) показывают, что количественные различия в динамике сахарозы + воды в процессе вегетации и к моменту уборки обуславливаются разной степенью оводнения его тканей. Реже различия в сахаристости корнеплодов связаны не только с разным содержанием воды в корне, но и с разным содержанием сахара в сухом веществе.

Таблица 10 – Динамика воды и сахара + воды в корнеплодах сахарной свёклы (в среднем за 2009-2011 годы), %

Вариант	15.07		1.08		15.08		30.08		15.09	
	Вода	Вода + сахара								
1. Контроль	86,27	90,37	82,23	89,53	79,87	92,44	79,00	95,83	76,50	94,27
2. Акварин	85,87	89,97	81,80	89,10	79,13	91,66	78,33	95,03	75,93	93,66
3. Мелафен	85,90	90,10	81,80	89,20	79,10	91,87	78,33	95,30	75,93	93,96
4. Пирафен	85,77	89,97	81,70	89,10	79,03	91,80	78,33	95,30	75,87	94,07
5. Акварин + Мелафен	85,77	89,97	81,60	89,00	79,03	91,76	78,27	95,30	75,83	94,30
6. Акварин + Пирафен	85,80	90,00	81,57	88,94	79,13	91,86	78,33	95,40	75,67	93,90
7. Бор	85,63	89,93	81,33	88,93	78,87	91,80	78,17	95,47	75,50	93,53
8. Акварин + Бор	85,47	89,87	81,23	88,73	78,73	91,76	78,07	95,47	75,43	93,90
9. Мелафен + Бор	85,40	89,80	81,13	88,80	78,70	91,77	77,90	95,43	75,37	93,87
10. Пирафен + Бор	85,33	89,73	80,67	88,34	78,63	91,73	77,73	95,26	75,27	93,74
11. Акварин + Мелафен + Бор	85,10	89,60	80,77	88,50	78,47	91,67	77,50	95,13	75,07	93,90
12. Акварин + Пирафен + Бор	85,10	89,60	80,70	88,47	78,47	91,70	77,43	93,03	75,07	93,94

Опыты показывают, что к моменту уборки содержание воды уменьшается, а количество сухого вещества увеличивается, такая закономерность наблюдается во всех вариантах, отличия только их в количественном соотношении.

В сырой массе корнеплода на воду и сахарозу приходится более 93% и эти два показателя претерпевают в течение вегетации наибольшие количественные изменения. Таким образом, изменение процента сахарозы в сырой массе корнеплода сахарной свёклы в течение вегетации идёт в направлении, противоположном процентному содержанию воды, что к концу вегетации различия в сахаристости корнеплодов сахарной свёклы, в процентах на сырую массу корнеплода, чаще всего обуславливается разной степенью оводнения его тканей. И реже различия в сахаристости корнеплодов связаны не только с разным содержанием воды в корнеплоде, но и с разным процентом сахарозы в сухом веществе.

Таким образом, применение фосфорорганических регуляторов роста нового поколения мелафена и пирафена и сочетанно с борной кислотой и аквапином способствует усилению ростовых процессов и накоплению сахарозы.

ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ ВНЕДРЁННОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ

В литературе имеются многочисленные исследования положительного влияния внекорневых подкормок различными регуляторами роста и микроэлементами на увеличение урожайности различных сельскохозяйственных культур, в том числе сахарной свёклы, данные авторов приведены в главе 1.

5.1. Урожайность корнеплодов сахарной свёклы

Наши исследования показали, что 2-х кратная внекорневая подкормка регуляторами роста и борной кислотой способствуют повышению урожайности, особенно при сочетанном действии двух и трёх факторов, так в данном случае наблюдается синергетический эффект. При однократном факторе урожайность повышается в среднем за шесть лет на 2,3-7,1%, то при применении двух и трёх факторов – соответственно на 4,2-9,5%, это составляет 1,6-3,6 т/га, при урожайности на контроле 37,7 т/га (таблица 11; приложения 23-28). Наибольшая урожайность сахарной свёклы зафиксирована на 10, 11, 12 вариантах. Следует указать, что во все годы исследований наблюдается увеличение урожайности.

Проведённые исследования показали, что урожайность сахарной свёклы значительно изменялась в зависимости от погодных условий (данные погодных условий приведены во 2-й главе).

Результаты исследований показывают, что наибольшая урожайность получена в благоприятных 2006, 2008, 2011 годах по количеству осадков и температурному режиму. Низкая урожайность в 2009-2010 годах объясняется тем, что в эти годы выпало наименьшее количество осадков, особенно в 2010 году – 80,3 мм при среднемноголетней – 228,6 мм. На основании корреляционно-регрессионного анализа установлена положительная корреляция между урожайностью, температурой окружающей среды и количеством осадков.

Таблица 11 – Урожайность сахарной свёклы в условиях КФХ «Аметист», т/га

Вариант	Год исследований						Прибавка		
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	средняя	т/га	% к контролю
1. Контроль	44,1	33,8	42,9	30,5	26,2	48,8	37,7	-	100,0
2. Акварин	44,3	34,7	43,5	32,4	26,9	50,9	38,7	1,0	102,3
3. Мелафен	44,9	35,1	43,9	33,9	28,0	51,6	39,6	1,9	105,0
4. Пирафен	45,2	35,2	43,9	31,9	28,4	51,8	39,4	1,7	104,5
5. Акварин + Мелафен	45,2	36,9	44,4	33,9	28,3	52,1	40,1	2,4	106,3
6. Акварин + Пирафен	40,5	36,7	44,4	33,8	28,7	51,9	39,3	1,6	104,2
7. Бор	45,0	36,7	44,6	33,9	29,2	52,7	40,4	2,7	107,1
8. Акварин + Бор	44,2	37,2	44,3	32,9	28,8	54,2	40,3	2,6	106,8
9. Мелафен + Бор	45,3	37,9	44,1	33,4	28,9	54,9	40,7	3,0	107,9
10. Пирафен + Бор	45,4	37,8	44,2	33,9	28,8	54,9	40,8	3,1	108,2
11. Акварин + Мелафен + Бор	45,3	39,1	44,5	33,8	30,0	55,2	41,3	3,6	109,5
12. Акварин+ Пирафен + Бор	45,4	38,7	43,7	32,8	29,9	55,3	40,9	3,2	108,5
НСР ₀₅ фактор А – регуляторы	0,672	0,536	0,486	0,334	0,34	0,397			
Взаимодействие факторов (АВ)	2,647	0,240	13,904	32,143	9,190	0,351			
НСР ₀₅ фактор Б - бор	1,16	0,928	0,842	0,578	0,589	0,687			
ГТК	1,1	1,2	1,1	0,8	0,3	1,3			

Уравнение регрессии $y = 62,56 - 2,227x_1 + 0,0712x_2$,

$R = 0,72$; $d = R^2 \cdot 100 = 51,89\%$.

Таким образом, урожайность зависит на 6,5% от температуры и 45,39% от количества осадков.

Аналогичные данные получены в производственных условиях 2012-2016 годов. В качестве опытного варианта использовали двукратную обработку (акварин + мелафен + бор). Производственные опыты в 2012, 2013 годах на 225 га, в 2014 – 300 га, в 2015 и 2016 году соответственно 800 га (таблица 12).

Таблица 12 – Урожайность сахарной свёклы в производственных условиях, т/га

Вариант	Год исследований					Ср. урожайность, т/га	Прибавка	
	2012 год	2013 год	2014 год	2015 год	2016 год		т/га	% к контролю
Контроль	44,6	53,3	34,7	29,1	41,7	40,7	-	100,0
Акварин + мелафен + H_3BO_3	49,2	58,9	38,9	32,3	46,2	45,1	4,4	110,8
Средняя урожайность по области	30,9	36,8	26,1	30,2	35,2	31,8	-	-
Разница, %	59,2	60,0	49,0	7,0	31,3	41,3	-	-

Результаты показывают, что во все годы исследований урожайность по усовершенствованной нами технологии выше средней урожайности по области на 7-60%, в среднем 41,3%, что составляет 11,3 т/га по сравнению с контролем.

Наибольшая урожайность получена в более благоприятные (2012, 2013 годы) по метеорологическим условиям. Препараты сработали даже в экстремальные (2014-2016 годы), особенно в 2015 году, когда после посева более 70 дней не было осадков, где урожайность была выше на 3,2 т/га и 2,1 т/га выше урожайности по технологии, которая применяется в хозяйствах Ульяновского региона.

5.2. Внекорневая подкормка агроценоза и биохимический состав корнеплодов

Наследственные свойства, а также почвенно-климатические условия, агротехника, удобрения, особенно регуляторы роста и микроэлементы оказывают влияние на биохимический состав и технологические качества при переработке. В зависимости от биохимического состава корнеплодов могут быть различными количественные сочетания отдельных соединений – сухого вещества, различные сочетания между углеводными компонентами, сахарозой и сахарами, различный состав сахаров. Избыточное накопление отдельных растворимых и нерастворимых сахаров неодинаково влияет на переработку корнеплодов сахарной свёклы.

Пектиновые вещества

Пектиновые вещества играют определённую роль в жизнедеятельности растений, входят в состав растительных тканей, клеточного сока и межклеточного вещества (таблица 13; приложение 29).

Таблица 13 – Содержание пектиновых веществ в корнеплодах сахарной свёклы (в % на воздушно-сухое вещество)

Вариант	Год исследований				Среднее	±
	2006	2007	2008	2009		
1. Контроль	12,3	12,8	13,9	13,4	13,1	-
2. Акварин	12,3	12,5	13,6	13,2	12,9	-0,2
3. Бор	12,1	12,4	13,6	13,1	12,8	-0,3
4. Мелафен	11,2	11,6	13,4	13,0	12,3	-0,8
5. Пирафен	11,4	11,8	13,2	13,1	12,4	-0,7
6. Акварин + бор	11,0	11,4	13,1	13,0	12,1	-1,0
7. Мелафен + бор	11,0	11,5	13,0	12,9	12,1	-1,0
8. Пирафен + бор	11,1	11,4	13,0	12,8	12,1	-1,0
9. Акварин + мелафен	11,0	11,2	12,8	12,0	11,8	-1,35
10. Акварин + пирафен	11,1	11,5	12,3	11,9	11,7	-1,4
11. Мелафен + акварин + бор	10,8	10,9	12,2	11,8	11,4	-1,7
12. Пирафен + акварин + бор	10,9	11,2	12,2	11,7	11,5	-1,6

Как гидрофильные коллоиды, они способствуют набуханию, связыванию, распределению воды, защищают плазму от коагуляции при неблагоприятных условиях роста и развития растений, поддерживают жизненную структуру.

В технологии свеклосахарного производства пектиновые вещества являются вредными и нежелательными соединениям, затрудняющими фильтрование и кристаллизацию сахара. С этой точки зрения к высококачественным корнеплодам могут относиться те, у которых отмечается высокое содержание сахарозы и минимальное количество пектиновых веществ. В связи с этим разрабатываемые приемы возделывания сахарной свеклы должны быть направлены не только на повышение урожайности, но и на увеличение сахаристости и уменьшение содержания пектиновых веществ. Изучение механизмов накопления пектиновых веществ представляет не только теоретический, но и практический интерес

Исследования показывают, что наибольшее содержание пектиновых веществ отмечалось в 2008-2009 годы, в эти же годы содержание сахарозы в корнеплодах было низким.

Под влиянием используемых препаратов количество пектиновых веществ в корнеплодах сахарной свеклы уменьшается в среднем на 0,2-1,7 п.п.. наибольшее снижение происходит при совместном применении акварина, пирафена и борной кислоты (вариант 11), а также акварина, пирафена и борной кислоты (вариант 12). По-видимому, проявляется синергетический характер действия препаратов. По результатам корреляционно-регрессионного анализа установлена отрицательная корреляция между содержанием пектиновых веществ и сахара в стружке ($R = -0,878$, $d=77,03$, уравнение регрессии $y = 35,453 - 1,27x$), а также между содержанием пектиновых веществ и доброкачественностью сока ($R = -0,969$, $d = 93,91$, уравнение регрессии $y = 114,406 - 12,282x$).

Клетчатка

Сахарная свекла относится к растениям, относительно богатым клетчаткой. Среднее содержание клетчатки в корнеплодах сахарной свеклы составляет около 1% на сырую массу корнеплодов. В цветущих корнеплодах количество клетчатки резко повышается, что ухудшает их качество. Избыточное содержание отдельных

растворимых и нерастворимых углеводов неодинаково влияет на переработку корнеплодов на заводе. Повышенное содержание в корнеплоде клетчатки затрудняет резку, отрицательно сказывается на качестве получаемой стружки.

Результаты наших исследований показывают, что содержание клетчатки на воздушно-сухое состояние корнеплодов составляет 4,11–6,16 % (таблица 14; приложение 30). Наибольшее содержание отмечалось в 2008 г. – 5,12-6,16%, а наименьшее в 2006 г. – 4,11-5,11%. Обусловлена такая вариация погодными условиями и биосинтезом сахарозы.

Таблица 14 – Содержание клетчатки в корнеплодах сахарной свеклы (в % на воздушно-сухое вещество)

Вариант	Год исследований						Среднее	±
	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
1. Контроль	5,11	5,36	6,16	5,92	5,10	5,57	5,53	-
2. Акварин	4,88	5,04	6,08	5,86	5,26	5,85	5,49	-0,04
3. Бор	4,86	4,98	5,92	5,74	4,66	4,80	4,69	-0,84
4. Мелафен	4,23	4,34	5,30	5,60	4,26	4,82	4,75	-0,78
5. Пирафен	4,24	4,36	5,32	5,12	4,30	4,77	4,68	-0,83
6. Акварин + бор	4,24	4,68	5,48	5,21	4,30	5,40	4,93	-0,60
7. Мелафен + бор	4,20	4,31	5,40	5,19	4,39	4,65	4,69	-0,84
8. Пирафен + бор	4,18	4,22	5,31	5,14	4,11	4,45	4,56	-0,97
9. Акварин + мелафен	4,80	4,86	5,42	5,10	4,96	5,85	5,16	-0,37
10. Акварин + пирафен	4,70	4,82	5,50	5,12	4,83	5,78	5,12	-0,41
11. Мелафен + акварин + бор	4,11	4,62	5,12	4,98	4,66	5,12	4,76	-0,77
12. Пирафен + акварин + бор	4,21	4,71	5,16	4,96	4,28	5,14	4,74	-0,79

Большое значение при химической оценке сахарной свёклы как сырья имеют азотистые вещества, так как значительная их часть переходит в сок. Азот свёклы принято подразделять на белковый и вредный (небелковый). К вредным относят те формы азота, которые из корнеплодов попадают в диффузионный сок, не удаляются из него в процессе дефекации и сатурации, а переходят в патоку. В процессе производства белковый, аммиачный и амидный азот удаляется.

Остальные его формы, определяемые между общим азотом и суммой белкового и амидно-аммиачного азота сахарной свёклы, являются вредными.

Мы считаем, что для определения технологических качеств корнеплодов следует учитывать кроме клетчатки, содержание общего, белкового и небелкового азота, так как эти соединения прямо или косвенно влияют на переработку и качество сахара (таблица 15).

Таблица 15 – Содержание общего, белкового и небелкового азота (в % на воздушно-сухое вещество)

Вариант	2010 год			2011 год		
	белковый азот	небелковый азот	общий азот	белковый азот	небелковый азот	общий азот
1. Контроль	0,41	0,79	1,20	0,47	0,75	1,26
2. Акварин	0,47	0,81	1,28	0,53	0,99	1,42
3. Бор	0,46	0,73	1,19	0,47	0,66	1,13
4. Мелафен	0,39	0,68	1,07	0,44	0,67	1,11
5. Пирафен	0,39	0,69	1,07	0,49	0,63	1,12
6. Акварин + бор	0,43	0,64	1,07	0,51	0,75	1,26
7. Мелафен + бор	0,45	0,67	1,06	0,48	0,63	1,11
8. Пирафен + бор	0,49	0,67	1,16	0,46	0,60	1,12
9. Акварин + мелафен	0,49	0,70	1,19	0,49	0,85	1,34
10. Акварин + пирафен	0,47	0,75	1,22	0,50	0,78	1,28
11. Акварин + мелафен + бор	0,42	0,60	1,12	0,52	0,68	1,20
12. Акварин + пирафен + бор	0,40	0,71	1,11	0,53	0,65	1,18

Результаты наших исследований по содержанию клетчатки и азота показывают, что под влиянием мелафена, пирафена и бора происходит уменьшение клетчатки, общего и небелкового азота. Под действием акварина частично происходит увеличение клетчатки, общего и небелкового азота. Это связано с тем,

что в состав акварина свекловичного входит 2,5 % нитратного и 3,5 % аммиачного азота, оказывающих отрицательное влияние на биосинтез углеводов, в результате – частично ухудшается качество корнеплодов. Наибольшее накопление клетчатки и небелкового азота отмечалось во влажном 2011 г., когда их содержание было выше во всех вариантах в сравнении с 2010 г. (на 8,2-15,0 % по клетчатке, на 4,6-12,6 % по общему азоту). На основе корреляционного регрессивного анализа по результатам 2010 г. установлено, что наибольшее влияние на показатели дигестии (содержание сахара в стружке) оказывает содержание белкового азота ($R = 0,667$):

$$Y = 21,07 - 0,35 X_1 + 2,584 X_2 - 3,115 X_3,$$

где X_1 – содержание клетчатки, X_2 – белковый азот, X_3 – небелковый азот.

На доброкачественность сока наиболее существенно влияет дигестия ($R = 0,852$):

$$Y = 54,15 + 6,711 X_2 - 3,233 X_3 + 1,714 X_5,$$

где X_5 – дигестия.

Аналогичную картину мы наблюдали в 2011 г., в условиях которого доброкачественность сока зависела от дигестии ($R = 0,888$):

$$Y = 64,18 + 0,385 X_1 + 8,622 X_2 + 1,044 X_5.$$

В 2006 г. содержание сахара в стружке составило 18,0-20,3%, тогда как в 2008 г. – 15,8-16,7%. Используемые препараты во все годы исследования оказывали влияние на содержание клетчатки. В среднем за 2006-2011 гг. на опытных вариантах отмечалось снижение клетчатки на 0,41-0,97 п.п.. Наибольшее уменьшение наблюдалось также при совместном применении пирарфена, мелафена и борной кислоты, где составляло 0,84-0,97. Между содержанием клетчатки и сахара установлена отрицательная корреляция ($R = -0,746$, $d = 55,69$, уравнение регрессии $y = 16,525 - 0,629x$), а также между клетчаткой и доброкачественностью сока ($R = -0,74$, $d = 54,71$, уравнение регрессии $y = 101,581 - 2,991x$).

Технологические свойства

Главный показатель качества корнеплодов сахарной свеклы – сахаристость. Задача свеклосахарного производства – удалить больше нес сахаров и высокомолекулярных углеводов и получить больше кристаллического сахара.

Известно, что выход сахара на заводе зависит прежде всего от сахаристости, содержания сахара в стружке (дигестии) и доброкачественности сока (таблицы 16, 17; приложения 31, 32). В связи с этим основными критериями при оценке корнеплодов как сырья являются именно эти показатели.

Таблица 16 – Дигестия, в % на сырую массу

Вариант	Год исследований						Среднее	±
	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
1. Контроль	18,0	17,6	15,8	18,2	17,8	17,3	17,45	-
2. Акварин	20,2	17,8	15,9	18,4	17,6	17,2	17,85	+0,4
3. Бор	20,0	18,4	15,9	18,6	18,0	17,5	18,06	+0,61
4. Мелафен	20,1	18,6	16,1	18,6	17,9	17,6	18,15	+0,70
5. Пирафен	20,0	18,5	16,1	18,4	18,4	17,6	18,16	+0,71
6. Акварин + бор	19,0	18,6	16,0	18,7	18,7	18,3	18,21	+0,76
7. Мелафен + бор	20,1	18,8	16,4	18,9	18,6	18,0	18,46	+1,01
8. Пирафен + бор	20,2	18,8	16,2	18,8	18,3	17,8	18,35	+1,09
9. Акварин + мелафен	19,9	18,7	16,5	19,0	18,8	18,1	18,50	+1,05
10. Акварин + пирафен	20,0	18,7	16,5	19,1	18,7	18,1	18,51	+1,06
11. Мелафен + акварин + бор	20,2	19,1	16,7	19,4	18,8	18,3	18,75	+1,30
12. Пирафен + акварин + бор	20,3	19,0	16,6	19,4	18,9	18,3	18,75	+1,30

Содержание сахара (таблица 16) в стружке колеблется от 15,8 до 20,3%, при этом наибольшее значение отмечено в 2006 г., а наименьшее в 2008 г. Используемые препараты оказали положительное влияние на накопление сахарозы – прибавка составила в среднем за 6 лет от 0,4 до 1,3 п.п. Установлена положительная корреляция между содержанием сахарозы и доброкачественностью сока ($R = 0,895$, $d = 80,16$, уравнение регрессии $y = 307,12305x$).

Внекорневая подкормка оказала влияние и на доброкачественность сока (таблица 17). На опытных вариантах прибавка составила 0,5-4,0 у.е.

Таблица 17 – Доброкачественность сока, получаемого при переработке
корнеплодов сахарной свеклы, у.е.

Вариант	Год исследований						Среднее	±
	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
1. Контроль	86,7	83,3	83,6	84,7	85,0	84,1	84,56	-
2. Акварин	87,0	84,3	84,3	84,9	84,9	84,0	84,90	+0,34
3. Бор	87,7	84,6	84,6	85,3	85,1	84,9	85,36	+0,80
4. Мелафен	87,1	85,2	84,9	85,9	85,0	84,4	85,41	+0,85
5. Пирафен	87,6	85,1	84,9	85,6	86,5	84,3	85,63	+1,07
6. Акварин + бор	88,6	85,3	86,2	86,0	86,7	85,2	86,33	+1,77
7. Мелафен + бор	89,9	85,6	86,3	86,4	86,5	85,3	86,66	+2,10
8. Пирафен + бор	89,8	85,4	86,5	86,6	86,5	85,4	86,70	+2,14
9. Акварин + мелафен	90,0	86,1	86,9	87,1	87,2	85,2	87,08	+2,52
10. Акварин + пирафен	89,9	86,3	86,7	87,3	87,2	85,3	87,11	+2,55
11. Мелафен + акварин + бор	90,9	87,1	87,0	88,8	87,4	86,6	87,96	+3,40
12. Пирафен + акварин + бор	90,8	87,2	87,4	88,8	87,3	86,6	88,01	+3,45

Таким образом, под действием препаратов происходит улучшение технологических свойств сахарной свеклы за счет уменьшения пектиновых веществ, клетчатки и увеличения дигестии и доброкачественности сока.

Под влиянием используемых препаратов для внекорневой подкормки происходит улучшение химического состава корнеплодов сахарной свеклы за счет уменьшения растворимых пектиновых веществ на 0,2-1,7 п.п. и клетчатки на 0,17-0,93 п.п.. Установлена отрицательная корреляция между содержанием сахарозы, клетчатки и пектиновых веществ.

При применении внекорневой подкормки увеличивается содержание сахара на 0,7-1,4 п.п., доброкачественность сока на 0,5-4,0 у.е. При этом установлена положительная корреляция между содержанием сахарозы и доброкачественностью сока, отрицательная между клетчаткой, пектиновыми веществами и доброкачественностью сока.

5.3. Технологические качества корнеплодов при переработке на сахарном заводе в производственных условиях

При переработке корнеплодов сахарной свёклы на сахарном заводе значительно влияют на величину потерь сахара технологические качества. Показатель сахаристости не полностью определяет технологические качества свеклосырья, поэтому нужно учитывать также и растворимую часть нес сахаров.

Применение регуляторов роста и борной кислоты является дополнительным фактором, увеличивающим содержание сахарозы, повышающим доброкачественность нормального сока и улучшающим основные технологические качества корнеплодов сахарной свёклы.

К основным показателям технологических качеств относятся: содержание сахарозы, доброкачественность сока, водородный показатель (рН).

Результаты исследований показывают, что на опытном варианте содержание сахарозы увеличивается с 16,66% до 17,52% (таблица 18).

Таблица 18 – Показатели сахаристости корнеплодов, в % на сырую массу

Вариант	Год исследований					Средняя сахаристость
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	
Контроль	16,5	15,6	17,2	18,1	15,9	16,66
Опыт	17,4	16,5	18,2	18,9	16,6	17,52

Независимо от погодных условий под влиянием микроэлементов во все годы исследований происходит более интенсивное сахаронакопление. Технологическими показателями, кроме содержания сахарозы, является доброкачественность нормального сока (таблица 19).

Таблица 19 – Доброкачественность нормального сока корнеплодов сахарной свёклы, у.е.*

Вариант	Год исследований					Средняя доброкачественность
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	
Контроль	85,8	83,3	87,1	86,5	83,3	85,20
Опыт	86,7	84,9	90,0	90,9	84,9	87,48

*У.е. – условная единица, которая показывает количество частей сахарозы содержащихся в 100 частях сахарного сока, остальные части приходятся на пектин, клетчатку, инвертный сахар и нес сахара.

Результаты (таблица 19) показывают, что доброкачественность нормального сока увеличивается в среднем за 5 лет на 2,28 у.е.

Также к важным технологическим качествам относится содержание калия в корнеплодах, который является одним из мелассообразователей. Чем выше этот показатель, тем ниже качество свеклосырья. В наших опытах содержание калия (таблица 20) уменьшалось с 5,53 ммоль на 100 г сырой массы корнеплодов на контроле до 3,98 ммоль на опыте.

Таблица 20 – Содержание калия в корнеплодах, ммоль на 100 г сырой массы корнеплода

Вариант	Год исследований					Среднее содержание
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	
Контроль	5,53	5,57	5,48	5,25	5,61	5,53
Опыт	4,03	4,06	3,97	3,75	4,11	3,98

Натрий также является мелассообразователем, содержание которого ухудшает экстракцию кристаллизованного сахара. Результаты исследований (таблица 21) выявили, что содержание натрия во все годы на контроле – 1,61 ммоль на 100 г сырой массы, на опыте – 0,89 ммоль.

Таблица 21 – Содержание натрия в корнеплодах, ммоль на 100 г сырой массы корнеплода

Вариант	Год исследований					Среднее содержание
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	
Контроль	1,51	1,64	1,57	1,48	0,68	1,61
Опыт	0,84	0,95	0,88	0,80	0,89	0,87

Наиболее вредоносным мелассообразователем среди азотных соединений является альфа-аминоазот, играющий отрицательную роль при извлечении сахара (таблица 22).

Таблица 22 – Содержание альфа-аминного азота в корнеплодах, ммоль на 100 г сырой массы корнеплода

Вариант	Год исследований					Среднее содержание
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	
Контроль	5,8211	5,9281	5,7676	5,5002	5,9451	5,7927
Опыт	5,5557	5,5561	4,9138	3,4532	4,7322	4,8422

В среднем за годы исследований наибольшее содержание альфа-аминоазота в корнеплодах снижается с контрольных 5,79 ммоль на 100 г сырой массы до 4,84 ммоль на опыте (таблица 22).

Потери сахара на контроле составили 2,73%. Они были связаны с высоким содержанием мелассообразующих веществ, особенно калия и альфа-аминоазота. С внекорневым внесением бора и регулятора роста стандартные потери сахара в мелассе уменьшались до 2,22% (таблица 23).

Содержание очищенного сахара в корнеплодах находилось в обратной зависимости со стандартными потерями сахара в мелассе. Содержание на контроле составляло 13,93%, на опыте – 15,30%.

Таблица 23 – Показатели продуктивности корнеплодов сахарной свёклы

Вариант	Год исследований					Среднее значение
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	
	Стандартные потери сахара, %					
Контроль	2,72	2,77	2,71	2,61	2,66	2,73
Опыт	2,40	2,41	2,24	1,85	2,22	2,22
	Содержание очищенного сахара, %					
Контроль	13,78	12,83	14,49	15,49	13,24	13,93
Опыт	15,00	14,09	15,96	17,05	14,38	15,30
	Валовый сбор сахара, т/га					
Контроль	7,4	8,3	6,0	5,3	6,6	6,8
Опыт	8,6	9,7	7,1	6,1	7,7	7,9
	Валовый сбор очищенного сахара, т/га					
Контроль	6,1	6,8	5,0	4,5	5,5	5,7
Опыт	7,4	8,3	6,2	5,5	6,6	6,9

Валовый сбор сахара является одним из интегральных показателей продукционного процесса сахарной свёклы, при внекорневой подкормке регуляторами роста и борной кислотой данный показатель увеличивается на 1,1 т/га. Валовый сбор очищенного сахара – это окончательный объём, получаемый после переработки корнеплодов на сахарном заводе, на опытном варианте он составил 6,9 т/га.

Таким образом, применение разработанной нами технологии в широких исследованиях (2012-2016 годы) способствует увеличению доброкачественности

нормального сока на 2,28 у.е. и снижению мелассообразователей калия, натрия и α -аминного азота, в результате уменьшаются стандартные потери сахара и увеличивается валовый сбор очищенного сахара.

5.4. Содержание тяжёлых металлов в почве и корнеплодах

Наши исследования были также направлены на решение обострившейся проблемы загрязнения почвы и растений тяжёлыми металлами (ТМ). Превышение предельно-допустимых концентраций их содержания в почвах отражается на качестве сельскохозяйственной продукции, уменьшается содержание витаминов, ферментов, фитогормонов и др., нарушается углеводный и белковый метаболизм.

Попадая в почву, ТМ с минеральными и органическими компонентами почвенно-поглощительного комплекса подвергаются трансформации под влиянием различных физических, химических и биологических процессов. К сожалению, эти вопросы изучены крайне недостаточно. Нами впервые рассматривалась возможность использования различных регуляторов роста и борной кислоты на сахарной свёкле.

При проведении исследований установлено, что в среднем фоновое содержание тяжёлых металлов в почве опытного участка соответствует их содержанию в почвах Ульяновской области и не превышает ПДК (таблица 24). Элементарный состав почвы можно представить в виде ряда $Cr > Zn > Ni > Cu > Pb > Cd$.

Таблица 24 – Содержание тяжёлых металлов в почве, мг/кг воздушно-сухой почвы

Почва	Тяжёлый металл					
	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий	Никель	Хром
ПДК	55,0	100,0	32,0	3,00	85,0	100,0
Ульяновская область	21,3	50,5	17,0	1,51	42	50
Опытный участок	20,9	51,0	16,2	1,54	41,8	52

В опыте изучалось использование регуляторов роста и борной кислоты в качестве механизма миграции тяжёлых металлов в системе «почва-растение», так

как при возрастании потока загрязнителей защитные возможности культуры снижаются. Результаты исследований по содержанию тяжёлых металлов в корнеплодах сахарной свёклы приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Содержание тяжёлых металлов в корнеплодах сахарной свёклы, мг/кг

Вариант	Тяжёлый металл					
	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий	Никель	Хром
1. Контроль	12,1	31,1	0,60	0,030	1,42	0,46
2. Акварин	12,4	35,0	0,64	0,028	1,46	0,49
3. Бор	9,8	32,9	0,52	0,019	1,38	0,40
4. Мелафен	9,9	32,3	0,56	0,018	1,40	0,41
5. Пирафен	9,5	32,8	0,53	0,017	1,39	0,39
6. Акварин + бор	11,0	32,6	0,51	0,020	1,47	0,47
7. Мелафен + бор	10,0	32,6	0,50	0,020	1,46	0,48
8. Пирафен + бор	10,1	32,6	0,50	0,021	1,45	0,42
9. Акварин + мелафен	11,3	33,4	0,59	0,021	1,41	0,44
10. Акварин + пирафен	11,9	32,0	0,58	0,022	1,43	0,45
11. Акварин + мелафен + бор	10,2	33,1	0,49	0,024	1,41	0,43
12. Акварин + пирафен + бор	10,1	33,3	0,48	0,024	1,42	0,40
ПДК	10	50	0,5	0,1	5	0,2

Изучаемые препараты не изменяли общих закономерностей процесса миграции тяжёлых металлов в корнеплоды, но проявлялась тенденция их снижения. Анализ данных по содержанию тяжёлых металлов в сахарной свёкле показывает, что за исключением хрома и, частично, свинца, в 1-5 вариантах их содержание ниже уровня ПДК. Содержание хрома во всех вариантах превышает уровень ПДК в 2 раза, обнаружены следы ртути, мышьяк отсутствует.

Результаты исследований показывают, что в растениях, обработанных изучаемыми препаратами, за исключением акварина, по-видимому, создаются физиологические барьеры, которые ограничивают поступление тяжёлых металлов

из корней в листья и обратно в корнеплоды. За счёт того, что они остаются и в листьях, содержание токсичных металлов в корнеплодах – незначительное.

Таким образом, использование регуляторов роста и борной кислоты, особенно при комбинированном их действии, вызывает в растениях на уровне клетки внутренние предпосылки регулирования различных физиолого-биохимических процессов, направленных на усиление углеводного метаболизма, являющегося основой сахаронакопления. В результате улучшаются технологические качества корнеплодов за счёт более интенсивного оттока сахарозы из листьев и уменьшения поступления тяжёлых металлов.

ГЛАВА 6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И БОРНОЙ КИСЛОТЫ В ТЕХНОЛОГИИ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ

Внедрение любого агроприёма, в том числе применение внекорневых подкормок, требует проведения анализа его энергетической, экономической оценки, характеризующей затраты энергии, денежных средств на данное мероприятие, эффективность, рентабельность его внедрения в технологию возделывания озимой культуры, а также позволяет определить путём экономии затрат.

Использование эффективных и экологически чистых росторегуляторов и микроэлементов, в том числе борной кислоты, повышающих продуктивность и улучшающих качество корнеплодов и теоретическое обоснование данного современного технологического приёма – один из важнейших резервов снижения материальных затрат на производство свеклосырья для условий лесостепи Среднего Поволжья.

6.1. Энергетическая оценка

В связи с переходом страны к рыночной экономике систематическими изменениями цен на материалы и услуги, не представляется возможным дать объективную экономическую оценку эффективности возделывания той или иной культуры, использование того или иного технологического приёма. Однако новые сорта, интродуцируемые культуры, новые технологические приёмы или комплекс приёмов, используемых в конкретных экономических условиях, требует объективной оценки их преимуществ или недостатков [206].

Для расчета энергетической эффективности был использован традиционный способ, основанный на учете различий в урожайности корнеплодов на контрольном и опытном вариантах. Все затраты по возделыванию сахарной свеклы подсчитывали по каждому варианту опытов в соответствии с технологическими картами, в которых отражены все фактические расходы на выполнение комплекса

приемов с учетом действующих нормативов и цен на семена, удобрения, регуляторы роста, борной кислоты, продукцию, оплату труда с начислением, стоимости ГСМ, издержек на амортизацию, текущий ремонт и др.

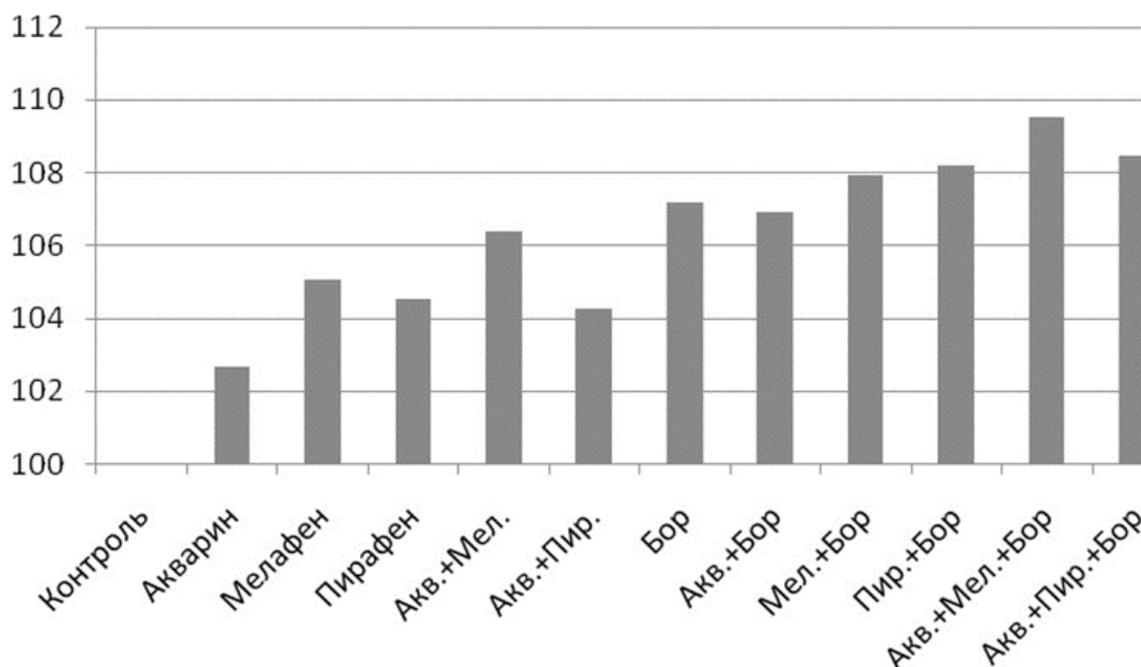


Рисунок 16 – Содержание энергии в корнеплодах сахарной свеклы, % к контролю

Оценка энергетической эффективности проводилась по совокупным затратам энергоресурсов на возделывание сахарной свеклы и накоплению потенциальной энергии основной и побочной продукции.

Стоимость продукта рассчитывалась по закупочным ценам, установленным в 2006-2011 годы на территории Ульяновской области. Для расчета прямых затрат использовались нормы выработки на механизированные работы, расходы на заработную плату, текущий ремонт, амортизация машин, ГСМ, семена, удобрения, регуляторы роста по действующим нормам.

В условиях региона, как и в целом по стране, нет данных для обоснования теоретических и практических аспектов использования регуляторов роста нового поколения, обладающие физиологической активностью. Активность физиологических процессов, более интенсивное сахаронакопление и продуктивности фотосинтеза способствуют росту урожайности и улучшению технологических качеств корнеплодов.

По результатам многолетних исследований, внекорневая подкормка регуляторами роста и борной кислотой, как агроприем, может использоваться в технологии сахарной свеклы. Оценка энергетической эффективности показала, что рекомендуемый прием дает возможность сделать технологию возделывания более энергосберегающей (таблица 26). Наибольшее накопление энергии в урожае корнеплодов 2006-2011 гг. отмечалось в вариантах Мелафен + Бор, Пирафен + Бор, Акварин + Мелафен + Бор и Акварин + Пирафен + Бор, где она превысила контроль на 7,9-9,5 п.п. (рисунок 16).

Таблица 26 – Энергетическая оценка применения регуляторов роста и борной кислоты при внекорневой подкормке агрофитоценоза сахарной свеклы, 2006-2011 годы

Вариант	Затраты энергии, МДж/га	Урожайность, т/га	Содержание энергии в корнеплодах, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
1. Контроль	84602,70	37,7	96376,28	1,139
2. Акварин	86263,91	38,7	98932,68	1,147
3. Мелафен	87695,27	39,6	101233,44	1,154
4. Пирафен	87377,19	39,4	100722,16	1,153
5. Акварин + Мелафен	88490,48	40,1	102511,6	1,158
6. Акварин + Пирафен	87218,15	39,3	100466,52	1,152
7. Бор	88967,60	40,4	103278,56	1,161
8. Акварин + Бор	88808,56	40,3	103022,92	1,160
9. Мелафен + Бор	89444,72	40,7	104045,48	1,163
10. Пирафен + Бор	89603,76	40,8	104301,12	1,164
11. Акварин + Мелафен + Бор	90398,96	41,3	105579,32	1,168
12. Акварин + Пирафен + Бор	89762,80	40,9	104556,76	1,165

Коэффициент энергетической эффективности увеличивается с 1,139 до 1,168.

Энергозатраты на внекорневую подкормку регуляторами роста и борной кислотой окупаются дополнительным содержанием энергии в прибавке урожая корнеплодов.

6.2. Экономическая оценка

Применение регуляторов роста и борной кислоты при внекорневой подкормке способствовали улучшению экономических показателей при возделывании сахарной свеклы (таблица 27).

Анализ таблицы 27 показывает, что в среднем за годы исследований при использовании регуляторов роста и борной кислоты в стоимостном выражении увеличивается продукция с 55607,5 до 60917,5 руб./га. Затраты труда изменяются незначительно и колеблются от 0,34 до 0,36 чел./час на 1 га. Производственные затраты изменялись в зависимости от уровня урожайности и применения регуляторов роста и борной кислоты.

Себестоимость корнеплодов при использовании регуляторов роста уменьшается на 7,2-8,2%. Уровень рентабельности увеличивается от 126,9 до 147%.

Наиболее рентабельными оказались варианты при использовании всех трех веществ, по-видимому, это связано с синергизмом их действия.

Внекорневая подкормка агроценоза сахарной свеклы, является экономически выгодной в технологии сахарной свеклы.

Таким образом, применение внекорневой подкормки хорошо вписывается в технологию сахарной свеклы энергетически и экономически выгодно.

Таблица 27 – Экономическая эффективность возделывания сахарной свеклы, 2006-2011 годы

Показатель	1. Контроль	2. Акварин	3. Мелафен	4. Пирафен	5. Акварин + Мелафен	6. Акварин + Пирафен	7. Бор	8. Акварин + Бор	9. Мелафен + Бор	10. Пирафен+ Бор	11. Акварин + Мелафен + Бор	12. Акварин + Пирафен + Бор
Урожайность, т/га	37,70	38,70	39,60	39,40	40,10	39,30	40,40	40,30	40,70	40,80	41,30	40,90
Стоимость продукции, руб./т с 1 га, руб.	1475	1475	1475	1475	1475	1475	1475	1475	1475	1475	1475	1475
	55607,5	57082,5	58410	58115	59147,5	57967,5	59590	59442,5	60032,5	60180	60917,5	60327,5
Производственные затраты на 1 га/руб.	24109,51	24139,20	24287,44	24254,28	24372,79	24239,42	24515,17	24500,30	24565,40	24582,05	24667,21	24600,52
Затраты труда, чел-час на 1 га на 1 т	13,46	13,63	13,75	13,72	13,81	13,71	13,85	13,83	13,88	13,90	13,96	13,91
	0,36	0,35	0,35	0,35	0,34	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Себестоимость 1 т, руб	650,12	623,75	613,32	615,59	607,80	616,78	606,81	607,95	603,57	602,50	597,27	601,48
Условный чистый доход, руб/га	31097,99	32943,30	34122,56	33860,72	34774,71	33728,08	35074,83	34942,20	35467,10	35597,95	36250,29	35726,98
Уровень рентабельности, %	126,9%	136,5%	140,5%	139,6%	139,1%	139,1%	143,1%	142,6%	144,4%	144,8%	147,0%	145,2%

6.3. Экономическая эффективность в производственных условиях

Для оценки экономической эффективности производства продукции растениеводства используют систему натуральных и стоимостных показателей, отражающих соотношение между достигнутым результатом и затратами производственных и материальных ресурсов.

Применение регуляторов роста и борной кислоты при внекорневой подкормке способствовали улучшению экономических показателей при возделывании сахарной свёклы по предложенной нами технологии в производственных условиях (таблица 28).

Таблица 28 – Экономическая эффективность возделывания сахарной свёклы в производственных условиях, 2012-2015 годы

Вариант	Показатель						
	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, руб./т с га руб.	Производственные затраты на 1 га, руб.	Затраты труда чел-час на 1 га на 1 т	Себестоимость 1 т, руб.	Условный чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль	40,4	$\frac{1737}{59589}$	25835	$\frac{14,42}{0,38}$	696,6	33325,2	135,9
Опыт	44,8	$\frac{1737}{66079}$	26757	$\frac{15,14}{0,37}$	647,9	39322,0	159,4

Анализ таблицы 28 показывает, что в среднем за годы исследований при использовании акварина, мелафена и борной кислоты в стоимостном выражении увеличивается с 59589 до 66079 руб./га. Затраты труда колеблются от 0,37 до 0,38. Производственные затраты изменялись в зависимости от уровня урожайности и применения используемых факторов.

Себестоимость корнеплодов при использовании внекорневых подкормок увеличивается на 7%. Уровень рентабельности увеличивается с 135,9 до 159,4%. Таким образом, внекорневая подкормка агрофитоценоза сахарной свёклы является экономически выгодной в технологии сахарной свёклы.

Наиболее рентабельными оказались варианты при использовании трёх веществ, по-видимому, это связано с синергизмом их действия.

Таким образом, наши многолетние полевые и производственные опыты показывают на перспективность применения нашей усовершенствованной технологии, она ориентирована на индустриальный способ возделывания сахарной свёклы. В результате внедрения данной технологии в свеклосеющих хозяйствах получают урожай намного выше областного урожая. Следовательно, при применении внекорневой подкормки хорошо вписывается в технологию сахарной свёклы энергетически и экономически выгодно.

Таким образом, использование регуляторов роста и борной кислоты для повышения урожайности и качества сахарной свёклы является важной задачей сельскохозяйственной науки. Поэтому исследования по изучению в целом микроэлементов (не только бора) и регуляторов синтетического происхождения приобретает значительный теоретический и практический интерес.

В представленной работе показано, что внекорневые подкормки регуляторами фосфорорганического происхождения и борной кислоты происходит усиление ростовых процессов и более интенсивное сахаронакопление, что в конечном итоге повышает урожайность и улучшает технологические качества корнеплодов при переработке на сахарном заводе. Качество корнеплодов увеличивается за счёт увеличения сахарозы и улучшения доброкачественности нормального сока. Полученные шестилетние опыты подтверждаются в производственных опытах на больших площадях.

Вследствие постоянно изменяющихся метеорологических условий результаты внекорневых подкормок могут колебаться, как и при другом агроприёме. Но правильное использование приёма внекорневых подкормок. С учётом органогенеза и метаболизма растений обеспечивает относительно устойчивое повышение урожайности и качества корнеплодов сахарной свёклы. По результатам нашей 10-ти летней практики внекорневая подкормка агрофитоценоза сахарной свёклы регуляторами роста нового поколения и борной кислоты как агроприём организационно и энергетически оправдан, легко вписывается в технологию возделывания сахарной свёклы.

ВЫВОДЫ

На основании наших многолетних полевых и производственных опытов можно сделать следующее заключение.

С учётом местных агроклиматических условий усовершенствована технология возделывания сахарной свёклы для зоны лесостепи Среднего Поволжья. Для улучшения микробиологической активности почвы и улучшения процесса гумификации вносить в почву органоминеральное – ОМУ свекловичное в норме 150 кг/га. За счёт этого уменьшилась норма азота на 30-34 кг/га д.в. Исключается прикатывание как технологический приём при выращивании сахарной свёклы. Для снятия гербицидной нагрузки, особенно в фазу всходов (семядольных листьев), в баковую смесь добавлять регуляторы роста нового поколения мелафен или пирафен в качестве антидепрессанта. Проводили две внекорневые подкормки: 1-ю в фазу 5-6 настоящих листьев одновременно со вторым опрыскиванием гербицидом в баковой смеси с добавлением мелафена или пирафена и борной кислоты, или акварина, мелафена и борной кислоты; вторая подкормка в период формирования корнеплодов. Нами дан рекомендуемый ассортимент гербицидов и фунгицидов для посевов сахарной свёклы.

1. В результате использования регуляторов роста и борной кислоты усиливаются ростовые процессы листьев и корнеплодов. В среднем за вегетацию масса листьев увеличивается на 6,3-10,2% по сравнению с контрольным вариантом, а масса корнеплодов соответственно на 9,1-13,1%. Сахаристость увеличивается на 0,26-1,1%, в среднем за три года составляло 17,7%, 18,2%, 19,4%.

2. Внекорневая подкормка регуляторами роста и борной кислотой повышает урожайность в полевых опытах в среднем за шесть лет на 2,3-7,1%, то при применении двух и трёх факторов на 4,2-9,5%, что на 1,6-3,6 т/га выше контрольного варианта. Средняя урожайность без применения бора и регулятора роста – 37,7 т/га. Наибольшая урожайность получена в благоприятных 2006, 2008, 2011 годах по количеству осадков и температурному режиму. В производственных условиях 2012-2016 годах урожайность повысилась на 10,9%, что на 4,4 т/га и она

выше средней урожайности по области на 44,1%, что составляет 13,7 т/га. Доброкачественность сока увеличивается от 84,56 до 88,01 у.е., а в производственных условиях на 2,28 у.е., содержание мелассообразователей уменьшается калия на 1,55 ммоль на 100 г сырой массы корнеплода, натрия на 0,74 ммоль и α -аминного азота, в результате снижаются стандартные потери сахара. Наблюдается незначительное снижение тяжёлых металлов.

3. Под влиянием используемых препаратов улучшаются биохимические показатели корнеплодов: уменьшается содержание пектиновых веществ на 0,2-1,7 п.п., клетчатки на 0,17-0,93 п.п., содержание сахарозы увеличивается от 0,4 до 1,3%, в зависимости от используемого фактора. Используемые препараты оказали положительное влияние на накопление сахарозы, прибавка в среднем за 6 лет полевых опытов составила от 0,4 до 1,3 п.п., при этом улучшался один из важнейших показателей – доброкачественность сока, получаемого при переработке на сахарном заводе. Она увеличивается с 84,56 до 88,01 у.е., что на 0,34-3,45 у.е. выше контроля. Элементарный состав тяжёлых металлов в корнеплодах можно представить в виде ряда: $Zn > Cu > Ni > Pb > Cr > Cd$.

4. Применение борной кислоты и регуляторов роста нового поколения экономически оправдано, так как повышается эффективность производства сахарной свёклы, что приводит к уменьшению себестоимости продукции с 650,12 т. руб. до 597,27-601,48 т. руб. и увеличению рентабельности на 9,6-20,1%, а в производственных посевах за 2012-2015 года на 23,5%.

5. Анализ энергетической оценки изучаемой технологии показывает, что применение внекорневых подкормок регуляторами роста и борной кислотой способствует увеличению биоэнергетической эффективности. Коэффициент энергетической эффективности повышается с 1,199 до 1,168.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для повышения урожайности и улучшения технологических качеств корнеплодов сахарной свёклы следует использовать для предпосевного внесения комплексное ОМУ в дозе 150 кг/га.

2. Для снижения депрессирующего влияния гербицидов предлагается регулятор нового поколения мелафен или пирафен в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-6}$ % и внесение в баковых смесях с повсходовыми гербицидами.

3. Для повышения содержания сахарозы, улучшения биохимических показателей и технологических качеств корнеплодов рекомендуются две внекорневые подкормки регуляторами роста и борной кислотой. Первую подкормку в период вегетации (5-6 листьев) одновременно со вторым опрыскиванием с гербицидами в баковой смеси, вторая – в период формирования корнеплодов 0,05%-ным раствором борной кислоты и $1 \cdot 10^{-7}$ % раствором мелафена, можно совместно со свекловичным аквапином в дозе 1,5 кг/га.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авальбаев, А. М. Гормональный статус обработанных 24-эпибрассинолидом проростков пшеницы / А. М. Авальбаев, М. В. Безрукова, Ф. М. Шакирова // Физиология растений основа фитобиотехнологии: Тез. докл. / Пенз.гос.пед.ун-т – Пенза, 2003. – С. 369.
2. Агроклиматические ресурсы Ульяновской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 280 с.
3. Алексеенко, Е. В. Результаты изучения влияния парааминобензойной кислоты на рис. Тез. докл. 6-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». М., 2001. – С. 208.
4. Андриянова, Ю. Е. Влияние янтарной кислоты на урожай и качество сельскохозяйственных культур / Ю. Е. Андриянова, Н. И. Сафина, Н. Н. Максютова, И. Г. Кадошникова // Агрехимия. – 1996. – № 8/9. – С. 117-122.
5. Анспок, П. И. Микроудобрения / П. И. Анспок // Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
6. Антонова, Т. А. Формирование урожая, зимостойкость и качество зерна озимой ржи при использовании мелафена в условиях лесостепи Поволжья. Автореферат дис. канд. с.-х. наук / Т. А. Антонова. – Пенза. – 2004. – 19 с.
7. Архипова, Т. Н. Использование цитокининов, продуцируемых ризосферными микроорганизмами / Т. Н. Архипова / Автореферат дис. канд. биол. наук. – Уфа, 1999. – 21 С.
8. Базаров, Е. И. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства / Е. И. Базаров, Е. В. Глинка, А. М. Мамонтова. – М.: ВАСХНИЛ, 1983. – 44 с.
9. Барчукова, А. Я. Влияние мелафена на урожайность сельскохозяйственных культур / А. Я. Барчукова, Я. К. Госунов, Н. В. Чернышёва и др. // Мат. докл. V семинара-совещания «Современные технологии и перспективы

- использования средств защиты растений, регуляторов роста, агрохимикатов в агроландшафтном земледелии». – М. – Анапа, 2008. – С. 3843.
10. Барчукова, А. Я. Применение препарата «Мелафен» в растениеводстве / А. Я. Барчукова, Н.В. Чернышёва, Я.К. Тосунов // Мелафен: механизм действия и области применения. – Казань: «Печать-Сервис XXI век». – 2014. – С. 177-208.
 11. Барчукова, А. Я. Эффективность применения препарата «Мелафен» на овощных культурах / А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов, С. Г. Фаттахов // Мат. докл. VI совещания-семинара «Перспективы использования новых форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологических сельскохозяйственных культур». – М. – Анапа, 2010. – С. 15-19.
 12. Баскаков, Ю. А. Новый антистрессовый препарат цитокининового типа действия / Ю. А. Баскаков // Агрохимия. – 1988. – № 14. – С. 103-105.
 13. Баскаков, Ю. А. Синтетические цитокининоподобные регуляторы роста растений / Ю. А. Баскаков // Материалы II Всесоюз. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – Киев, 1989. – С. 192.
 14. Безрукова М. В. Салициловая кислота индуктор неспецифической устойчивости растений / М. В. Безрукова, Ф. М. Шакирова, А. Р. Сахабутдинова, И. А. Кильдиярова // Тез. докл. 5-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М., 1999. – С. 83-84.
 15. Безрукова, М. В. Салициловая кислота – регулятор роста, обладающий антистрессовой активностью в растениях пшеницы: Тез. докл. 6-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». – М., 2001. – С. 11.
 16. Безуглова, О. С. Удобрения и стимуляторы роста / О. С. Безуглова / Ростов-на-Дону: Феникс. – 2000. – 320 С.
 17. Белопухов, С. Д. Рострегулирующее действие янтарной и салициловой кислот при обработке льна-долгунца (*Linum Unitatissimum L.*) / С. Д. Белопухов // Физиология растений и экология на рубеже веков: Материалы Всерос. научн.-практич. конф. – Ярославль, 2003. – С. 189.

18. Блохин, В. Г. Влияние цитокинина (6-БАП) на рост и содержание каротина микроводоросли *Dunaliella Saliva Teod* / В. Г. Блохин, О. Е. Соловьёва // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: Тез. докл. VI Междун. конф. – Москва, 2001. – С. 82-83.
19. Бондарь, В. И. Влияние микроудобрений и увлажнения на продуктивность и качество / В. И. Бондарь // Сахарная свёкла. – 2008. – № 7. – С. 23-26.
20. Бузинов, И. Ф. Биология и селекция сахарной свёклы / И. Ф. Бузинов / М.: Колос, 1968. – 766 с.
21. Вакуленко, В. В. Применение регуляторов роста на сахарной свёкле / В. В. Вакуленко // Сахарная свёкла. – 2014. – С. 24-26.
22. Вакуленко, В. В. Регуляторы роста / В. В. Вакуленко // Защита и карантин растений. – 2004. – № 1. – С. 24-26.
23. Веселов, А. П. Динамика формирования гормонального ответа при действии теплового шока на проростки / А. П. Веселов, Л. Н. Олюнина, А. Г. Орлова, В. П. Лобов // Тез. докл. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». – М.: МСХА, 2001. – С. 17-18.
24. Волобуева, О. Г. Парааминобензойная кислота как фактор повышения урожайности растений гороха / О. Г. Волобуева // Тез. докл. 5-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М., 1999. – С. 164.
25. Воробьёва, В. А. Влияние гиббереллиновой кислоты на прорастание и рост бобовых в зависимости от температур и влажности почвы / В. А. Воробьёва, В. В. Полевой // Сб. «Регуляторы роста и развития растений». – М.: Наука, 1964. – С. 16-18.
26. Вьюгина, Г. В. Влияние эпибрассинолида на физиологические показатели пшеницы в условиях водного дефицита / Г. В. Вьюгина, Е. М. Елагина // Физиология растений и экология на рубеже веков: Материалы Всерос. науч.-практич. конф. – Ярославль, 2003. – С. 195.
27. Гамбург, К. З. Физиология действия гиббереллина на вегетативный рост растений / К. З. Гамбург // Регуляторы роста и рост растений. – М.: Наука. – 1964. – С. 3-52.

28. Гнатенко, З. П. Особенности гормонального регулирования роста растений / З. П. Гнатенко // М.: Наука, 1984. – 182 с.
29. Голанцева, Е. Н. Участие гиббереллинов в реакции адаптации яровой пшеницы к засухе под действием эпибрасинолида / Е. Н. Голанцева, С. И. Чижова, Л. Д. Прусакова // Физиология растений и экология на рубеже веков: Материалы Всерос. научн.-практич. конф. – Ярославль, 2003. – С. 195-196.
30. Гуреев, И. И. Современные технологии возделывания и уборки сахарной свёклы / И. И. Гуреев // М.: 2009. – 224 с.
31. Гуреев, И. И. Ресурсосберегающая обработка почвы в ЦЧР / И. И. Гуреев // Сахарная свёкла. – 2004. – № 6. – С. 10-12.
32. Далецкая, Г. В. Изменение активности гиббереллинов в семенах клёна татарского при выходе из покоя / Г. В. Далецкая // Физиология растений. – 1980. – Т. 24, вып. 1. – С. 113-120.
33. Далецкая, Т. В. Влияние фузикокина и жасмоновой кислоты на прорастание семян / Т. В. Далецкая // Регуляторы роста и развития растений: Материалы II Всесоюз. конф. – Киев, 1989. – С. 212.
34. Даскин, В. Ю. Формирование качества урожая при внесении Интермаг Профи Свёкла и Интермаг Элемент Бор / В. Ю. Даскин, О. И. Антонова / Сахарная свёкла. – 2013. – № 4. – С. 24-26.
35. Деева, В. П. Роль регуляторов роста в повышении адаптивных свойств отдельных генотипов к стрессовым факторам / В. П. Деева, Н. В. Санько // Физиология растений и экология на рубеже веков: Материалы Всерос. науч.-практич. конф. – Ярославль, 2003. – С. 197.
36. Долгов, С. И. О некоторых закономерностях зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от плодородия почвы / С. И. Долгов, С. А. Модина // Л.: Гидрометеиздат, 1969. – С. 37-39.
37. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 2011. – 352 с.

38. Жердецкий, И. Н. Внекорневая подкормка микроудобрениями и площадь ассимиляционного аппарата / И. Н. Жердецкий, В.М. Смирных // Сахарная свёкла. – 2010. – № 3. – С. 31-34.
39. Жердецкий, И. Н. Площадь листовой поверхности на фоне внекорневых подкормок / И. Н. Жердецкий // Сахарная свёкла. – 2010. – № 5. – С. 30-33.
40. Жигачёва, И. В. Влияние фосфорорганического регулятора роста растений на транспорт электронов в дыхательной цепи митохондрий / И. В. Жигачёва, Л. С. Евсеенко, Е. Б. Бурлакова, И. В. Фаттахов, А. И. Коновалов // Доклады Академии наук. – 2009. – Т. 247, № 5. – С. 693-695.
41. Жигачёва, И. В. Жирнокислотный состав мембран митохондрий проростков гороха при недостаточном увлажнении и обработке фосфорорганическим регулятором роста растений / И. В. Жигачёва, Т. А. Мишарина, Н. Н. Теренина, Н. Н. Крикунова, Е. Б. Бурлакова, И. П. Генерозова, А. Г. Шугаев, С. Г. Фаттахов, А. И. Коновалов // Биологические мембраны. – 2014. – Т. 27, № 3. – С. 256-261.
42. Жигачёва, И. В. Препарат мелафен и физико-химическое состояние биологических мембран / И. В. Жигачёва, Л. Д. Фаткуллина, А. Г. Шугаев, Е. Б. Бурлакова, С. Г. Фаттахов, А. И. Коновалов // Доклады Академии наук. – 2006. – Т. 409, № 4. – С. 547-549.
43. Жигачёва, И. В. Препарат мелафен и энергетический статус клеток растительного и животного происхождения / И. В. Жигачёва, Л. Д. Фаткуллина, А. Г. Шугаев, С. Г. Фаттахов, В. С. Резник, акад. А. И. Коновалов // Докл АН. – 2006. – Т.409, № 1. – С. 123-125.
44. Заришняк, А. С. Роль микроудобрений в повышении продуктивности сахарной свёклы / А. С. Заришняк, О. П. Стрилец // Сахарная свёкла. – 2013. – № 4. – С. 10-12.
45. Зубенко, В. Ф. Рекомендации по технологии возделывания сахарной свёклы с использованием дражированных семян / В. Ф. Зубенко, Н. П. Шоловая / М.: Колос, 1973. – 10 с.

46. Зубенко, В. Ф. Сахарная свёкла (основы агротехники) / В. Ф. Зубенко / Киев: «Урожай», 1972. – 508 с.
47. Зубенко, В. Ф. Сахарная свёкла. Основы агротехники / В. Ф. Зубенко / Киев: «Урожай», 1979. – 414 с.
48. Исайчев, В. А. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от регуляторов роста нового поколения «Мелафена» и «Пирафена» / В. А. Исайчев, В. И. Костин, Е. В. Провалова // Вестник РАСХН, 2010. – № 3. – С. 48-50.
49. Калинин, Ф. Л. Регуляторы роста растений. Биохимия их действия и применения / Ф. Л. Калинин, Ю. Г. Мережковский. – Киев. – Наукова Думка, 1965. – 382 с.
50. Каримова, Ф. Г. Мелафен – индуцированное тирозиновое фосфорилирование белков темновой стадии фотосинтеза / Ф. Г. Каримова, Р. И. Гильманова, Е. О. Федина // Мелафен: механизм действия и области применения. – Казань: «Печать-Сервис XXI век». – 2014. – С. 69-83.
51. Карпова, Г. А. Влияние мелафена, пирафена и пектина на систему физиолого-биохимических процессов в семенах яровой мягкой пшеницы при их прорастании // Вестн. Саратов. госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2008. – № 3. – С. 23-25.
52. Карпова, Г. А. Влияние мелафена и пектина на амилолитическую активность и посевные качества семян яровой пшеницы / Г. А. Карпова, Е. Н. Зюзина // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: Материалы V Международной научной конференции, г. Минск, 28-30 ноября 2007 года / Национальная академия наук Беларуси, Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, Белорусское общественное объединение физиологов растений. – Минск: Право и экономика, 2007. – С. 94
53. Карпук, Л. М. Эффективна ли внекорневая подкормка / Л. М. Карпук // Сахарная свёкла. – 2013. – № 4. – С. 15-17.
54. Каталымов, М. В. Микроэлементы и микроудобрения / М. В. Каталымов // М.; Л.: Химия, 1965. – 330 с.

55. Кашина, О. А. Активация ростовых и энергетических процессов клеток хлореллы при действии мелафена / О. А. Кашина // Инновации сегодня: образование, наука, производство: Материалы международной научно-практической конференции. – Ульяновск. – 2009. – С. 85-93.
56. Кашина, О. А. Сравнительное изучение влияния мелафена и кинетина на рост и энергетические процессы растительной клетки / О. А. Кашина, Н. Л. Лосева, С. Г. Фаттахов, А. И. Коновалов, Л. Х. Гордон, А. Ю. Алябьев, В. С. Резник // Доклады Академии наук. – 2005. – Т. – 405, № 1. – С. 123-125.
57. Кашина, О. А. Фосфорорганическое соединение мелафен: влияние на рост и энергетические процессы клеток хлореллы. Лейпциг: Изд-во LAP (LAMBERT Academic Publishing), 2011. – 109 С.
58. Кефели, В. И. Рост растений / В. И. Кефели. – М.: Колос, 1984. – 175 с.
59. Кефели, В. И. Роста растений и природные регуляторы / В. И. Кефели // Физиология растений. – 1997. – т. 44. – № 3. – С. 471-480.
60. Кириллова, И. Г. Влияние экзогенной АБК на физиологические процессы и продуктивность растений / И. Г. Кириллова, Т. И. Пузина, В. Т. Старикова, Н. И. Якушкина // Тез. докл. Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М, 1999. – Ч. 1. – С. 33-34.
61. Клячко, Н. Л. Посттранскрипционная регуляция синтеза белка фитогормонами / Н. Л. Клячко / Автореф. диссертации на соискание учёной степени доктора биологических наук. – М.– 1985. – 47 с.
62. Ковалев, В. М. Методологические принципы и способы применения рострегулирующих препаратов нового поколения в растениеводстве / В. М. Ковалев, М. М. Янина // Аграрная Россия. – 1999. – №1(2). – С. 9-12.
63. Ковалев, В. М. О характере физиологических реакций при воздействии на растения экзогенных регуляторов роста химической и физической природы / В. М. Ковалев // С.-х. биол. – 1998. – Т. 1. – С. 91-100.
64. Козлова, А. Ю. Изучение дозовых эффектов абсцизовой кислоты на проростках и каллусных культурах пшеницы / А. Ю. Козлова, В. В. Киреева, С. В. Тучин

- // Тез. докл. Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М., 1999. – ч. 1. – С. 41-42.
65. Коломиец, А. П. Изменение водно-физических свойств выщелоченного чернозёма при возделывании сахарной свёклы / А. П. Коломиец // Достижения науки и передовой опыт в свекловодстве. – Киев: НТО, 1963. – 156 С.
66. Колотовкина, Я. Б. Изменение полипептидного состава плодов гречихи разных генотипов под действием экоста и эпибрассинолида / Я. Б. Колотовкина, М. И. Азаркович, Л. Д. Прусакова // Физиология растений – основа фитобиотехнологии: Тез. докл. – Пенза: Пенз. Гос. Пед. Ун-т., 2003. – С. 402.
67. Костин, В. И. Бор, урожайность и качество сахарной свёклы / В. И. Костин, М. И. Торутанов // Сб. Физиолого-биохимические аспекты обработки семян сельскохозяйственных культур / Межвузовский сборник. – Ульяновск, 2003. – С. 86-89.
68. Костин, В. И. Влияние внекорневой подкормки на урожайность сахарной свёклы. Инф. Листок ЦНТИ № 232-89. – Ульяновск, 1989. – 4 с.
69. Костин, В. И. Влияние мелафена на урожайность и качество озимой ржи / В. И. Костин, Т. А. Антонова // Сб. «Актуальные направления развития экологически безопасных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции». – Воронеж, 2003. – Т. 1, ч.1. – С. 121-123.
70. Костин, В. И. Влияние мелафена на урожайность и качество яровой пшеницы при различных способах обработки почвы / В. И. Костин, О. А. Ткачук // Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста растений нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии. – Казань, 2006. – С. 40-44.
71. Костин, В. И. Влияние предпосевной обработки семян огурцов и томатов на урожайность в условиях защищённого грунта / В. И. Костин, Н. И. Епифанов, П. В. Смирнов // Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции «Энергосберегающие технологии в растениеводстве». – Пенза: РИО ПГСХА. – 2005. – С. 73-75.

72. Костин, В. И. Влияние предуборочной внекорневой подкормки на качество и технологические показатели сахарной свёклы / В. И. Костин, А. Г. Мулянов // Энергосберегающие технологии в растениеводстве. – Пенза, 2005. – С. 66-68.
73. Костин, В. И. Влияние регуляторов роста на показатели качества озимой пшеницы Волжская К / В. И. Костин, В. А. Исайчев, Е. В. Провалова // Известия ОГАУ. – 2008. – № 2 (18). – С. 15-17.
74. Костин, В. И. Влияние регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность огурцов и томатов / В. И. Костин, Н. И. Епифанов, П. В. Смирнов // Вестник Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2008. – № 3. – С. 26-28.
75. Костин, В. И. Влияние фиторегулятора нового поколения - мелафена на качество зерна озимой ржи / В. И. Костин, Т. А. Антонова // Сб. «Пути повышения качества зерна и продуктов его переработки». – Самара: Самарская ГСХА, 2002. – С. 81-82.
76. Костин, В. И. Мелафен - как новый перспективный регулятор роста и развития растений / В. И. Костин, Т. А. Антонова, С. Г. Фаттахов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – Серия «Агрономия». – Ульяновск, 2001. – № 5. – С. 44-47.
77. Костин, В. И. Мелафен – фиторегулятор нового поколения / В. И. Костин, О. В. Костин, А. В. Романов // Нива Поволжья. – 2006. – № 1. – С. 13-16.
78. Костин, В. И. Перспективы использования в растениеводстве регулятора роста нового поколения – мелафена / В. И. Костин, В. А. Исайчев, О. Г. Музурова // Мелафен: механизм действия и области применения. – Казань: «Печать-Сервис XXI век». – 2014. – С. 208-233.
79. Костин, В. И. Перспективы использования фиторегулятора «Мелафен» в растениеводстве. Изд. РАЕН, Ульяновск, 2011. – 128 с.
80. Костин, В. И. Результаты исследований по применению мелафена при возделывании сельскохозяйственных культур / В. И. Костин, О. В. Костин, В. А. Исайчев // Сборник материалов Всероссийского семинара-совещания «Состояние исследований и перспективы применения регуляторов роста нового

- поколения. Мелафен в сельском хозяйстве и биотехнологии». – Казань, 2006. – С. 26-35.
81. Костин, В. И. Совершенствование технологии возделывания сахарной свёклы в условиях Ульяновской области / В. И. Костин, Е. Е. Сяпуков, О. Г. Музурова // Ульяновск. – 2010. – 60 с.
82. Костин, В. И. Теоретические и практические аспекты предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур физическими и химическими факторами / В. И. Костин // Ульяновск, 1998. – 120 с.
83. Костин, В. И. Теоретические и практические аспекты применения регулятора роста мелафена для улучшения посевных качеств семян / В. И. Костин // Материалы Международной научно-практической конференции «Микроэлементы и регуляторы роста в питании растений: теоретические и практические аспекты», посвящённой 75-летию профессора, чл.-корр. МААО, академика РАЕН, Заслуженного работника высшей школы РФ Костина Владимира Ильича. – Ульяновск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2014. – С. 3-4.
84. Костин, В. И. Теоретические основы предпосевной обработки семян различными физическими и химическими факторами / В. И. Костин // Энергосберегающие технологии в растениеводстве: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 3-10.
85. Костин, В. И. Элементы минерального питания и росторегуляторы в онтогенезе сельскохозяйственных культур / В. И. Костин, В. А. Исайчев, О. В. Костин. – М.: Изд. «Колос», 2006. – 290 с.
86. Коф, Э. М. Антистрессовые эффекты янтарной кислоты на растение / Э. М. Коф, Т. А. Борисова, Р. В. Макарова, В. Б. Беляева, М. Г. Чайка // Тез. докл. 5-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развитие растений. М., 1999. – С. 197-108.
87. Кузнецов, Е. Д. Роль фитохрома в растениях / Е. Д. Кузнецов, А. К. Сечняк, М. А. Киндрок / М.: Наука, 1986. – 288 С.
88. Кулаева, О. Н. Гормональная регуляция транскрипции и трансляции у растений / О. Н. Кулаева // Труды 16 конф. ФЕБО. – М., 1987. – С. 408-411.

89. Кулаева, О. Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белка / О. Н. Кулаева. – М.: Наука, 1982. – 84 с.
90. Кулаева, О. Н. О механизме действия цитокининов / О. Н. Кулаева // В кн.: Рост растений и природные регуляторы. – М.: Наука. – 1977. – С. 216-233.
91. Кулаева, О. Н. Физиология растений / О. Н. Кулаева. – 1962. – Т. 9. – С. 229.
92. Кулаева, О. Н. Цитокинины, их структура и функция / О. Н. Кулаева. – М.: Наука, 1973. – 264с.
93. Куренкова, С. В. Влияние янтарной кислоты на продуктивность растений ячменя / Куренкова С. В., Табаленкова Г. Н. // Тез. докл. 6-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». М., 2001 – С.253.
94. Лазарев, В. И. Препарат биопаг и микроэлементные удобрения необходимы при возделывании и хранении сахарной свёклы / В. И. Лазарев, О. М. Шершнёва, Е. С. Шкрабак // Сахарная свёкла. – 2012. – № 5. – С. 12-15.
95. Лебедев, С. И. Физиология растений / С. И. Лебедев // Изд. «Колос», 1980. – 464 с.
96. Лихачева, Т. С. Изменение интенсивности дыхания семян и листьев растений фасоли и томатов под влиянием эпибрассинолида при различных способах его внесения / Т. С. Лихачева, В. Т. Старикова // Физиология растений основа фитобиотехнологии: Тез. докл. / Пенз.гос.педун-т. – Пенза, 2003. – С. 55.
97. Ловцова, Н. М. Влияние ауксина на прорастание семян облепихи / Н. М. Ловцова // Тез. докл. Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М., 1999. – 4.1. – С. 49-50.
98. Лосева, Н. Л. Исследование влияния фосфорорганического соединения мелафена на рост и энергетические процессы клеток хлореллы / Н. Л. Лосева, О. А. Кониная, А. Ю. Алябьев, Л. Х. Гордон, В. И. Трибунских // Состояние исследований и перспективы применения регуляторов роста растений нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии: Сборник материалов Всероссийского семинара-совещания. – Казань: РИЦ «Школа», 2006. – С. 12-26.

99. Лосева, Н. Л. Обнаружение эффекта стимуляции роста и активизации ряда физиологических процессов у *Chlorella vulgaris* Beijer и некоторых сельскохозяйственных культур при действии препарата «Мелафен» / Н. Л. Лосева, А. Ю. Алябьев, О. А. Кашина // Мелафен: механизм действия и области применения. – Казань: «Печать-Сервис XXI век». – 2014. – 97 с.
100. Люкевич, Т. В. Изучение функциональных свойств зеатан – связывающего белка, участвующего в гормон-зависимой регуляции транскрипции хлоропластного генома / Т. В. Люкевич, Н. И. Каравайко, О. Н. Кунаева, С. Ю. Селиванкина // Физиология растений. – 2002. – Т. 49. – С. 105-112.
101. Максимов, И. В. Гормональный баланс ИУК/АБК в растениях пшеницы при инфицированном септориозом / И. В. Максимов, Ф. М. Шакирова, Р. М. Хайруллин, М. В. Безрукова // Микология и фитопатология. – 1996. – Т. 30. – С. 75-83.
102. Максимова, Р. А. Продуцент фузикококцина регулятора роста растений в ассоциациях с микроорганизмами / Р. А. Максимова, Т. С. Шаркова, Н. П. Пальмова и др. // Регуляторы роста и развития растений: Материалы II Всесоюз. конф. – Киев, 1989. – С. 253.
103. Медведев, С. С. Физиология растений: Учеб. / С. С. Медведев. – СПб: Изд-во СпбГУ, 2004. – 335 С.
104. Месенко, М. М. Роль H^+ -АТФазы в регуляции роста клеток корня / М. М. Месенко // Физиология растений основа фитобиотехнологии: Тез. докл. / Пенз. гос. пед. ун-т. – Пенза, 2003. – С. 413-414.
105. Мироненко, А. В. Изменение метаболизма белков люпина под действием brassinosteroidов / А. В. Мироненко, О. Л. Канделинская, С. А. Бушуева и др. // Регуляторы роста и развития растений: Тез. докл. III Междун. конф. – Москва, 1995. – С. 83-84.
106. Музыченко, Г. Ф. Изучение рострегулирующей активности диспергированной янтарной кислоты / Г. Ф. Музыченко, Л. А. Бадовская, Н. И. Ненько и др. // Регуляторы роста и развития растений: Тезисы докладов III Международной конференции. – М., 1995. – С. 86.

107. Муромцев, Г. С. Гиббереллины / Г. С. Муромцев, В. Н. Агнистакова. – М.: Наука, 1984. – 207 С.
108. Муромцев, Г. С. Гиббереллины и рост растений / Г. С. Муромцев, В. М. Коренева, Н. М. Герасимова // Рост растений и природные регуляторы. – М.: Наука, 1977. – С. 193-216.
109. Муромцев, Г. С. Определение гиббереллиноподобных веществ в растениях / Г. С. Муромцев, В. Н. Агнестикова, Л. П. Дубовая // Методы определения фитогормонов, ингибиторов роста дефолиантов и гербицидов. – М. – Наука. – 1973. – С. 59-62.
110. Муромцев, Г. С. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г. С. Муромцев, Д. И. Чканников, О. Н. Куралева. – М., 1987. – 383 с.
111. Нанаенко, А. К. Пахать или не пахать / А. К. Нанаенко // Сахарная свёкла. – 2008. – № 8. – С. 17-18.
112. Немченко, В. В. Применение регуляторов роста для повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям произрастания / В. В. Немченко // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: Тез. докл. VI Междун. конф. – Москва, 2001. – С. 263.
113. Ненько, А. В. Наследие и изменчивость признака сахаристости / А. В. Ненько, М. Н. Ненько // Сахарная свёкла. – 2014. – № 5. – С. 17-21.
114. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович / М.: АН СССР, 1961. – С. 1-127.
115. Орлов, А. Н. Регуляторы роста – важный резерв повышения урожайности картофеля / А. Н. Орлов // Роль почвы в сохранении устойчивости ландшафтов и ресурсосберегающее земледелие. Материалы Международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 127-128.
116. Осипенкова, О. В. Мелафен влияет на экспрессию гена раннего светоиндуцированного белка хлоропластов ячменя / О. В. Осипенкова, Н. П. Юрина // «Мелафен: механизм действия и области применения» (под ред.

- Фаттахов С. Г., Кузнецов В. В., Загоскина Н. В.). – Казань, Печать-Сервис-XXI век. – 2014. – С. 57-68.
117. Пат. 2158735 Российская Федерация, МПК С07D251/54, С07F9/30, А01N57/24, А01N43/68. Меламиновая соль бис (оксиметил) фосфиновой кислоты (мелафен) в качестве регулятора роста и развития растений и способ ее получения / Фаттахов С. Г., Лосева Н. Л., Резник В. С., Коновалов А. И., Алябьев А. Ю., Гордон Л. Х., Зарипова Л. П.; заявители и патентообладатели Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова Казанского научного центра РАН; Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра РАН. - № 99115552/04; заявл. 13.07.1999; опубл. 10.11.2000. – 2 с.: 14 ил., 9 табл.
118. Пейве, Я. В. Микроэлементы и микроудобрения / Я. В. Пейве // М.: 1961. – 222 с.
119. Полевой, В. В. Фитогормоны / В. В. Полевой // Л.: Изд. ЛГУ, 1982. – 249 с.
120. Посыпанов, Г. С. Растениеводство / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, Г. В. Коренев, В. И. Филатов и др. / М.: Колос, 1997. – 448 С.
121. Прусакова, Л. Д. Влияние эпибрассинолида и ЭКОСТА на засухоустойчивость и продуктивность яровой пшеницы / Л.Д. Прусакова, С.И. Чижова, Л.Ф. Агеева и др. // Агрохимия. 2000. - №3. - С. 50-54.
122. Прусакова, Л.Д. Роль брассиностероидов в росте, устойчивости и продуктивности растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Агрохимия. 1996. – Т. 11. – С. 137-150.
123. Пустовойтова, Т. Н. Стрессовые воздействия и изменения уровня регуляторов роста растений. Рост растений и дифференцировка / Т. Н. Пустовойтова // М.: Наука, 1981. – С. 225-244.
124. Ракитин, Ю. В. Химические регуляторы / Ю. В. Ракитин // Вестник АН СССР. – 1965. – № 8. – С. 27-34.
125. Ракитин, Ю. В. Химические регуляторы жизнедеятельности растений. – Избранные труды. – М.: Наука, 1983. – 264 с.

126. Ревут, И. Б. Пути регулирования почвенных условий жизни растений / И. Б. Ревут / Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 131 С.
127. Романов, Г. А. Гормоносвязывающие белки растений и проблема рецепции фитогормонов / Г. А. Романов // Физиология растений. – 1989. – Т. 36, вып. 1. – С. 166-177.
128. Романов, Г. А. Рецепторы фитогормонов / Г. А. Романов // Физиология растений. – 2002. – Т. 49, № 1. – С. 615-625.
129. Рункова, Л. В. Фитогормоны и рост растений / Л. В. Рункова, В. Ф. Верзилов. – М.: Наука, 1978. – С. 57.
130. Саламатова, Т. С. Физиология растительной клетки / Т. С. Саламатова / Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. – 232 с.
131. Салмин, С. А. Влияние фитогормонов и ряда физиолого-активных веществ на рост и ветвление корня / С. А. Салмин, В. Б. Иванов // Тез. докл. 5-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М., 1999. – С. 129.
132. Самуилов, Ф. Д. Влияние предпосевной обработки семян янтарной кислотой и сернокислым железом на физиологические процессы и продуктивность яровой пшеницы и кукурузы / Ф. Д. Самуилов, Л. С. Щербак // Регуляторы роста и развития растений: Тез. докл. III Междун. конф. – Москва, 1995. – С. 92.
133. Самуилов, Ф. Д. Применение янтарной кислоты и фосфорнокислого калия для предпосевной обработки семян яровой пшеницы и кукурузы / Ф. Д. Самуилов, Л. С. Щербак // Регуляторы роста и развития растений: Тез. докл. III Междун. конф. – Москва, 2001. – С. 275-276.
134. Сарват, М. Повышение устойчивости проростков пшеницы под влиянием картолина-2 к тепловому шоку / М. Сарват, В. В. Кузнецов, О. Н. Кулаева // Докл. РАСХН.- 1993. – № 3. – С. 9-12.
135. Селезнёв, А. М. Антистрессовое действие регуляторов роста Циркон и микроудобрений Силиплант в свекловичных посевах / А. М. Селезнёв, А. П. Шпирин, Л. А. Дорожкина, Т. Г. Борисова // Сахарная свёкла. – 2011. – № 5. – С. 34-36.

136. Солдатенков, А. Т. Пестициды и регуляторы роста: прикладная органическая химия / Солдатенков А. Т., Колядина Н. М., Ле Туан А. – БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 223 с.
137. Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста растений нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии: Сборник материалов Всероссийского семинара-совещания. Казань: РИЦ «Школа», 2006. – 172 с.
138. Тараховская, Е. П. Влияние ИУК на биоэлектрод потенциал проводящих и непроводящих тканей мезокотилей кукурузы / Е. П. Тараховская, В. В. Полевой // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях. – М.: МСХА. – 2001. – С. 21-24.
139. Тарчевский, И. А. Янтарная кислота миметик салициловой кислоты / И. А. Тарчевский, Н. Н. Максютлова, В. Г. Яковлева, А. Н. Гречкин // Физиология растений. – 1999. – Т.46, №1. – С. 23-28.
140. Трифонова, Т. В. Влияние обработки семян салициловой кислотой на активность лектинов клеточной стенки проростков пшеницы / Т. В. Трифонова, Н. Н. Максютлова, О. А. Тимофеева // Тез. докл. 6-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». – М., 2001. – С. 69.
141. Уваров, Г. И. Бор в технологии возделывания сахарной свёклы / Г. И. Уваров, Я. Ю. Боровская // Сахарная свёкла. – 2011. – № 9. – С. 22-26.
142. Фаттахов, С. Г. Мелафен – перспективный препарат для сельского хозяйства и экобиологии / С. Г. Фаттахов // Мелафен: механизм действия и области применения. – Казань: «Печать-Сервис XXI век». – 2014. – С. 9-14.
143. Фролова, Н. А. Влияние фузизокцина на посевные качества и урожайность растений ячменя, выращенных из семян со сниженными посевными качествами / Н. А. Фролова // Регуляторы роста и развития растений: Тез. докл. III Междун. конф. – Москва, 1995. – С. 66.
144. Хохлова, В. А. Антагонизм в действии абсцизовой кислоты и цитокинина на структуру и биохимическую дифференциацию хлоропластов в изолированных

- семядолях тыквы / В. А. Хохлова, Н. Н. Каравайко, Т. А. Подергана, О. Н. Кулаева // Физиология растений, 1978. – Т. 29. – С. 1033-1039.
145. Хохлова, В. А. Действие цитокинина на формирование пластид в семядолях тыквы на свету и в темноте / В. А. Хохлова // Физиология растений, 1977. – Т. 24, вып. 6. – С. 1189-1193.
146. Хохлова, Л. П. Изменения мембран и энергетических функций митохондрий озимой пшеницы при закаливании и действии картолина / Л. П. Хохлова, О. А. Тимофеева, А. И. Заботин и др // Физиология растений, 1990. – Т. 37. – С. 308-316.
147. Хохлова, Л. П. Полевые испытания картолин-2 и оксикарбама на зерновых, крупяных культурах и кормовых травах в Татарстане / Л. П. Хохлова, Н. Г. Хамидуллина, О. В. Белогуб и др. // Агрехимия. – 1994. – № 5. – С. 90-98.
148. Хохлова, Н. И. Влияние регуляторов роста на развитие диких австралийских видов сои в условиях *in vitro* / Н. И. Хохлова, П. П. Фисенко // Тез. докл. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». – М.: МСХА, 2001. – С. 203.
149. Хрипач, В. А. Перспективы практического применения brassinosteroidов нового класса фитогормонов / В. А. Хрипач, В. Н. Жабинский, Ф. А. Лахвич // С/х биология – 1995. – Т. 1 – С. 3-11.
150. Цибуля, Л. В. Зависимость стимуляции цитокинином роста высечек из листьев этиолированных проростков фасоли от синтеза белка / Л. В. Цибуля // Физиология растений. – 1977. – Т. 24. – вып. 5. – С. 1069-1072.
151. Чайлахян, М. Х. Регуляция цветения высших растений / М. Х. Чайлахян. – М.: Наука, 1988 – 560 с.
152. Чернавина, И. А. Физиология и биохимия микроэлементов / И. А. Чернавина // М.: Высшая школа, 1970. – 310 с.
153. Чупахина, Г. Н. Янтарная кислота как регулятор ростовых процессов и биосинтеза аскорбиновой кислоты в растениях ячменя / Г. Н. Чупахина, А. Ю. Романчук // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: Тез. докл. VI Междун. конф. Москва, 2001. – С. 73.

154. Шакирова, Ф. М. Влияние теплового стресса на динамику накопления АБК и лектина в культуре клеток пшеницы / Ф. М. Шакирова, М. В. Безрукова, И. Ф. Шаяхметов // Физиология растений. – 1995. – Т.42. – С.700-702.
155. Шакирова, Ф. М. Гормональная регуляция экспрессии растительного генома на посттранскрипционном уровне. Геном растений, структура и экспрессия / Ф. М. Шакирова, Н. Л. Клячко, О. Н. Кулаева. – Уфа: БФ АН СССР, 1983. – С. 189-197.
156. Шакирова, Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и её регуляция / Ф. М. Шакирова. – Уфа: Гилем, 2001. – 160с.
157. Шакирова, Ф. М. О влиянии септориоза колоса на динамику накопления лектина и содержание фитогормонов в развивающихся зерновках пшеницы / Ф. М. Шакирова, И. В. Максимов, Р. М. Хайруллин и др. // Физиол. и биохимия культ, растений. – 1990. – Т.26. – С.40-45.
158. Шакирова, Ф. М. Связь между действием цитокининов на рост изолированных семядолей тыквы и синтезом в них РНК и белка / Ф. М. Шакирова, К. Конрад, Н. Л. Клячко, О. Н. Кулаева // Физиология растений. – 1982. – Т. 29, вып. 1. – С. 52-61.
159. Шаповал, О. А. Регуляторы роста и формирование листового аппарата озимой пшеницы / О. А. Шаповал // Плодородие. – 2004. – № 6. – С. 14-15.
160. Шаповал, О. А. Регуляторы роста растений / О. А. Шаповал., В. В. Вакуленко, Л. Д. Прусакова // Защита и карантин растений. – 2008. – № 12. – С. 54-71.
161. Шаповал, О. А. Формирование урожая озимой пшеницы при обработке регуляторами роста / О. А. Шаповал // Плодородие. – 2004. – № 3. – С. 16-17.
162. Шевелуха, В. С. Новый этап в развитии теории и практики фитогормональной регуляции растений // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: Тез. 6-й Междунар. конф. – М.: Изд-во ТСХА, 2001. – С. 3-6.
163. Шевелуха, В. С. Влияние картолина на белоксинтезирующий аппарат листьев» ячменя в условиях засухи / В. С. Шевелуха, О. Н. Кулаева, Ф. М. Шакирова // Докл. АН СССР. – 1983. – № 211. – С. 1022-1024.

164. Шевелуха, В. С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе / В. С. Шевелуха. – М.: Колос, 1992. – 594 с.
165. Школьник, М. Я. Значение микроэлементов в жизни растений и животных / М. Я. Школьник. – М.: АН СССР, 1980. – 324 с.
166. Школьник, М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – 323 с.
167. Шмелева, В. И. Влияние ауксина на поглощение ионов калия в процессе лизогенеза черенков фасоли / В. И. Шмелева // Тез. докл. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». – М.: МСХА, 2001. – С. 76.
168. Шпаар, Д. Сахарная свёкла (выравнивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар // Минск, 2004. – 325 С.
169. Шпаар, Д. Сахарная свёкла (выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар, Д. Дрегер, А. Захаренко и др. // М.: ДОО «ДЛВ АГРОДЕЛО» – 2012. – 315 с.
170. Шпаар, Д. Сахарная свёкла (выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар, Д. Дрегер, А. Захаренко и др. // Под общей редакцией Д. Шпаар. – Мн.: ЧУП «Орех» – 2004. – С. 326.
171. Шпаар, Д. Свекловодству – современную технологию / Д. Шпаар, А. Кунце, Г. Маркграф // Сахарная свёкла. – 1994. – №2 – С. 23-24.
172. Эйгес, Н. С. Особенности влияния парааминобензойной кислоты (ПАБК) на признаки, определяющие продуктивность зерновых культур и урожайность / Н. С. Эйгес, Л. И. Вайсфельд, Г. А. Волченко // Тез. докл. 5-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М., 1999. – С. 280-281.
173. Эйгес, Н. С. Повышение урожайности зерновых культур под влиянием парааминобензойной кислоты / Н. С. Эйгес, Л. И. Вайсфельд, Г. А. Волченко // Тез. докл. 6-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». – М., 2001. – С. 297.
174. Эрмантраут, Э. Р. Внекорневые подкормки как элемент улучшения питания сахарной свёклы / Э. Р. Эрмантраут, В. Г. Кремсол // Вестник ХНАУ, 2009. – № 4. – С. 14-17.

175. Юхин, И. П. Научные основы технологии возделывания сахарной свёклы на южном Урале / И. П. Юхин // Уфа, 2010. – 148 с.
176. Юхин, И. П. Сахарная свёкла в Башкортостане / И. П. Юхин // Уфа, 2000. – 163 с.
177. Юхин, И. П. Прогрессивная технология в Башкортостане / И. П. Юхин / Уфа, 2003. – 80 С.
178. Юхин, И. П. Сахарная свёкла в Башкортостане / И. П. Юхин / Уфа, 2000. – 163 с.
179. Юхин, И. П. Свекловодческие севообороты на Южном Урале / И. П. Юхин / Уфа, 2007. – 74 с.
180. Яковлева, В. Г. Ростостимулирующее действие экзогенной янтарной кислоты на растения / В. Г. Яковлева, Н. Н. Максютлова // Регуляторы роста и развития растений. – М.: 1999. – С. 284.
181. Якушкина, Н. И. Физиология растений. – М.: Просвещение, 1980. – 302 с.
182. Addicott, E. T. Biochemical aspect of the action of abscisic acid / E. T. Addicott // Jn.: Plant Growth Substances. – 1970. – P. 272-280.
183. Albersheim, P. Do the structures of cell wall polysaccharides define their mode synthesis / P. Albersheim, A. Darvill, K. Roberts, A. Staehelin, J. Varner // Plant Physiol., 1997, vol. 113, N. 1. – P. 1-3.
184. Altmann, T. Molecular physiology of brassinosteroids revealed by the analysis of mutants / T. Altmann // Planta. – 1999. – Vol. 208. – P. 1-11.
185. Beck, E. Regulation of the shoot/root ratio by cytokinins in *Urtica dioica*: Opinion // Plant and Soil. – 1996. – V. 185. – P.3-12.
186. Benkova, E. Cytokinins in tobacco and wheat chloroplasts. Occurrence and changes due to light/dark treatment / E. Benkova, E. Witters, W. van Dongen // Plant Physiol. – 1999. – Vol. 121. – P. 245-251.
187. Borries, J.S. XII Int. Bot. / J. S. Borries, K. H. Kluge, D. Fries // Congr. Leningrad, 1975. – Jule 3-10.
188. Bray, E. A. Molecular responses to water deficit / E.A. Bray / Plant Physiol. – 1993. – Vol. 103. – P. 1035-1040.

189. Brugiere, N. Cytokinin Oxidase Gene Expression in Maize Is Localized to the Vasculature, and is induced by Cytokinins, Abscisic Acid, and Abiotic Stress / N. Brugiere, S. P. Jiao, S. Hantke, C. Zinselmeier, J. A. Roessler, X. M. Niu, R. J. Jones, J. E. Habben // *Plant Physiology*. – 2003. – V. 132. – P. 1228-1240.
190. Chow, B. & McCourt, P. Plant hormone receptors: perception is everything. *Genes Dev.* 20, 1998–2008 (2006).
191. Creelman, R. A. Oligosaccharins, brassinolides and jasmonates: nontraditional regulators of plant growth, development and gene expression / R. A. Creelman, J. E. Mullet // *Plant Cell*. – 1997. – Vol. 9. – P. 1211-1223.
192. Decker, H. *Phytonematologie* / H. Decker // VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1969. – 526 S.
193. Gaudino, R. J. Cytokinin induction of RNA-polymerase-I transcription in *Arabidopsis thaliana* / R. J. Gaudino, C. S. Pikaard // *J. of Biological Chemistry*. – 1997. – V. 272. – P.6799-6804.
194. Gray, W. Hormonal regulation of plant growth and development / W. Gray // *HLosBiol*, 2004. – 2: 311 p.
195. Khripach, V. Twenty years of brassinosteroids: steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century / V. Khripach, V. de Groot A. Zhabinskii // *Annuals Bot.* – 2000. – Vol. 86. – P. 441-447.
196. Könnecke, G. *Fruchtfolgen*. 2. Aufl. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1967. – 335 S.
197. Konnoner, D. Hormonal regulation of ion transport in plants / D. Konnoner // *Hormonal regulation of Growth and Development*; Eds Purohit S.S. – 1985. – P. 219-264.
198. Lieberman, M. *Plant Growth Substanceq* / M. Lieberman, A. T. Kunishi // Berlin, Heidelberg: Springer-Verl – 1970. – P. 549.
199. Moons, A. Antagonistic effect of abscisic acid and jasmonates on salt stress-inducible transcripts in rice roots / A. Moons, E. Prinsen, M. Montagu // *Plant Cell*. – 1997. – Vol. 9. – P. 2243-2259.

200. Paime, K. Molekular analysis of plant signaling elements: relevance of eukaryotic signal transduction models / K. Paime // *Int. Rev. Cytol.* – 1992. – Vol. 132. – P. 223-283.
201. Sakurai, A. The current status of physiology and biochemistry of brassinosteroids: a review / A. Sakurai, S. Fujioka // *J. Plant Growth Reg.* – 1993. – Vol. 13. – P. 147-159.
202. Sasse, J. M. Recent progress in brassinosteroid research / J.M. Sasse // *Physiol. Plant.* – 1997. – Vol. 100. – P. 696-701.
203. Shakirova, F. M. Effect of heat shock on dynamics of ABA and WGA acclimation in wheat cell culture / F. M. Shakirova, M. V. Bezrukova, I. F. Shayakhmetov // *Plant Growth Reg.* – 1996. – Vol. 19. – P. 85-87.
204. Steinbrenner, K. Regeln und Richtwerte für die Fruchtfolgegestaltung agrarbuch Markleeberg / K. Steinbrenner, H.-J. Liste // 1984. – 160 S.
205. Veselova, S. V. The effect of root cooling on hormone content, leaf conductance and root hydraulic conductivity of durum wheat seedlings (*Triticum durum* L.). / S. V. Veselova, R. G. Fahrutdinov, S. Yu. Veselov, G. R. Kudoyarova, D. S. Veselov, W. Hartrung // *Journal of plant physiology.* – 2005. – V. 162. – P. 21-26.
206. Wamol, R. L. Metabolism of gibberellin A4 by vegetative shoots of Douglas, fir at 3 stages of ontogeny / Wamol R. L., Durley R. C., Phares R. P. // *Physiol. Plant.* – 1985. – Vol. 35. – № 4. – P. 273-278.
207. Werner, T. Cytokinin-Deficient transgenic *Arabidopsis* plants show multiple developmental alterations indicating opposite functions of Cytokines in the regulation of shoot and root meristem activity / T. Werner, V. Motyka, V. Laucou, R. Smets, H. V. van Onckelen // *Plant cell.* – 2003. – V. 15. – P. 2532-2550.
208. Whitehead, A. G. (Ed.) *Plant Nematode control* / A. G. Whitehead // CAB INTERNATIONAL, 1998. – 384 PP.
209. Williams, J. Wilt-induced ABA biosynthesis, gene expression and down-regulation of *rbcS* mRNA level in *Arabidopsis thaliana* L / J. Williams, M. P. Bulman, S. J. Neill // *Physiol. Plant.* – 1994. – Vol. 91. – P. 177-182.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Метеорологические условия в годы проведения исследований, 2006-2014 годы

Год	Температура, °С					
	апрель	май	июнь	июль	август	За вегетацию
2006	5,9	13,5	20,4	17,3	18,0	15,0
2007	6,7	15,7	16,9	20,8	22,0	16,4
2008	8,7	12,7	16,9	20,6	20,1	15,8
2009	4,5	13,7	20,2	20,1	17,8	15,3
2010	5,9	16,9	20,8	24,0	22,1	17,9
2011	4,8	13,7	17,0	22,8	19,7	15,8
2012	11,1	16,8	19,8	21,2	20,6	17,9
2013	7,5	17,0	20,8	20,5	20,4	17,2
2014	4,9	16,9	17,6	19,6	20,7	15,9
Среднее	6,7	15,2	18,9	20,8	20,2	16,4
Осадки, мм						
2006	22,2	67,4	41,6	64,8	76,4	217,8
2007	54,6	25,6	74,7	88,2	15,3	258,4
2008	14,2	23,0	50,6	68,1	27,4	183,3
2009	25,8	47,9	22,8	33,5	68,3	158,3
2010	3,7	16,3	5,3	29,2	25,8	80,3
2011	4,8	59,1	102,9	42,3	14,8	223,9
2012	51,2	37,5	58,4	62,1	136,1	345,3
2013	41,0	22,9	28,0	93,4	82,7	268,3
2014	28,7	22,2	52,8	3,3	73,4	180,4
Среднее	27,4	35,8	48,6	53,9	57,8	212,9

Динамика массы корнеплодов 5.08.2006 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	32,3	30,2	31,7	31,6	31,5
2. Акварин	33,4	31,7	33,1	30,9	31,5
3. Мелафен	31,8	34,1	33,9	30,8	31,5
4. Пирафен	32,9	32,7	34,0	32,7	33,1
5. Акварин + Мелафен	32,8	34,5	34,6	32,5	33,6
6. Акварин + Пирафен	32,8	31,7	32,7	33,6	32,7
7. Бор	32,0	33,4	34,3	32,4	33,0
8. Акварин + Бор	32,7	33,0	34,6	36,3	34,2
9. Мелафен + Бор	32,9	34,9	33,0	34,8	33,9
10. Пирафен + Бор	36,1	34,0	34,4	35,8	35,1
11. Акварин + Мелафен + Бор	34,8	36,9	35,7	35,0	35,6
12. Акварин + Пирафен + Бор	37,0	35,2	36,9	35,1	36,1

Динамика массы листьев 5.08.2006 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	39,8	41,3	42,1	41,9	41,3
2. Акварин	44,3	45,9	46,2	43,7	45,0
3. Мелафен	43,4	45,6	45,3	43,8	44,5
4. Пирафен	47,3	45,0	46,8	44,9	46,0
5. Акварин + Мелафен	45,2	47,1	47,2	45,3	46,2
6. Акварин + Пирафен	45,9	44,0	43,9	46,2	45,0
7. Бор	46,5	44,7	44,6	47,2	45,8
8. Акварин + Бор	44,5	40,9	41,9	43,7	42,8
9. Мелафен + Бор	41,7	43,5	40,2	44,3	42,4
10. Пирафен + Бор	43,2	41,7	43,1	41,9	42,5
11. Акварин + Мелафен + Бор	44,6	42,2	42,0	45,0	43,5
12. Акварин + Пирафен + Бор	45,0	43,1	45,0	42,1	43,8

Динамика массы корнеплодов 15.08.2006 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	39,9	41,8	42,2	40,0	41,0
2. Акварин	41,2	43,1	43,6	40,5	42,1
3. Мелафен	43,1	41,3	43,7	40,7	42,2
4. Пирафен	43,6	41,6	41,4	44,2	42,7
5. Акварин + Мелафен	44,5	41,5	42,0	44,0	43,0
6. Акварин + Пирафен	43,9	41,8	41,5	44,4	42,9
7. Бор	44,0	42,1	42,5	43,7	43,1
8. Акварин + Бор	45,4	43,0	45,1	43,3	44,2
9. Мелафен + Бор	46,1	44,3	46,9	43,1	45,1
10. Пирафен + Бор	44,0	46,2	46,3	43,5	45,0
11. Акварин + Мелафен + Бор	46,1	44,2	44,6	46,7	45,1
12. Акварин + Пирафен + Бор	46,1	44,2	46,6	44,5	45,1

Динамика массы листьев 15.08.2006 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	48,5	46,3	48,8	45,7	47,3
2. Акварин	49,1	47,6	46,5	50,1	48,3
3. Мелафен	50,5	48,5	47,3	50,9	49,3
4. Пирафен	49,6	47,7	50,8	46,7	48,7
5. Акварин + Мелафен	50,1	48,0	47,2	51,1	49,1
6. Акварин + Пирафен	50,2	48,2	47,7	50,7	49,2
7. Бор	50,1	46,9	49,9	48,0	48,7
8. Акварин + Бор	50,2	48,1	50,8	47,7	49,2
9. Мелафен + Бор	50,3	48,2	50,9	47,8	49,3
10. Пирафен + Бор	48,8	46,9	50,0	46,4	48,0
11. Акварин + Мелафен + Бор	51,0	48,9	48,6	51,5	50,0
12. Акварин + Пирафен + Бор	51,8	48,2	52,1	47,9	50,0

Динамика массы корнеплодов 5.09.2006 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	46,9	44,0	47,8	44,3	46,0
2. Акварин	48,2	45,4	47,8	43,8	46,3
3. Мелафен	48,8	44,7	47,5	45,9	46,7
4. Пирафен	49,4	46,3	48,5	46,8	47,8
5. Акварин + Мелафен	47,2	45,3	48,1	44,2	46,2
6. Акварин + Пирафен	48,3	46,6	49,1	44,8	47,2
7. Бор	48,3	44,3	45,2	47,4	46,3
8. Акварин + Бор	49,3	45,2	48,5	45,5	47,1
9. Мелафен + Бор	48,3	45,8	49,1	46,5	47,3
10. Пирафен + Бор	48,5	46,1	49,6	45,2	47,4
11. Акварин + Мелафен + Бор	47,9	48,9	44,8	46,0	46,9
12. Акварин + Пирафен + Бор	47,6	48,8	44,7	45,6	46,7

Динамика массы листьев 5.09.2006 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	45,1	40,9	41,9	44,1	43,0
2. Акварин	41,3	45,0	44,0	41,7	43,0
3. Мелафен	44,6	48,3	47,4	45,6	46,5
4. Пирафен	53,4	49,7	52,3	50,6	51,5
5. Акварин + Мелафен	44,1	40,7	41,5	42,7	42,3
6. Акварин + Пирафен	37,8	41,9	41,2	39,2	40,0
7. Бор	46,1	41,9	45,2	42,8	44,0
8. Акварин + Бор	44,3	40,4	42,0	41,4	42,0
9. Мелафен + Бор	42,7	46,3	45,4	43,6	44,5
10. Пирафен + Бор	46,3	43,9	43,1	46,8	45,0
11. Акварин + Мелафен + Бор	42,1	38,3	41,9	39,9	40,5
12. Акварин + Пирафен + Бор	42,4	43,6	45,5	46,5	44,5

Динамика массы корнеплодов 5.08.2007 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	37,3	33,6	38,4	33,4	35,7
2. Акварин	34,1	38,0	38,7	34,5	36,3
3. Мелафен	39,2	35,0	38,3	35,6	37,0
4. Пирафен	40,7	34,9	39,4	37,4	38,2
5. Акварин + Мелафен	36,0	41,9	38,3	40,0	39,1
6. Акварин + Пирафен	40,4	36,4	39,1	37,3	38,3
7. Бор	41,9	36,1	40,0	38,0	39,0
8. Акварин + Бор	43,0	36,6	40,8	38,8	39,8
9. Мелафен + Бор	43,8	36,3	41,1	39,2	40,1
10. Пирафен + Бор	43,2	37,2	42,3	38,5	40,3
11. Акварин + Мелафен + Бор	43,0	39,2	44,1	40,1	42,1
12. Акварин + Пирафен + Бор	44,1	39,9	38,1	43,9	42,0

Динамика массы листьев 5.08.2007 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	49,5	43,6	48,9	45,1	46,8
2. Акварин	44,9	50,7	46,9	48,6	47,8
3. Мелафен	50,4	46,0	49,0	47,8	48,3
4. Пирафен	49,1	45,0	50,0	45,1	47,3
5. Акварин + Мелафен	50,9	47,0	50,3	47,4	48,9
6. Акварин + Пирафен	51,1	46,0	52,1	45,2	48,6
7. Бор	51,5	45,4	50,1	46,0	48,3
8. Акварин + Бор	52,8	45,8	51,3	47,3	49,3
9. Мелафен + Бор	50,9	47,1	52,0	46,0	49,0
10. Пирафен + Бор	51,7	48,5	52,1	46,1	49,6
11. Акварин + Мелафен + Бор	51,8	47,7	52,8	46,9	49,8
12. Акварин + Пирафен + Бор	53,0	49,2	52,7	47,1	50,5

Динамика массы корнеплодов 15.08.2007 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	33,5	27,7	31,7	29,9	30,7
2. Акварин	30,1	34,2	33,6	31,4	32,3
3. Мелафен	29,3	35,8	31,7	33,8	32,8
4. Пирафен	34,6	30,7	34,2	31,3	32,7
5. Акварин + Мелафен	31,0	35,2	36,1	30,1	33,1
6. Акварин + Пирафен	34,3	30,2	36,1	32,2	33,2
7. Бор	35,5	29,6	33,8	31,8	32,7
8. Акварин + Бор	35,2	29,9	34,9	31,0	33,0
9. Мелафен + Бор	30,2	36,1	32,1	34,0	33,1
10. Пирафен + Бор	30,5	35,8	34,5	32,4	33,3
11. Акварин + Мелафен + Бор	36,4	30,4	34,4	32,4	33,4
12. Акварин + Пирафен + Бор	30,5	36,4	34,5	32,6	33,5

Динамика массы листьев 15.08.2007 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	52,9	44,5	50,4	47,2	48,8
2. Акварин	46,4	52,1	50,2	48,3	49,3
3. Мелафен	52,0	46,3	50,8	47,0	49,0
4. Пирафен	48,1	51,9	47,1	52,9	50,0
5. Акварин + Мелафен	52,3	48,4	53,3	47,2	50,3
6. Акварин + Пирафен	52,5	46,6	50,9	49,0	49,8
7. Бор	50,1	48,0	46,0	51,9	49,0
8. Акварин + Бор	48,8	44,3	49,6	43,4	46,5
9. Мелафен + Бор	52,5	47,5	53,3	46,7	50,0
10. Пирафен + Бор	48,7	52,2	53,6	47,7	50,7
11. Акварин + Мелафен + Бор	53,7	47,8	51,8	49,9	50,8
12. Акварин + Пирафен + Бор	48,9	53,0	52,9	47,8	50,9

Динамика массы корнеплодов 5.09.2007 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	36,5	32,9	37,6	31,6	34,7
2. Акварин	37,0	32,8	36,3	34,4	35,1
3. Мелафен	34,3	38,3	37,8	34,8	36,3
4. Пирафен	38,4	34,2	37,9	34,4	36,2
5. Акварин + Мелафен	39,2	34,7	39,0	35,4	37,1
6. Акварин + Пирафен	38,5	36,3	40,4	34,4	37,4
7. Бор	40,5	34,6	36,6	38,7	37,6
8. Акварин + Бор	36,2	40,2	41,2	35,7	38,3
9. Мелафен + Бор	36,5	40,6	41,2	36,1	38,6
10. Пирафен + Бор	41,8	35,9	39,9	38,0	38,9
11. Акварин + Мелафен + Бор	37,1	43,2	41,3	38,8	40,1
12. Акварин + Пирафен + Бор	43,0	37,3	40,7	38,0	40,0

Динамика массы листьев 5.09.2007 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	33,1	31,4	35,8	29,6	32,5
2. Акварин	37,9	33,9	35,4	33,8	34,8
3. Мелафен	33,7	39,7	37,3	36,4	36,8
4. Пирафен	38,1	32,0	36,0	33,9	35,0
5. Акварин + Мелафен	34,4	38,4	39,0	33,0	36,2
6. Акварин + Пирафен	39,4	35,5	40,6	34,5	37,5
7. Бор	39,4	35,2	38,1	36,5	37,3
8. Акварин + Бор	35,4	39,3	38,3	36,2	37,3
9. Мелафен + Бор	41,9	35,4	39,5	37,7	38,6
10. Пирафен + Бор	37,1	42,9	41,5	39,5	40,0
11. Акварин + Мелафен + Бор	43,2	37,3	41,1	39,3	40,3
12. Акварин + Пирафен + Бор	38,6	42,7	41,9	39,4	40,7

Динамика массы корнеплодов 5.08.2008 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	36,9	33,6	36,1	34,3	35,2
2. Акварин	38,1	34,1	37,1	35,0	36,1
3. Мелафен	37,9	33,9	34,8	37,0	35,9
4. Пирафен	37,2	34,3	37,8	33,8	35,8
5. Акварин + Мелафен	35,2	37,1	38,1	34,1	36,1
6. Акварин + Пирафен	34,3	38,3	37,2	35,4	36,3
7. Бор	38,5	34,6	37,8	35,8	36,7
8. Акварин + Бор	39,2	35,3	38,4	36,3	37,3
9. Мелафен + Бор	35,5	39,5	38,3	36,4	37,4
10. Пирафен + Бор	39,0	34,9	38,0	36,0	37,0
11. Акварин + Мелафен + Бор	36,0	40,1	36,6	39,1	37,9
12. Акварин + Пирафен + Бор	40,4	36,5	36,7	39,8	38,4

Динамика массы листьев 5.08.2008 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	45,1	39,2	43,3	41,5	42,3
2. Акварин	40,9	46,7	42,5	44,8	43,7
3. Мелафен	46,1	42,0	41,2	47,1	44,1
4. Пирафен	45,9	44,0	42,0	47,7	44,9
5. Акварин + Мелафен	48,0	42,1	44,2	46,1	45,1
6. Акварин + Пирафен	43,5	48,5	47,2	43,1	45,3
7. Бор	48,7	43,7	47,2	45,1	46,2
8. Акварин + Бор	43,7	50,0	48,1	45,8	46,9
9. Мелафен + Бор	49,1	45,0	50,0	44,1	47,1
10. Пирафен + Бор	49,5	44,6	48,4	45,6	47,0
11. Акварин + Мелафен + Бор	50,6	44,8	48,6	46,4	47,6
12. Акварин + Пирафен + Бор	50,9	45,2	49,1	47,1	48,1

Динамика массы корнеплодов 15.08.2008 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	42,3	36,7	40,1	38,2	39,3
2. Акварин	43,3	38,0	42,7	38,7	40,7
3. Мелафен	44,4	38,7	42,1	40,2	41,2
4. Пирафен	39,1	45,0	40,4	43,8	42,1
5. Акварин + Мелафен	45,1	39,2	44,3	40,2	42,2
6. Акварин + Пирафен	40,1	46,0	42,2	44,1	43,1
7. Бор	44,9	41,2	45,3	40,7	43,0
8. Акварин + Бор	46,3	40,5	42,9	44,9	43,7
9. Мелафен + Бор	46,7	41,4	41,2	47,0	44,1
10. Пирафен + Бор	41,5	47,3	42,8	46,9	44,6
11. Акварин + Мелафен + Бор	47,9	42,4	46,1	43,9	45,1
12. Акварин + Пирафен + Бор	42,4	48,2	44,3	46,4	45,3

Динамика массы листьев 15.08.2008 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	50,6	44,6	48,4	46,5	47,5
2. Акварин	45,4	51,3	49,2	47,3	48,3
3. Мелафен	51,2	45,7	49,5	47,5	48,5
4. Пирафен	45,3	51,5	48,6	48,5	48,5
5. Акварин + Мелафен	52,1	46,0	50,1	48,1	49,1
6. Акварин + Пирафен	50,2	48,2	46,1	52,2	49,2
7. Бор	52,9	46,9	51,1	48,8	49,9
8. Акварин + Бор	53,3	46,8	51,1	49,1	50,1
9. Мелафен + Бор	52,9	50,0	53,2	46,9	50,0
10. Пирафен + Бор	47,2	53,3	51,2	49,5	50,3
11. Акварин + Мелафен + Бор	53,4	47,5	51,8	49,2	50,5
12. Акварин + Пирафен + Бор	52,8	48,1	51,5	49,6	50,5

Динамика массы корнеплодов 5.09.2008 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	46,3	40,3	42,5	44,4	43,4
2. Акварин	41,7	47,6	45,6	43,4	44,6
3. Мелафен	43,8	45,9	47,2	42,6	44,9
4. Пирафен	48,2	42,1	45,6	44,5	45,1
5. Акварин + Мелафен	47,9	41,7	45,9	44,2	44,9
6. Акварин + Пирафен	48,1	42,0	44,1	46,1	45,1
7. Бор	42,8	48,7	44,6	46,6	45,7
8. Акварин + Бор	45,3	47,4	49,3	43,2	46,3
9. Мелафен + Бор	43,3	49,4	47,3	45,5	46,4
10. Пирафен + Бор	49,9	43,9	45,8	47,9	46,9
11. Акварин + Мелафен + Бор	50,1	44,0	45,8	48,0	47,0
12. Акварин + Пирафен + Бор	44,2	50,3	48,3	46,3	47,3

Динамика массы листьев 5.09.2008 г., т/га

Вариант	Повторность				Среднее
	1	2	3	4	
1. Контроль	45,1	39,0	40,9	43,0	42,0
2. Акварин	39,1	45,2	43,1	41,3	42,2
3. Мелафен	43,8	41,8	39,7	45,6	42,7
4. Пирафен	40,2	46,1	44,1	42,0	43,1
5. Акварин + Мелафен	45,8	41,6	44,6	42,5	43,6
6. Акварин + Пирафен	46,6	40,2	42,4	44,8	43,5
7. Бор	41,3	47,1	45,3	43,0	44,2
8. Акварин + Бор	48,0	41,7	45,8	43,9	44,9
9. Мелафен + Бор	47,3	43,1	42,2	48,2	45,2
10. Пирафен + Бор	48,0	43,1	46,1	44,1	45,1
11. Акварин + Мелафен + Бор	48,8	42,8	46,9	44,2	45,7
12. Акварин + Пирафен + Бор	45,8	43,9	41,9	47,9	44,9

Динамика прироста сухого вещества, %

Вариант	Дата														
	15.07			1.08			15.08			30.08			15.09		
	Год														
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
1. Контроль	13,7	14,3	13,2	17,6	18,3	17,4	19,7	20,9	19,8	20,8	21,7	20,5	23,1	24,2	23,2
2. Акварин	14,1	14,7	13,6	18,1	18,9	17,6	20,5	21,7	20,4	21,6	22,5	20,9	23,8	24,8	23,6
3. Мелафен	14,1	14,6	13,6	18,2	18,8	17,6	20,6	21,6	20,5	21,7	22,4	20,9	23,7	24,8	23,7
4. Пирафен	14,2	14,8	13,7	18,3	18,9	17,7	20,6	21,8	20,5	21,7	22,6	20,7	23,8	24,9	23,7
5. Акварин + Мелафен	14,2	14,8	13,7	18,3	19,1	17,8	20,7	21,8	20,4	21,7	22,7	20,8	23,9	25,0	23,6
6. Акварин + Пирафен	14,2	14,2	13,7	18,3	19,2	17,8	20,7	21,7	20,5	21,8	22,4	20,8	24,2	25,1	23,7
7. Бор	14,3	14,9	13,9	18,6	19,4	18,0	20,9	21,8	20,7	21,7	22,8	21,0	24,3	25,2	24,0
8. Акварин + Бор	14,5	15,1	14,0	18,7	19,5	18,1	20,9	21,9	21,0	21,9	22,7	21,2	24,3	25,3	24,1
9. Мелафен + Бор	14,6	15,1	14,1	18,9	19,6	18,1	20,9	22,0	21,0	22,1	22,9	21,3	24,4	25,3	24,2
10. Пирафен + Бор	14,6	15,3	14,1	19,0	19,8	18,2	21,0	22,0	21,1	22,4	22,9	21,5	24,6	25,4	24,2
11. Акварин + Мелафен + Бор	14,8	15,5	14,4	19,1	20,0	18,6	21,1	22,2	21,3	22,6	23,1	21,8	24,9	25,5	24,4
12. Акварин + Пирафен + Бор	14,9	15,5	14,3	19,2	20,1	18,6	21,1	22,2	21,3	22,7	23,1	21,9	24,9	25,5	24,4

Динамика прироста сухого вещества, %

Вариант	Дата											
	15.07											
	Год											
	2009				2010				2011			
	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее
1. Контроль	13,6	13,7	13,7	13,7	14,3	14,3	14,4	14,3	13,2	13,3	13,2	13,2
2. Акварин	14,0	14,1	14,1	14,1	14,6	14,7	14,7	14,7	13,6	13,6	13,6	13,6
3. Мелафен	14,1	14,1	14,2	14,1	14,6	14,6	14,7	14,6	13,6	13,6	13,7	13,6
4. Пирафен	14,2	14,2	14,2	14,2	14,8	14,8	14,8	14,8	13,7	13,7	13,7	13,7
5. Акварин + Мелафен	14,2	14,2	14,2	14,2	14,8	14,8	14,8	14,8	13,7	13,7	13,7	13,7
6. Акварин + Пирафен	14,2	14,2	14,3	14,2	14,2	14,2	14,3	14,2	13,7	13,7	13,8	13,7
7. Бор	14,3	14,3	14,4	14,3	14,9	14,9	15,0	14,9	13,9	13,9	14,0	13,9
8. Акварин + Бор	14,5	14,5	14,6	14,5	15,0	15,1	15,1	15,1	14,0	14,0	14,0	14,0
9. Мелафен + Бор	14,6	14,6	14,6	14,6	15,1	15,1	15,2	15,1	14,0	14,1	14,1	14,1
10. Пирафен + Бор	14,6	14,6	14,7	14,6	15,3	15,3	15,4	15,3	14,1	14,1	14,1	14,1
11. Акварин + Мелафен + Бор	14,8	14,8	14,9	14,8	15,5	15,5	15,5	15,5	14,4	14,3	14,4	14,4
12. Акварин + Пирафен + Бор	14,9	14,9	14,9	14,9	15,5	15,6	15,5	15,5	14,3	14,3	14,4	14,3

Динамика прироста сухого вещества, %

Вариант	Дата											
	1.08											
	Год											
	2009				2010				2011			
	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее
1. Контроль	17,6	17,7	17,6	17,6	18,3	18,3	18,4	18,3	17,3	17,4	17,4	17,4
2. Акварин	18,1	18,1	18,2	18,1	18,8	18,9	18,9	18,9	17,5	17,6	17,6	17,6
3. Мелафен	18,2	18,2	18,3	18,2	18,8	18,8	18,9	18,8	17,6	17,6	17,6	17,6
4. Пирафен	18,3	18,3	18,3	18,3	18,9	18,9	18,9	18,9	17,6	17,7	17,7	17,7
5. Акварин + Мелафен	18,3	18,3	18,3	18,3	19,0	19,1	19,1	19,1	17,7	17,8	17,8	17,8
6. Акварин + Пирафен	18,3	18,3	18,3	18,3	19,1	19,2	19,3	19,2	17,8	17,8	17,9	17,8
7. Бор	18,5	18,6	18,6	18,6	19,4	19,5	19,4	19,4	18,0	18,0	18,1	18,0
8. Акварин + Бор	18,6	18,7	18,8	18,7	19,4	19,5	19,6	19,5	18,1	18,1	18,1	18,1
9. Мелафен + Бор	18,8	18,9	18,9	18,9	19,6	19,6	19,7	19,6	18,1	18,2	18,1	18,1
10. Пирафен + Бор	19,0	19,0	19,1	19,0	19,8	19,8	19,9	19,8	18,2	18,2	18,3	18,2
11. Акварин + Мелафен + Бор	19,1	19,1	19,1	19,1	19,9	20,0	20,0	20,0	18,5	18,6	18,6	18,6
12. Акварин + Пирафен + Бор	19,1	19,2	19,2	19,2	20,1	20,1	20,1	20,1	18,6	18,6	18,6	18,6

Динамика прироста сухого вещества, %

Вариант	Дата											
	15.08											
	Год											
	2009				2010				2011			
	Повторность		Среднее		Повторность		Среднее		Повторность		Среднее	
1. Контроль	19,7	19,8	19,7	19,7	20,9	21,0	21,0	21,0	19,8	19,9	19,8	19,8
2. Акварин	20,5	20,4	20,5	20,5	21,7	21,7	21,6	21,7	20,4	20,4	20,5	20,4
3. Мелафен	20,6	20,6	20,6	20,6	21,6	21,6	21,7	21,6	20,5	20,5	20,5	20,5
4. Пирафен	20,6	20,6	20,7	20,6	21,8	21,8	21,8	21,8	20,5	20,5	20,4	20,5
5. Акварин + Мелафен	20,7	20,7	20,7	20,7	21,8	21,8	21,7	21,8	20,4	20,4	20,5	20,4
6. Акварин + Пирафен	20,7	20,7	20,8	20,7	21,7	21,7	21,8	21,7	20,5	20,5	20,6	20,5
7. Бор	20,9	20,9	20,9	20,9	21,7	21,8	21,8	21,8	20,7	20,7	20,7	20,7
8. Акварин + Бор	20,9	20,8	20,9	20,9	21,9	21,9	22,0	21,9	21,0	21,0	21,0	21,0
9. Мелафен + Бор	20,8	20,9	20,9	20,9	21,9	22,0	22,0	22,0	21,0	21,0	21,1	21,0
10. Пирафен + Бор	21,0	21,0	21,1	21,0	22,0	22,0	22,1	22,0	21,1	21,1	21,2	21,1
11. Акварин + Мелафен + Бор	21,1	21,0	21,0	21,0	22,1	22,2	22,2	22,2	21,2	21,3	21,3	21,3
12. Акварин + Пирафен + Бор	21,1	21,1	21,2	21,1	22,2	22,2	22,3	22,2	21,3	21,3	21,3	21,3

Динамика прироста сухого вещества, %

Вариант	Дата											
	30.08											
	Год											
	2009				2010				2011			
	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее
1. Контроль	20,8	20,9	20,9	20,9	21,6	21,7	21,7	21,7	20,4	20,5	20,5	20,5
2. Акварин	21,6	21,6	21,7	21,6	22,4	22,5	22,5	22,5	20,9	20,9	20,9	20,9
3. Мелафен	21,7	21,7	21,7	21,7	22,4	22,5	22,6	22,5	20,9	20,9	20,8	20,9
4. Пирафен	21,7	21,7	21,6	21,7	22,5	22,6	22,7	22,6	20,7	20,7	20,8	20,7
5. Акварин + Мелафен	21,7	21,8	21,7	21,7	22,7	22,7	22,7	22,7	20,7	20,8	20,8	20,8
6. Акварин + Пирафен	21,9	21,8	21,7	21,8	22,6	22,4	22,4	22,5	20,8	20,8	20,9	20,8
7. Бор	21,7	21,7	21,7	21,7	22,8	22,8	22,7	22,8	21,0	21,1	21,0	21,0
8. Акварин + Бор	21,8	21,9	21,9	21,9	22,6	22,7	22,7	22,7	21,2	21,3	21,2	21,2
9. Мелафен + Бор	22,0	22,1	22,1	22,1	22,9	22,9	22,9	22,9	21,3	21,4	21,3	21,3
10. Пирафен + Бор	22,4	22,4	22,5	22,4	22,9	22,9	23,0	22,9	21,5	21,5	21,6	21,5
11. Акварин + Мелафен + Бор	22,5	22,5	22,6	22,5	23,1	23,1	23,1	23,1	21,8	21,8	21,9	21,8
12. Акварин + Пирафен + Бор	22,6	22,6	22,7	22,6	23,1	23,1	23,2	23,1	21,9	21,9	22,0	21,9

Динамика прироста сухого вещества, %

Вариант	Дата											
	15.09											
	Год											
	2009				2010				2011			
	Повторность		Среднее		Повторность		Среднее		Повторность		Среднее	
1. Контроль	23,1	23,2	23,1	23,1	24,3	24,2	24,2	24,2	23,3	23,2	23,2	23,2
2. Акварин	23,8	23,8	23,7	23,8	24,7	24,8	24,8	24,8	23,6	23,6	23,7	23,6
3. Мелафен	23,7	23,8	23,7	23,7	24,8	24,8	24,9	24,8	23,7	23,6	23,7	23,7
4. Пирафен	23,8	23,8	23,9	23,8	24,9	24,9	25,0	24,9	23,7	23,7	23,7	23,7
5. Акварин + Мелафен	23,9	24,0	23,9	23,9	25,0	25,0	25,1	25,0	23,6	23,6	23,7	23,6
6. Акварин + Пирафен	24,2	24,2	24,3	24,2	25,1	25,1	25,2	25,1	23,7	23,7	23,8	23,7
7. Бор	24,3	24,4	24,3	24,3	25,2	25,2	25,3	25,2	24,0	24,0	24,1	24,0
8. Акварин + Бор	24,3	24,3	24,3	24,3	25,3	25,3	25,3	25,3	24,1	24,1	24,1	24,1
9. Мелафен + Бор	24,5	24,4	24,4	24,4	25,3	25,3	25,4	25,3	24,2	24,1	24,2	24,2
10. Пирафен + Бор	24,6	24,6	24,6	24,6	25,4	25,4	25,4	25,4	24,2	24,2	24,3	24,2
11. Акварин + Мелафен + Бор	24,9	24,9	25,0	24,9	25,5	25,5	25,6	25,5	24,3	24,4	24,4	24,4
12. Акварин + Пирафен + Бор	24,9	24,9	24,9	24,9	25,5	25,5	25,5	25,5	24,4	24,4	24,4	24,4

Динамика накопления сахарозы, %

Вариант	Дата														
	15.07			1.08			15.08			30.08			15.09		
	Год														
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
1. Контроль	4,9	3,5	4,0	8,3	6,3	7,2	13,5	11,9	12,3	17,2	16,9	16,4	18,2	17,8	17,3
2. Акварин	5,0	3,5	3,9	8,4	6,4	7,1	13,5	11,8	12,3	17,1	16,7	16,3	18,4	17,6	17,2
3. Мелафен	5,0	3,6	4,1	8,5	6,4	7,3	13,8	12,0	12,5	17,3	16,9	16,7	18,6	17,9	17,6
4. Пирафен	5,0	3,6	4,1	8,5	6,4	7,4	13,8	12,0	12,5	17,3	16,9	16,7	18,6	18,4	17,6
5. Акварин + Мелафен	4,9	3,6	4,0	8,4	6,4	7,4	13,6	12,0	12,6	17,2	16,9	17,0	19,0	18,3	18,1
6. Акварин + Пирафен	4,9	3,6	4,0	8,4	6,4	7,3	13,6	11,9	12,7	17,2	16,9	17,1	18,6	18,0	18,1
7. Бор	5,1	3,7	4,2	8,7	6,6	7,5	13,9	12,2	12,7	17,6	17,3	17,0	18,6	18,0	17,5
8. Акварин + Бор	5,1	3,8	4,2	8,6	6,7	7,2	13,8	12,3	12,7	17,5	17,5	17,2	18,8	18,3	18,3
9. Мелафен + Бор	5,2	3,9	4,2	8,7	6,8	7,5	14,0	12,4	12,8	17,8	17,6	17,2	18,9	18,6	18,0
10. Пирафен + Бор	5,2	4,0	4,1	8,7	6,8	7,5	14,0	12,5	12,8	17,8	17,6	17,2	18,8	18,7	17,9
11. Акварин + Мелафен + Бор	5,1	4,3	4,2	8,6	7,0	7,6	13,9	12,7	13,0	17,7	17,9	17,3	19,4	18,8	18,3
12. Акварин + Пирафен + Бор	5,1	4,3	4,2	8,6	7,1	7,6	13,8	12,8	13,1	17,7	17,8	17,3	19,4	18,9	18,3

Динамика накопления сахарозы, %

Вариант	Дата											
	15.07											
	Год											
	2009				2010				2011			
	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее
1. Контроль	4,9	5,0	4,9	4,9	3,4	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	3,9	4,0
2. Акварин	5,0	4,9	5,0	5,0	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	3,9	3,9	3,9
3. Мелафен	5,0	5,0	5,0	5,0	3,6	3,5	3,6	3,6	4,1	4,1	4,1	4,1
4. Пирафен	5,1	5,0	5,0	5,0	3,6	3,6	3,6	3,6	4,1	4,0	4,1	4,1
5. Акварин + Мелафен	4,9	4,9	4,8	4,9	3,6	3,6	3,5	3,6	4,1	4,0	4,0	4,0
6. Акварин + Пирафен	4,9	4,9	4,9	4,9	3,7	3,6	3,6	3,6	4,0	4,1	4,0	4,0
7. Бор	5,0	5,1	5,1	5,1	3,7	3,7	3,8	3,7	4,1	4,2	4,2	4,2
8. Акварин + Бор	5,1	5,2	5,1	5,1	3,8	3,8	3,8	3,8	4,2	4,2	4,2	4,2
9. Мелафен + Бор	5,2	5,2	5,2	5,2	3,9	4,0	3,9	3,9	4,2	4,2	4,1	4,2
10. Пирафен + Бор	5,2	5,3	5,2	5,2	3,9	4,2	3,9	4,0	4,2	4,1	4,1	4,1
11. Акварин + Мелафен + Бор	5,0	5,1	5,1	5,1	4,2	4,3	4,3	4,3	4,1	4,2	4,2	4,2
12. Акварин + Пирафен + Бор	5,1	5,1	5,1	5,1	4,3	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2

Динамика накопления сахарозы, %

Вариант	Дата											
	1.08											
	Год											
	2009				2010				2011			
	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее
1. Контроль	8,3	8,2	8,3	8,3	6,2	6,3	6,3	6,3	7,2	7,2	7,1	7,2
2. Акварин	8,4	8,4	8,5	8,4	6,4	6,3	6,4	6,4	7,1	7,1	7,2	7,1
3. Мелафен	8,4	8,5	8,5	8,5	6,4	6,4	6,4	6,4	7,3	7,3	7,4	7,3
4. Пирафен	8,5	8,5	8,5	8,5	6,4	6,4	6,4	6,4	7,4	7,4	7,4	7,4
5. Акварин + Мелафен	8,5	8,4	8,4	8,4	6,4	6,5	6,4	6,4	7,4	7,4	7,3	7,4
6. Акварин + Пирафен	8,4	8,4	8,5	8,4	6,4	6,4	6,5	6,4	7,3	7,3	7,4	7,3
7. Бор	8,7	8,5	8,8	8,7	6,5	6,6	6,7	6,6	7,5	7,4	7,5	7,5
8. Акварин + Бор	8,6	8,6	8,7	8,6	6,6	6,7	6,7	6,7	7,2	7,2	7,3	7,2
9. Мелафен + Бор	8,7	8,7	8,7	8,7	6,8	6,8	6,8	6,8	7,5	7,5	7,5	7,5
10. Пирафен + Бор	8,7	8,7	8,6	8,7	6,8	6,8	6,8	6,8	7,5	7,6	7,5	7,5
11. Акварин + Мелафен + Бор	8,7	8,6	8,6	8,6	6,9	7,0	7,0	7,0	7,6	7,6	7,6	7,6
12. Акварин + Пирафен + Бор	8,6	8,6	8,6	8,6	7,0	7,1	7,1	7,1	7,6	7,7	7,6	7,6

Динамика накопления сахарозы, %

Вариант	Дата											
	15.08											
	Год											
	2009				2010				2011			
	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее
1. Контроль	13,5	13,4	13,5	13,5	11,9	11,9	11,8	11,9	12,3	12,3	12,3	12,3
2. Акварин	13,5	13,5	13,5	13,5	11,6	11,9	11,9	11,8	12,3	12,3	12,4	12,3
3. Мелафен	13,7	13,8	13,8	13,8	11,9	12,0	12,0	12,0	12,4	12,5	12,5	12,5
4. Пирафен	13,8	13,8	13,8	13,8	12,0	12,0	12,0	12,0	12,5	12,5	12,6	12,5
5. Акварин + Мелафен	13,6	13,6	13,6	13,6	12,0	12,0	11,9	12,0	12,5	12,6	12,6	12,6
6. Акварин + Пирафен	13,6	13,6	13,7	13,6	11,8	11,9	12,0	11,9	12,6	12,7	12,7	12,7
7. Бор	13,8	13,9	13,9	13,9	12,1	12,2	12,3	12,2	12,7	12,7	12,7	12,7
8. Акварин + Бор	13,8	13,8	13,9	13,8	12,2	12,3	12,4	12,3	12,7	12,7	12,8	12,7
9. Мелафен + Бор	14,0	14,0	14,0	14,0	12,4	12,4	12,4	12,4	12,8	12,8	12,8	12,8
10. Пирафен + Бор	14,0	14,0	13,9	14,0	12,5	12,5	12,6	12,5	12,8	12,8	12,9	12,8
11. Акварин + Мелафен + Бор	13,9	13,9	13,8	13,9	12,6	12,7	12,7	12,7	12,9	13,0	13,0	13,0
12. Акварин + Пирафен + Бор	13,8	13,8	13,8	13,8	12,7	12,8	12,8	12,8	13,0	13,1	13,1	13,1

Динамика накопления сахарозы, %

Вариант	Дата											
	30.08											
	Год											
	2009				2010				2011			
	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее
1. Контроль	17,2	17,2	17,1	17,2	16,9	16,8	16,9	16,9	16,4	16,4	16,4	16,4
2. Акварин	17,1	17,2	17,1	17,1	16,8	16,7	16,7	16,7	16,4	16,3	16,3	16,3
3. Мелафен	17,2	17,3	17,3	17,3	16,9	16,9	16,9	16,9	16,7	16,7	16,6	16,7
4. Пирафен	17,3	17,3	17,3	17,3	16,9	16,9	16,8	16,9	16,7	16,7	16,9	16,8
5. Акварин + Мелафен	17,2	17,2	17,2	17,2	16,9	16,8	16,9	16,9	17,0	17,0	17,1	17,0
6. Акварин + Пирафен	17,2	17,2	17,3	17,2	16,9	16,9	17,0	16,9	17,1	17,1	17,0	17,1
7. Бор	17,5	17,6	17,6	17,6	17,2	17,3	17,4	17,3	17,0	17,0	17,1	17,0
8. Акварин + Бор	17,5	17,6	17,5	17,5	17,5	17,5	17,6	17,5	17,1	17,2	17,2	17,2
9. Мелафен + Бор	17,7	17,8	17,8	17,8	17,6	17,6	17,7	17,6	17,2	17,2	17,2	17,2
10. Пирафен + Бор	17,8	17,8	17,7	17,8	17,6	17,7	17,6	17,6	17,2	17,2	17,3	17,2
11. Акварин + Мелафен + Бор	17,7	17,7	17,7	17,7	17,9	17,9	17,8	17,9	17,2	17,3	17,3	17,3
12. Акварин + Пирафен + Бор	17,8	17,7	17,7	17,7	17,8	17,8	17,8	17,8	17,3	17,4	17,3	17,3

Динамика накопления сахарозы, %

Вариант	Дата											
	15.09											
	Год											
	2009				2010				2011			
	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее	Повторность			Среднее
1. Контроль	18,1	18,2	18,3	18,2	17,8	17,8	17,7	17,8	17,3	17,3	17,3	17,3
2. Акварин	18,3	18,4	18,5	18,4	17,6	17,6	17,8	17,7	17,2	17,2	17,3	17,2
3. Мелафен	18,5	18,6	18,6	18,6	17,8	17,9	18,0	17,9	17,6	17,6	17,5	17,6
4. Пирафен	18,5	18,5	18,9	18,6	18,4	18,4	18,3	18,4	17,6	17,6	17,7	17,6
5. Акварин + Мелафен	18,9	19,0	19,0	19,0	18,3	18,3	18,2	18,3	18,1	18,1	18,1	18,1
6. Акварин + Пирафен	18,7	18,6	18,6	18,6	18,0	17,9	18,0	18,0	18,1	18,1	18,0	18,1
7. Бор	18,6	18,6	18,8	18,7	18,0	18,0	18,1	18,0	17,5	17,5	17,6	17,5
8. Акварин + Бор	18,8	18,8	18,9	18,8	18,2	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,2	18,3
9. Мелафен + Бор	18,9	18,9	18,9	18,9	18,6	18,6	18,7	18,6	18,0	18,0	17,9	18,0
10. Пирафен + Бор	18,8	18,7	18,8	18,8	18,7	18,7	18,8	18,7	17,9	17,9	17,9	17,9
11. Акварин + Мелафен + Бор	19,3	19,4	19,4	19,4	18,8	18,8	18,9	18,8	18,2	18,3	18,3	18,3
12. Акварин + Пирафен + Бор	19,4	19,4	19,5	19,4	18,9	18,9	19,0	18,9	18,3	18,3	18,4	18,3

Урожайность корнеплодов за 2006 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Число вариантов 1-го фактора (А)	M = 2
Число вариантов 2-го фактора (В)	L = 6
Число повторений в исходной таблице	N = 4
Выбранный уровень значимости	$\nu = 0,05$
Число знаков после запятой в результатах расчёта	P0 = 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ — таблица X (M*L, N)

Вариант	1	2	3	4	Средние
1. Контроль	42,7	48,1	45,2	45,4	44,1
2. Акварин	45,2	42,9	43,4	45,7	44,3
3. Мелафен	43,7	46,4	45,8	43,5	44,9
4. Пирафен	43,8	44,1	46,4	46,5	45,2
5. Акварин + Мелафен	43,2	44,9	46,8	47,5	45,6
6. Акварин + Пирафен	43,8	46,1	45,6	44,5	45,0
7. Бор	43,8	46,1	45,6	44,5	45,0
8. Акварин + Бор	45,3	42,7	43,0	45,6	44,2
9. Мелафен + Бор	44,6	44,1	46,2	46,3	45,3
10. Пирафен + Бор	44,1	46,4	45,8	45,3	45,4
11. Акварин + Мелафен + Бор	44,5	44,2	46,0	46,5	45,3
12. Акварин + Пирафен + Бор	44,2	46,2	46,1	45,4	45,5

ДИСПЕРСИЯ	СУММА квадратов	степени свободы	средний квадрат	F-расч.	F-табл.
Общая	73,758	47	-	-	-
Повторений	17,539	3	5,846	4,364	2,89
1-го (А) фактора	0,828	1	0,828	0,618	4,14
2-го (В) фактора	9,229	5	1,846	1,378	2,5
Взаимодействия - АВ	1,953	5	0,391	0,292	2,5
Остаток (ошибки)	44,21	33	1,34	-	-

Влияние повторностей (N), %	RN = 23,779
Влияние 1-го фактора (А), %	RA = 1,123
Влияние 2-го фактора (В), %	RB = 12,512
Влияние взаимодействий (А*В), %	RAB = 2,647
Влияние остатков (ошибки), %	RZ = 59,939

Общая средняя величина всего эксперимента	X = 44,973
Обобщённая ошибка средней	Sx = 0,579
Ошибка разности частных средних	Sd = 0,818
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для частных средних	= 1,645
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 1-го фактора (А)	= 0,672
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 2-го фактора (В)	= 1,163
Табличный критерий Стьюдента для НСР ($\nu = 0,05$)	= 2,01

МАССИВ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ

(по строкам – уровни фактора В; по столбцам – уровни фактора А, последние строка и столбец – средние средних значений по факторам)

	1	2	3	4	5	6
1	44,1	44,3	44,9	45,2	45,6	45,0
2	45,0	44,2	45,3	45,4	45,3	45,5
0	44,6	44,2	45,1	45,3	45,5	45,2

Урожайность корнеплодов за 2007 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Число вариантов 1-го фактора (А)	M = 2
Число вариантов 2-го фактора (В)	L = 6
Число повторений в исходной таблице	N = 4
Выбранный уровень значимости	$\nu = 0,05$
Число знаков после запятой в результатах расчёта	P0 = 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ — таблица X (M*L, N)

Вариант	1	2	3	4	Средние
1. Контроль	32,7	33,0	35,4	34,1	33,8
2. Акварин	33,9	33,2	35,9	35,8	34,7
3. Мелафен	33,8	34,1	36,3	36,2	35,1
4. Пирафен	34,0	34,2	36,7	35,9	35,2
5. Акварин + Мелафен	35,4	38,1	38,2	35,9	36,9
6. Акварин + Пирафен	35,9	35,5	37,4	38,0	36,7
7. Бор	35,8	35,6	37,8	37,6	36,7
8. Акварин + Бор	36,1	36,2	38,4	38,1	37,2
9. Мелафен + Бор	38,8	36,2	39,9	36,7	37,9
10. Пирафен + Бор	38,6	36,0	40,1	36,5	37,8
11. Акварин + Мелафен + Бор	37,5	38,2	41,1	39,6	39,1
12. Акварин + Пирафен + Бор	36,6	37,5	40,9	39,8	38,7

ДИСПЕРСИЯ	СУММА квадратов	степени свободы	средний квадрат	F-расч.	F-табл.
Общая	198,783	47	-	-	-
Повторений	51,066	3	17,022	19,953	2,89
1-го (А) фактора	75,001	1	75,001	87,917	4,14
2-го (В) фактора	43,365	5	8,673	10,167	2,5
Взаимодействия - АВ	1,198	5	0,24	0,281	2,5
Остаток (ошибки)	28,152	33	0,853	-	-

Влияние повторностей (N), %	RN = 25,689
Влияние 1-го фактора (А), %	RA = 37,73
Влияние 2-го фактора (В), %	RB = 21,815
Влияние взаимодействий (А*В), %	RAB = 0,603
Влияние остатков (ошибки), %	RZ = 14,162

Общая средняя величина всего эксперимента	X = 36,65
Обобщённая ошибка средней	Sx = 0,462
Ошибка разности частных средних	Sd = 0,653
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для частных средних	= 1,313
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 1-го фактора (А)	= 0,536
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 2-го фактора (В)	= 0,928
Табличный критерий Стьюдента для НСР ($\nu = 0,05$)	= 2,01

МАССИВ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ

(по строкам – уровни фактора В; по столбцам – уровни фактора А, последние строка и столбец – средние средних значений по факторам)

	1	2	3	4	5	6
1	33,8	34,7	35,1	35,2	36,9	36,7
2	36,7	37,2	37,9	37,8	39,1	38,7
0	35,3	35,9	36,5	36,5	38,0	37,7
0						
1	35,4					
2	37,9					
0	36,7					

Урожайность корнеплодов за 2008 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Число вариантов 1-го фактора (А)	M = 2
Число вариантов 2-го фактора (В)	L = 6
Число повторений в исходной таблице	N = 4
Выбранный уровень значимости	$\nu = 0,05$
Число знаков после запятой в результатах расчёта	P0 = 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ — таблица X (M*L, N)

Вариант	1	2	3	4	Средние
1. Контроль	42,8	43,0	42,5	43,3	42,9
2. Акварин	42,9	42,1	44,6	44,4	43,5
3. Мелафен	42,8	44,2	44,0	44,6	43,9
4. Пирафен	42,9	43,5	44,2	45,0	43,9
5. Акварин + Мелафен	43,6	45,2	43,9	44,9	44,4
6. Акварин + Пирафен	43,8	45,4	43,6	44,8	44,4
7. Бор	44,0	45,2	45,9	43,3	44,6
8. Акварин + Бор	43,2	45,2	44,0	44,8	44,3
9. Мелафен + Бор	43,0	45,1	44,9	43,4	44,1
10. Пирафен + Бор	43,1	44,9	45,3	43,5	44,2
11. Акварин + Мелафен + Бор	43,4	43,2	46,0	45,4	44,5
12. Акварин + Пирафен + Бор	42,9	44,4	44,7	42,9	43,7

ДИСПЕРСИЯ	СУММА квадратов	степени свободы	средний квадрат	F-расч.	F-табл.
Общая	45,254	47	-	-	-
Повторений	11,643	3	3,881	5,529	2,89
1-го (А) фактора	1,958	1	1,958	2,79	4,14
2-го (В) фактора	2,196	5	0,439	0,626	2,5
Взаимодействия - АВ	6,292	5	1,258	1,793	2,5
Остаток (ошибки)	23,164	33	0,702	-	-

Влияние повторностей (N), %	RN = 25,728
Влияние 1-го фактора (А), %	RA = 4,327
Влияние 2-го фактора (В), %	RB = 4,853
Влияние взаимодействий (А*В), %	RAB = 13,904
Влияние остатков (ошибки), %	RZ = 51,187

Общая средняя величина всего эксперимента	X = 44,035
Обобщённая ошибка средней	Sx = 0,419
Ошибка разности частных средних	Sd = 0,592
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для частных средних	= 1,191
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 1-го фактора (А)	= 0,486
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 2-го фактора (В)	= 0,842
Табличный критерий Стьюдента для НСР ($\nu = 0,05$)	= 2,01

МАССИВ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ

(по строкам – уровни фактора В; по столбцам – уровни фактора А, последние строка и столбец – средние средних значений по факторам)

	1	2	3	4	5	6
1	42,9	43,5	43,9	43,9	44,4	44,4
2	44,6	44,3	44,1	44,2	44,5	43,7
0	43,8	43,9	44,0	44,1	44,5	44,1
0						
1	43,8					
2	44,2					
0	44,0					

Урожайность корнеплодов за 2009 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Число вариантов 1-го фактора (А)	M = 2
Число вариантов 2-го фактора (В)	L = 6
Число повторений в исходной таблице	N = 4
Выбранный уровень значимости	$\nu = 0,05$
Число знаков после запятой в результатах расчёта	P0 = 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ — таблица X (M*L, N)

Вариант	1	2	3	4	Средние
1. Контроль	29,4	30,9	32,1	29,6	30,5
2. Акварин	31,2	32,8	33,6	32,0	32,4
3. Мелафен	32,7	34,7	34,9	33,3	33,9
4. Пирафен	30,8	32,6	32,8	31,4	31,9
5. Акварин + Мелафен	32,6	34,8	35,0	33,0	33,9
6. Акварин + Пирафен	32,7	34,7	33,1	34,7	33,8
7. Бор	32,8	34,9	35,5	33,4	34,2
8. Акварин + Бор	31,6	33,4	33,8	32,8	32,9
9 Мелафен + Бор	32,2	34,3	34,0	33,1	33,4
10. Пирафен + Бор	32,8	34,9	35,1	32,8	33,9
11. Акварин + Мелафен + Бор	32,9	34,3	33,4	34,6	33,8
12. Акварин + Пирафен + Бор	31,7	33,7	34,1	31,7	32,8

ДИСПЕРСИЯ	СУММА квадратов	степени свободы	средний квадрат	F-расч.	F-табл.
Общая	95,178	47	-	-	-
Повторений	32,91	3	10,97	33,127	2,89
1-го (А) фактора	7,058	1	7,056	21,307	4,14
2-го (В) фактора	13,69	5	2,738	8,268	2,5
Взаимодействия - АВ	30,593	5	6,119	18,477	2,5
Остаток (ошибки)	10,928	33	0,331	-	-

Влияние повторностей (N), %	RN = 34,577
Влияние 1-го фактора (А), %	RA = 7,413
Влияние 2-го фактора (В), %	RB = 14,384
Влияние взаимодействий (А*В), %	RAB = 32,143
Влияние остатков (ошибки), %	RZ = 11,482

Общая средняя величина всего эксперимента	X = 33,108
Обобщённая ошибка средней	Sx = 0,288
Ошибка разности частных средних	Sd = 0,407
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для частных средних	= 0,818
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 1-го фактора (А)	= 0,334
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 2-го фактора (В)	= 0,578
Табличный критерий Стьюдента для НСР ($\nu = 0,05$)	= 2,01

МАССИВ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ

(по строкам – уровни фактора В; по столбцам – уровни фактора А, последние строка и столбец – средние средних значений по факторам)

	1	2	3	4	5	6
1	30,5	32,4	33,9	31,9	33,9	33,8
2	34,2	32,9	33,4	33,9	33,8	32,8
0	32,3	32,7	33,7	32,9	33,8	33,3
0						
1	32,7					
2	33,5					
0	33,1					

Урожайность корнеплодов за 2010 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Число вариантов 1-го фактора (А)	M = 2
Число вариантов 2-го фактора (В)	L = 6
Число повторений в исходной таблице	N = 4
Выбранный уровень значимости	$\nu = 0,05$
Число знаков после запятой в результатах расчёта	P0 = 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ — таблица X (M*L, N)

Вариант	1	2	3	4	Средние
1. Контроль	25,1	26,9	27,3	25,5	26,2
2. Акварин	25,8	27,8	26,5	27,5	26,9
3. Мелафен	26,9	29,0	28,2	27,9	28,0
4. Пирафен	27,2	29,0	29,6	27,7	28,4
5. Акварин + Мелафен	27,2	29,5	28,5	28,0	28,3
6. Акварин + Пирафен	27,8	29,9	29,0	28,1	28,7
7. Бор	28,2	30,4	29,6	28,7	29,2
8. Акварин + Бор	27,7	29,7	28,2	29,6	28,8
9. Мелафен + Бор	27,9	29,8	28,3	29,6	28,9
10. Пирафен + Бор	27,6	29,9	28,4	29,3	28,8
11. Акварин + Мелафен + Бор	29,1	31,2	30,8	28,9	30,0
12. Акварин + Пирафен + Бор	28,8	30,8	29,1	30,9	29,9

ДИСПЕРСИЯ	СУММА квадратов	степени свободы	средний квадрат	F-расч.	F-табл.
Общая	89,835	47	-	-	-
Повторений	25,432	3	8,477	24,705	2,89
1-го (А) фактора	27,908	1	27,908	81,33	4,14
2-го (В) фактора	16,917	5	3,383	9,86	2,5
Взаимодействия - АВ	8,256	5	1,651	4,812	2,5
Остаток (ошибки)	11,324	33	0,343	-	-

Влияние повторностей (N), %	RN = 28,309
Влияние 1-го фактора (А), %	RA = 31,065
Влияние 2-го фактора (В), %	RB = 18,831
Влияние взаимодействий (А*В), %	RAB = 9,19
Влияние остатков (ошибки), %	RZ = 12,605

Общая средняя величина всего эксперимента	X = 28,508
Обобщённая ошибка средней	Sx = 0,293
Ошибка разности частных средних	Sd = 0,414
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для частных средних	= 0,833
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 1-го фактора (А)	= 0,34
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 2-го фактора (В)	= 0,589
Табличный критерий Стьюдента для НСР ($\nu = 0,05$)	= 2,01

МАССИВ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ

(по строкам – уровни фактора В; по столбцам – уровни фактора А, последние строка и столбец – средние средних значений по факторам)

	1	2	3	4	5	6
1	26,2	26,9	28,0	28,4	28,3	28,7
2	29,2	28,8	28,9	28,8	30,0	29,9
0	27,7	27,9	28,5	28,6	29,2	29,3
0						
1	27,7					
2	29,3					
0	28,5					

Урожайность корнеплодов за 2011 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Число вариантов 1-го фактора (А)	M = 2
Число вариантов 2-го фактора (В)	L = 6
Число повторений в исходной таблице	N = 4
Выбранный уровень значимости	$\nu = 0,05$
Число знаков после запятой в результатах расчёта	P0 = 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ — таблица X (M*L, N)

Вариант	1	2	3	4	Средние
1. Контроль	48,0	47,9	49,2	50,1	48,8
2. Акварин	48,8	51,1	52,4	51,3	50,9
3. Мелафен	50,8	50,2	53,4	52,2	51,7
4. Пирафен	51,2	50,0	52,9	53,1	51,8
5. Акварин + Мелафен	50,5	51,9	53,6	52,4	52,1
6. Акварин + Пирафен	50,6	50,8	53,7	52,7	51,9
7. Бор	51,6	53,4	52,3	53,5	52,7
8. Акварин + Бор	52,8	53,1	55,8	55,1	54,2
9 Мелафен + Бор	54,4	53,9	55,8	55,5	54,9
10. Пирафен + Бор	53,5	54,1	55,6	56,4	54,9
11. Акварин + Мелафен + Бор	53,9	53,6	56,9	56,4	55,2
12. Акварин + Пирафен + Бор	54,7	53,9	56,0	56,6	55,3

ДИСПЕРСИЯ	СУММА квадратов	степени свободы	средний квадрат	F-расч.	F-табл.
Общая	248,007	47	-	-	-
Повторений	49,018	3	16,339	34,97	2,89
1-го (А) фактора	133,339	1	133,339	285,373	4,14
2-го (В) фактора	49,359	5	9,872	21,128	2,5
Взаимодействия - АВ	0,871	5	0,174	0,373	2,5
Остаток (ошибки)	15,419	33	0,467	-	-

Влияние повторностей (N), %	RN = 19,765
Влияние 1-го фактора (А), %	RA = 53,764
Влияние 2-го фактора (В), %	RB = 19,902
Влияние взаимодействий (А*В), %	RAB = 0,351
Влияние остатков (ошибки), %	RZ = 6,217

Общая средняя величина всего эксперимента	X = 52,867
Обобщённая ошибка средней	Sx = 0,342
Ошибка разности частных средних	Sd = 0,483
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для частных средних	= 0,972
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 1-го фактора (А)	= 0,397
НСР (уровень значимости $\nu = 0,05$) для 2-го фактора (В)	= 0,687
Табличный критерий Стьюдента для НСР ($\nu = 0,05$)	= 2,01

МАССИВ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ

(по строкам – уровни фактора В; по столбцам – уровни фактора А, последние строка и столбец – средние средних значений по факторам)

	1	2	3	4	5	6
1	48,8	50,9	51,7	51,8	52,1	51,9
2	52,7	54,2	54,9	54,9	55,2	55,3
0	50,8	52,6	53,3	53,4	53,7	53,6
0						
1	51,2					
2	54,5					
0	52,9					

Содержание пектиновых веществ, % на сухое вещество

Вариант	Год исследований					
	2006 год		2007 год		2008 год	
	Повторность					
	1	2	1	2	1	2
1. Контроль	12,4	12,2	13,0	12,6	14,0	13,8
2. Акварин	12,5	12,1	12,6	12,4	13,8	13,4
3. Мелафен	12,1	12,1	12,5	12,3	13,5	13,7
4. Пирафен	11,2	11,2	11,8	11,4	13,2	13,6
5. Акварин + Мелафен	11,3	11,3	11,7	11,9	13,0	13,4
6. Акварин + Пирафен	11,1	10,9	11,5	11,3	13,2	13,0
7. Бор	11,0	11,0	11,5	11,5	13,0	13,0
8. Акварин + Бор	11,2	11,0	11,6	11,2	13,2	12,8
9 Мелафен + Бор	11,1	10,9	11,3	11,1	13,0	12,6
10. Пирафен + Бор	11,2	11,0	11,7	11,3	12,1	12,5
11. Акварин + Мелафен + Бор	10,9	10,7	10,7	11,1	12,0	12,4
12. Акварин + Пирафен + Бор	11,0	10,8	11,3	11,1	12,1	12,3

Содержание клетчатки, % на сухое вещество

Вариант	Год исследований					
	2006 год		2007 год		2008 год	
	Повторность					
	1	2	1	2	1	2
1. Контроль	5,21	5,01	5,20	5,52	6,10	6,22
2. Акварин	4,62	5,14	4,91	5,17	5,98	6,18
3. Мелафен	4,64	5,08	5,10	4,86	5,87	5,97
4. Пирафен	4,14	4,32	4,12	4,56	5,12	5,48
5. Акварин + Мелафен	4,03	4,43	4,14	4,58	5,21	5,43
6. Акварин + Пирафен	4,15	4,33	4,50	4,86	5,33	5,63
7. Бор	4,11	4,29	4,18	4,44	5,35	5,45
8. Акварин + Бор	4,11	4,25	4,12	4,32	5,24	5,38
9 Мелафен + Бор	4,96	4,64	4,82	4,90	5,47	5,37
10. Пирафен + Бор	4,68	4,72	4,80	4,84	5,43	5,57
11. Акварин + Мелафен + Бор	4,00	4,22	4,96	4,28	5,07	5,17
12. Акварин + Пирафен + Бор	4,03	4,39	4,36	4,86	5,11	5,21

Дигестия, в % на сырую массу

Вариант	Год исследований					
	2006 год		2007 год		2008 год	
	Повторность					
	1	2	1	2	1	2
1. Контроль	17,8	18,2	17,2	18,0	15,6	16,0
2. Акварин	19,9	20,5	17,4	18,2	15,6	16,2
3. Мелафен	20,1	19,9	18,3	18,5	15,7	16,1
4. Пирафен	19,8	20,4	18,3	18,9	16,0	16,2
5. Акварин + Мелафен	20,0	20,0	18,2	18,8	15,9	16,3
6. Акварин + Пирафен	18,8	19,2	18,4	18,8	16,0	16,0
7. Бор	20,4	19,8	18,6	19,0	16,2	16,6
8. Акварин + Бор	19,9	20,5	19,1	18,7	15,9	16,5
9 Мелафен + Бор	19,6	20,2	19,0	18,4	16,4	16,6
10. Пирафен + Бор	19,9	20,1	19,1	18,3	16,3	16,7
11. Акварин + Мелафен + Бор	20,0	20,4	19,0	18,2	16,5	16,9
12. Акварин + Пирафен + Бор	20,1	20,5	18,7	19,3	16,5	16,7

Доброкачественность сока, у.е.

Вариант	Год исследований					
	2006 год		2007 год		2008 год	
	Повторность					
	1	2	1	2	1	2
1. Контроль	86,4	87,0	83,0	80,6	84,5	84,9
2. Акварин	86,8	87,2	84,5	84,1	84,7	85,1
3. Мелафен	87,4	88,0	84,3	84,9	84,3	84,9
4. Пирафен	86,8	87,4	85,7	84,7	84,7	85,1
5. Акварин + Мелафен	87,3	87,9	85,0	85,2	84,8	85,0
6. Акварин + Пирафен	88,2	89,0	85,0	85,6	85,9	86,3
7. Бор	89,6	90,2	85,3	85,9	85,7	86,9
8. Акварин + Бор	89,4	90,2	85,1	85,7	86,3	86,8
9 Мелафен + Бор	89,7	90,3	86,0	86,2	87,2	86,6
10. Пирафен + Бор	89,8	90,0	85,9	86,7	86,3	87,1
11. Акварин + Мелафен + Бор	90,6	91,2	87,4	86,8	86,6	88,4
12. Акварин + Пирафен + Бор	90,6	91,0	87,2	87,2	87,1	87,4