

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный аграрный университет»

Агрономический факультет

Кафедра «Растениеводство и плодовоовощеводство»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: **«УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
САХАРА-ПЕСКА В УСЛОВИЯХ БУИНСКОГО САХАРНОГО ЗАВОДА»**

Направление подготовки: 35.03.07 «Технология производства и переработки
сельскохозяйственной продукции»

Направленность (профиль): «Технология производства и переработки
продукции растениеводства»

Студент: Гарнизова Лидия Николаевна _____
Ф.И.О. подпись

Руководитель: Сержанов И.М. _____
Ф.И.О. профессор
ученое звание подпись

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите (протокол № 8 от 14
июня 2018 г.)

Зав. кафедрой: Амиров М.Ф. _____
Ф.И.О. д.с.-х.н., профессор
ученое звание подпись

Казань – 2018 г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	5
1.1 Современные технологии производства сахарного песка в Российской Федерации	5
1.2 Факторы продуктивности производства сахарной свеклы	6
1.3 Основы свеклосахарного производства	11
1.4 Совершенствование технологии производства сахара-песка	17
2 СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	22
2.1 Материал, методика и условия проведения исследований	22
2.2 Анализ производственно-экономической деятельности предприятия	33
2.3 Результаты экспериментальных исследований	37
2.3.1 Технология производства сельскохозяйственной продукции (растениеводства или животноводства с учетом профиля (направленности))	37
2.3.2 Технология переработки (хранения) сельскохозяйственной продукции (растениеводства или животноводства с учетом профиля (направленности))	57
2.3.3 Экспериментальная часть	68
2.3.4 Экономическая оценка результатов экспериментальных исследований	74
3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	76
4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	85
ВЫВОДЫ	94
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	97
ПРИЛОЖЕНИЯ А	100
ПРИЛОЖЕНИЯ Б	101

Введение

Сахар – пищевой продукт, представляющий собой сахарозу высокой степени чистоты. Сахар занимает особое место в рационе питания человека и является незаменимым источником энергии. В химической промышленности из сахара получают тысячи производных, используемых в самых разных областях, включая производство пластмасс, фармацевтических препаратов, шипучих напитков и замороженных пищевых продуктов [24].

Сахарная промышленность вносит значительный вклад в формирование продовольственных фондов и создание стратегических запасов продовольствия в стране. Устойчивость развития рынка сахара, ассортимент продукции, ее качество и цены во многом определяют уровень жизни населения. В сахарной промышленности России продолжает сохраняться глубокая импортная зависимость. В связи с этим назрела острая необходимость создания условий для устойчивого развития отечественной сахарной промышленности, насыщения рынка собственной продукцией и обеспечения продовольственной безопасности страны в целях повышения уровня самообеспечения сахаром. Это будет способствовать устойчивому социально-экономическому развитию России.

Поэтому изучение производства сахара для дальнейшего исследования и разработки рекомендаций в данной области является актуальной и интересной задачей.

Цель выпускной квалификационной работы – усовершенствование технологии производства сахар-песка в условиях ООО «Буинский сахар», согласно цели в работе необходимо решить следующие задачи:

- изучить технологию производства сахарной свеклы в условиях ООО «Агрофирма «Дубрава» Кайбицкого района;
- изучить технологию производства сахар-песка в условиях ООО «Буинский сахар» г. Буинск, РТ;

- изучить и проанализировать технологию переработки сахарной свеклы;
- рассмотреть нормативные требования к качеству основного сырья и готового продукта;
- рассчитать материальный баланс процесса переработки сахарной свеклы, его сушки и упаковки;
- дать экономическое обоснование технологии получения сахара-песка и оценку эффективности.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Современные технологии производства сахарного песка в Российской Федерации

До начала рыночных преобразований выращиванием сахарной свеклы в Российской Федерации занимались 5600 сельхозпредприятий, семена культуры размножались в 96 специализированных семеноводческих хозяйствах и обрабатывались на 5 семенных заводах. Переработка сахарной свеклы производилась на 85 сахарных заводах. В период 1986-1990 гг. в России ежегодно вырабатывалось 2,85 млн. т сахара из сахарной свеклы (71,5%) и 1,15 млн. т из сахара-сырца (28,5%), а еще около 1,7 млн. т сахара завозилось из Украины. Таким образом, уровень самообеспеченности РФ свекловичным сахаром находился на уровне 50%.

За годы реформ доля продукта, вырабатываемого из собственных сырьевых ресурсов, неуклонно снижалась. Из сахарной свеклы ежегодно производилось только 1,48 млн. т сахара (24% от общего объема потребления), тогда как импортированного сырца вырабатывалось более 4,5 млн. т. (76%). Таким образом, государство утратило продовольственную безопасность по этому стратегическому продукту питания [31].

Высокие внутренние цены на сахар и принятый бессрочный режим импорта сделали достаточно привлекательными инвестиции свеклосахарный комплекс России. В разных регионах все чаще появляются примеры эффективного вложения средств в:

1. расширение посевных площадей сахарной свеклы всеми хозяйствами, с учетом севооборота, удаленности от сахарных заводов и состояния почвы (кислотностью др.);
2. авансирование и поставку ТМЦ платежеспособным хозяйствам;
3. развитие собственных агрофирм;

4. создание при сахарных заводах собственных машинотракторных станций (включая уборочные комплексы и микроавтобусы с запчастями и оборудованием по ремонту сельскохозяйственной техники);

5. устранение узких мест технологической цепочки на сахарных заводах, снижение энергоемкости и материалоемкости производства сахара;

6. развитие инфраструктуры по уборке, транспортировке, приемке и хранению сахарной свеклы;

7. развитие инфраструктуры по хранению и перевалке сахара и побочных продуктов (мелассы и гранулированного жома);

8. газификация и запуск новых жомосушильных установок с грануляторами;

9. увеличение мощностей по переработке сахарной свеклы.

1.2 Факторы продуктивности производства сахарной свеклы

Продуктивность российского свеклосахарного комплекса постоянно увеличивается.

Высокая продуктивность сахарной свеклы – один из основных факторов, влияющих на снижение себестоимости и повышение рентабельности ее производства, которая в свою очередь обусловлена совершенством технологии, хранения и получения сахара при переработке свеклосырья на заводе. Для того, чтобы вырастить высокий урожай с хорошими технологическими параметрами качества корнеплодов, необходимо строго выполнять разработанные учеными зональные рекомендации. Нарушение хотя бы одного из элементов технологии может привести к значительному снижению урожая и выхода сахара с гектара посевов [26].

По мнению доктора сельскохозяйственных наук, члена РАСХН А.В. Корниенко, для удешевления производства в свеклосахарной отрасли необходимо:

1. обеспечить сахарные заводы сырьем для переработки его в

оптимальные сроки (80-120 суток);

2. строго соблюдать технологическую дисциплину;
3. применять прогрессивные низко-затратные ресурсосберегающие технологии возделывания свеклы;
4. заменить расходуемые ресурсы на низко затратные (химические препараты на биологические средства и агротехнические приемы).

Обеспечение переработки свеклы в течение 80-120 суток – основное условие удешевления производства сахара, поскольку при этом наиболее рационально окупаются средства, затраченные на подготовку сахарного завода к сезону сахароварения, и включаются излишние потери из-за длительного хранения сырья.

В этой связи целесообразно объединение сахарного завода со свеклосеющими хозяйствами в агрокомбинат, так как хозяйствам с такой задачей в одиночку не справиться. В то же время заводу трудно пополнять оборотные средства хозяйств, необходимые для производства требуемого количества сахарной свеклы. В помощь ему необходима управляющая инвестиционная компания, вместе с которой на паритетных началах можно было бы реально помочь свеклосеющим хозяйствам приобрести семена, удобрения, гербициды, ГСМ, запасные части для восстановления техники, а наиболее слабым хозяйствам – предоставить в аренду технику для проведения полевых работ. Для этого сахарному заводу и управляющей компании следует создать на паях машинно-технологическую станцию с соответствующим набором свекловичной техники.

Но параллельно с реформированием свеклосахарной отрасли путем кооперации и интеграции сельхоз. Производителей, сахарных заводов и инвестиционных компаний, необходимо достигнуть современного конкурентоспособного уровня производства продукции на основе применения лучших мировых достижений [14].

Л.С. Зенин, кандидат технических наук и Г.Я. Сергеев, кандидат сельскохозяйственных наук говорят о том, что в практику отечественного

свекловодства необходимо внедрять прогрессивные зарубежные технологии. /8/

В Западной Европе (Германия, Франция и др.) средний уровень урожайности сахарной свеклы превышает 50-60 т/га. В Центральном Черноземье России даже при самом высоком уровне агрофона получают не более 40-50 т/га.

Исследования ВНИИСС и других научных учреждениях показывают, что европейскую технику и, в первую очередь, оборотные и поворотные плуги целесообразно использовать на российских полях. Но пока непреодолим препятствием для этого является их высокая стоимость. Специалисты ВНИИСС рекомендуют в российских условиях:

1. использовать в первую очередь отвальные и безотвальные плуги отечественного производства;
2. применять глубокую отвальную вспашку под пар и безотвальное осеннее глубокое рыхление почвы под сахарную свеклу;
3. сочетать относительно мелкую (на 20-25 см) вспашку с последующим более глубоким безотвальным рыхлением – чизелеванием при основной обработке под свеклу [10].

Современные высокопродуктивные и экономически выгодные технологии предусматривают точных посев высококачественных семян на конечную густоту, из расчета 6-7 семян на 1 м рядка или 1,3-1,4 ПЕ на 1 га.

Посевной материал должен иметь лабораторную всхожесть не менее 90-95%, однородность – не менее 95-97%, выравненность – не менее 90%. А также для получения наиболее высоких урожаев должны использоваться семена районированных сортов и гибридов.

Перечисленным требованиям в настоящее время наиболее полно соответствуют импортные дражированные семена. Однако при возделывании зарубежных гибридов отмечены случаи заболевания свеклы, как во время ее вегетации, так и при послеуборочном хранении. Чтобы избежать этого, необходимо собрать информацию об опыте возделывания этих семян в схожих по условиям хозяйствах.

При отсутствии заболеваний зарубежные гибриды по урожайности превосходят районированные отечественные сорта на 25% или на 7-10 т/га и более. Несмотря на высокую стоимость импортных дражированных семян (4-5 тыс. руб/га) дополнительные прибавки урожайности обеспечивают прибыль, достигающую 7-9 тыс. руб/га. Современные технологии не предусматривают проведение послепосевных довсходовых обработок, так как они не решают проблемы засоренности, не исключают необходимости применения гербицидов и не сокращают их расход, но создают опасность изреживания всходов, необоснованно увеличивают затраты на возделывание свеклы [14].

Обеспечить точный высев семян могут как пневматические, так и механические сеялки. В настоящее время хозяйствам предлагаются, в основном, пневматические импортные сеялки и их отечественные аналоги. Качество работы у них примерно одинаковое, поэтому предпочтение следует отдавать сеялкам отечественного производства, так как они в несколько раз дешевле импортных. На промышленность продолжает выпускать механические сеялки ССТ-12В, которые могут обеспечить точный высев семян при условии их оснащении усовершенствованными высевающими дисками. Практика показала, что такие сеялки надежны в работе и долговечны, их можно использовать при более широком диапазоне изменения условий сева.

Известно, что в настоящее время в передовых свеклосеющих странах преобладают технологии, основанные на подавлении сорной растительности после всходов гербицидами. Этот метод, исключающий необходимость ручных работ при уходе за посевами, получают все большее распространение и в нашей стране. При этом чаще применяется сплошная обработка гербицидами.

Есть мнение, что при сплошных обработках гербицидами, которые практически полностью подавляют сорняки, отпадает необходимость в рыхлении почвы в междурядьях. По мнению ВНИИСС, во многих случаях их невозможно исключить, прежде всего, потому что в засушливых условиях поверхность почвы сильно переуплотняется. Образуются большие трещины, происходит интенсивная потеря влаги и уменьшается урожай свеклы. Поэтому

целесообразно иметь в свеклосеющих хозяйствах УСМК – 5,4; КРШ –8,1; КМС –5,4; КФ –5,4 и др. для своевременного проведения культиваций междурядий, если в этом возникла необходимость.

Используют полосное внесение гербицидов, совмещенное с культивацией междурядий и позволяет снизить затраты на гербициды, примерно, в 3 раза или на 2600 и более руб/га. ВНИИСС не располагает сведениями об условиях и целесообразности приобретения за рубежом комплекса технических средств для полосного внесения гербицидов, а в России их производства пока не налажено.

При полосном внесении гербицидов предпочтительно использовать 18-рядные сеялки. В России СТВС-18 выпускает АО «Союз» (Казань) и КРШ-8,1 – Грязинский культиваторный завод и др.

Производительность работ на этой технике повышается примерно в 1,5 раза, что позволяет провести сев и уход за посевами в сжатые сроки. При этом уменьшается потребность в тракторах и высококвалифицированных механизаторах [14].

Одной из наиболее острых и нерешенных проблем при возделывании сахарной свеклы в России остается своевременное и качественное выполнение уборки этой культуры. Стоимость уборочных работ составил 6 тыс. руб/га или около 40% всех затрат на производства свеклы. В то же время из-за несовершенства и нехватки комбайнов потери урожая достигают 30-40%, а часть посевов в отдельные годы остается необранной.

В настоящее время свеклосеющим хозяйствам России предлагают различные уборочные комплексы для одно-двух и трехфазной уборки свеклы, включающий обрезку ботвы, выкопку корнеплодов с укладкой их на поле в валок и подборку из валка в транспортное средство.

Сравнение работы зарубежных и отечественных комбайнов дало следующие результаты: необходимость совершенствования рабочих органов как наших, так и зарубежных машин в направлении щадящего взаимодействия с корнеплодами сахарной свеклы, чтобы снизить их повреждения и потери

свеклы.

Наименьшие затраты на уборку сахарной свеклы, в том числе и на приобретении техники, возможны при использовании отечественных свеклоуборочных агрегатов модульного типа в составе тракторов типа ЛТЗ-155 или ВТ-100 ДС и др., а также ботво – и корнеуборочных агрегатов типа КС-6 и др. [14].

1.3 Основы свеклосахарного производства

Сахар – практически чистая сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$), обладающая сладким вкусом, легко и полностью усваиваемая организмом, способствующая быстрому восстановлению затраченной энергии.

Сахароза – это дисахарид, который под действием кислоты или фермента расщепляется на глюкозу и фруктозу (инвертный сахар). Сахароза может находиться в двух состояниях: кристаллическом и аморфном. По химической природе сахар является слабой многоосновной кислотой, дающей с оксидами щелочных и щелочноземельных металлов соединения – сахараты.

Сахароза хорошо растворяется в воде, при повышении температуры ее растворимость возрастает. В растворах сахароза является сильным дегидратором. Она легко образует пересыщенные растворы, кристаллизация в которых начинается только при наличии центров кристаллизации. Скорость этого процесса зависит от температуры, вязкости раствора и коэффициента пересыщения.

Исходным сырьем для получения сахара являются сахарная свекла и сахарный тростник. Благодаря более высокой урожайности сахарного тростника по сравнению с сахарной свеклой с каждого гектара его посевов получают сахара примерно в 2 раза больше, хотя содержание сахарозы в стеблях сахарного тростника несколько меньше, чем в сахарной свекле [20].

Сахарная промышленность выпускает следующие виды сахара:

- сахар-песок — сыпучий пищевой продукт белого цвета (без комков), имеющий сладкий вкус без посторонних привкусов и запахов (с содержанием влаги не более 0,14 %, сахарозы не менее 99,75 %, металлопримесей не более 3 мг на 1 кг сахара, с размерами не более 0,3 мм);

- сахар жидкий — жидкий пищевой продукт светло-желтого цвета, сладкий на вкус, без посторонних привкусов и запахов (с содержанием сахарозы не менее 99,8 % для высшей категории и не менее 99,5 % для первой категории, с содержанием сухих веществ не менее 64 %);

- сахар-рафинад — кусковой прессованный сахар, рафинадный сахар-песок и рафинадная пудра белого цвета, сладкие на вкус, без посторонних привкусов и запахов (с содержанием сахарозы не менее 99,9 %, редуцирующих веществ не более 0,03 %, влаги не более 0,2 %).

Свеклосахарное производство условно делят на три основных технологических отделения: свеклоперерабатывающее, в котором осуществляют подготовительные операции со свеклой и извлечение диффузионного сока; сокоочистительное, в котором производят очистку диффузионного сока от несахаров и сгущение его до сиропа; продуктивное, где проводится выкристаллизовывание сахарозы из сиропа и оттеков с получением готового продукта [17].

Наиболее важными операциями при производстве сахара-песка являются операции сокоочистительного отделения. Диффузионный сок — поликомпонентная система. Он содержит сахарозу и несахара, представленные растворимыми белковыми, пектиновыми веществами и продуктами их распада, редуцирующими сахарами, аминокислотами, амидами кислот, слабыми азотистыми основаниями, солями органических и неорганических кислот. До начала кристаллизации диффузионный сок следует очистить. Это и является одной из основных задач технологии сахарного производства.

Очистку сока начинают с удаления мезги, а затем применяют известково-углекислотный способ очистки. Суть его заключается в обработке

диффузионного сока известью с последующим осаждением ее избытка диоксидом углерода.

Обработка сока известью получила название дефекации, а осаждение избытка известкового молока диоксидом углерода – сатурации. Дефекацию подразделяют на преддефекацию и основную дефекацию [11].

Применение негашеной извести для очистки диффузионного сока в небольших количествах (0,2-0,3 % массы свеклы) приводит к возрастанию рН до 10,08-11,4. Этот прием получил название преддефекации. Цель его – создать оптимальные условия для максимального осаждения веществ коллоидной дисперсии (ВКД), высокомолекулярных соединений (ВМС) и нерастворимых солей кальция некоторых органических кислот, а также способствовать образованию коагулята, структура которого была бы достаточно устойчивой к избыточному количеству ионов кальция в условиях высоких значений рН 12,3-12,4 и температуры 85-90 °С.

В процессе преддефекации идут два типа реакций, приводящих к очистке диффузионного сока от несахаров. Первый тип реакций связан с коагуляцией ВКД и ВМС, второй – с нейтрализацией кислот и осаждением кристаллоидов. К проведению основной дефекации приступают сразу после преддефекации, не проводя промежуточного фильтрования. При этом расходуют до 2/3 всей извести, предназначенной для очистки диффузионного сока. В результате проведения преддефекации и дефекации получают продукт, содержащий в себе коагулят ВКД и ВМС, редуцирующие вещества и продукты их распада, красящие вещества, соли карбоновых кислот, а также гидроксид кальция в растворе и осадке. Данный продукт получил название дефекованного сока, который в силу физических особенностей входящего в его состав коагулята не подлежит фильтрации [7].

Сатурация – это процесс, представляющий собой обработку дефекованного сока диоксидом углерода. Различают I и II сатурацию. Цель I сатурации – полное отделение осажденных известью на преддефекации и основной дефекации несахаров, достижение максимального эффекта адсорбции

не осаждаемых известью нес сахаров и образование структуры осадка с хорошими седиментационными и фильтрационными свойствами. Оптимальной температурой первой сатурации считают 83-87 °С.

Сок, прошедший I сатурацию, представляет собой суспензию, состоящую из жидкой и твердой фаз. Перед проведением II сатурации необходимо отделить твердую фазу от жидкой. Разделение суспензии осуществляют фильтрованием, которое проводят при помощи пористой перегородки и формирующегося на ней фильтрационного осадка.

Фильтрованный сок I сатурации, или декантат, содержит кроме сахарозы растворимые соли кальция, гидроокиси кальция, калия и натрия. Значение его рН составляет 10,8-11,4. Удаление из него всех растворимых солей и гидроокисей и доведение его рН до 9,2-9,5 – цель II сатурации. Оптимальная температура при проведении II сатурации составляет 85-92 °С.

По окончании процесса полученную суспензию подают в отстойники – дозреватели, где она разделяется на декантат и фильтрационный осадок. Декантат направляют на фильтрацию, а фильтрационный осадок (плотность 1,15-1,18 г/см³) возвращают на стадию преддефекации [23]. Сульфитация – процесс обработки сока или сиропа сернистым газом или сернистой кислотой. Сульфитация проводится с целью снижения вязкости сахаросодержащих растворов и понижения их окрашенности. Сульфитированный сироп фильтруют для отделения осадка. Сульфитация сока направлена не на его дальнейшую очистку, а на его частичную консервацию и обесцвечивание. При проведении этого приема обработку сока ведут так называемым сульфитационным газом (смесь 10-15 % диоксида серы и 85-90 % воздуха, температура 45-50 °С). Сернистый газ, реагируя с водой, превращается в сернистую кислоту, которая является хорошим антисептиком и восстановителем. Она, реагируя с непредельными соединениями, восстанавливает последние, превращая их в бесцветные вещества. Но эти вещества не удаляются из сока, а остаются в нем.

Сульфитированный очищенный сок II сатурации представляет собой ненасыщенный раствор сахарозы, содержащий в своем составе до 10 % несхаров (от массы сухого вещества). Для осаждения из него сахарозы в виде кристаллов следует повысить ее концентрацию до перенасыщенного состояния. С этой целью прибегают к сгущению сока [25].

Выпаривание сока до сиропа ведут в выпарных установках, а уваривание сиропа – в выпарных аппаратах под разрежением (вакуум-аппаратах). При сгущении сиропа изменяются его pH и цветность, образуется осадок. После выхода сиропа из выпарной установки его смешивают с клеровкой II и III кристаллизации и сульфитируют. Полученный продукт прозрачен, содержит 60-65 % сухих веществ, имеет pH 7,8-8,2 и цветность не более 40 усл. ед. В его составе все еще содержится значительное количество несхаров (до 2/3 начального количества). Эти вещества будут отделены от сахарозы на последних этапах производства во время ее кристаллизации и попадут в мелассу.

Сахар из сиропа в продуктовом отделении выделяется в результате процесса кристаллизации. Кристаллы начинают образовываться при достижении определенной степени перенасыщенности продукта. Кристаллизацию сахарозы осуществляют увариванием сиропа в вакуум-аппаратах. Продукт, в котором началось и идет образование кристаллов сахарозы, называют утфелем. Общее время уваривания утфеля кристаллизации составляет в зависимости от чистоты сиропа 2,0-2,5 ч.

После выгрузки утфеля на центрифугах отделяют кристаллы сахара от межкристалльной жидкости. Таким образом, формируется первый оттек утфеля кристаллизации. Для более полного удаления несхаров с поверхности кристаллов сахара их промывают или обрабатывают паром. Считается, что оптимальный расход воды, идущей на промывку, должен составлять 3,0-3,5 % массы утфеля, а температура промывочной воды – от 80-90 °С. Данный прием получил название пробелки, так как в результате его проведения удаляются вещества, придающие кристаллам сахара желтый цвет. Образующаяся при этом

вода формирует второй оттек утфеля кристаллизации. Общая продолжительность центрифугирования и промывки сахара составляет 5 мин (3,5-4,0 мин фильтрование и 30 с промывка). Продолжительность полного цикла уваривания утфеля II кристаллизации зависит от чистоты увариваемой массы и составляет 300-330 мин. По окончании уваривания утфель II кристаллизации выгружают в приемную утфелемешалку и центрифугируют сразу же без охлаждения при температуре 65-70 °С.

Из-за повышенной вязкости и загрязненности увариваемой массы кристаллизацию сахара на последней ступени проводят в два этапа. На первом этапе утфель уваривают в вакуум-аппарате до содержания сухих веществ 94-95 %. При этом текучесть продукта резко снижается. Для ее восстановления продукт разбавляют водой и, восстановив текучесть, выгружают в кристаллизационную установку для проведения второго этапа кристаллизации [25].

В кристаллизационной установке применяют способ непрерывной кристаллизации утфеля охлаждением. После завершения процесса кристаллизации утфель нагревают на 6-8°С и центрифугируют. При этом получают один оттек – мелассу. Сахар III кристаллизации на центрифугах не промывают, его растворяют в аффинирующем растворе – разбавленном растворе первого оттека утфеля I кристаллизации. Полученный продукт называют аффинационным утфелем. Его направляют на стадию центрифугирования утфеля II кристаллизации. В результате этого процесса, как уже было сказано ранее, получают желтый сахар, который растворяют в очищенном диффузионном соке и доводят его концентрацию до концентрации сиропа (60-65 % сухих веществ). Полученный продукт называют клеровкой и направляют его на стадию сульфитации сиропа [8].

Влажность сахара-песка, выгружаемого из центрифуги, может достигать до 1,5 %. Для сушки сахара-песка используют разнообразные типы сушилок. Наиболее распространены барабанные сушилки и сушильно-охладительные

установки. Сахар, предназначенный для хранения в мешках, сушат до 0,14 %, а для бестарного хранения в силосах – до 0,04 % .

1.4 Совершенствование технологии производства сахара-песка

В 2010 г. в России выработано 5,59 млн. т сахара-песка, из которых только 2,47 млн. т - из свеклы, а остальное его количество - из тростникового сахара-сырца, т.е. производство сахара-песка из отечественного сырья составляет чуть более 40 %. При этом суммарная производственная мощность всех сахарных заводов России составляет около 263 тыс. т в сутки, что позволяет переработать до 29 млн. т сахарной свёклы и произвести до 4,0 млн. т сахара-песка. Сложившаяся ситуация обостряет проблему продовольственной безопасности страны и ставит население России в зависимость от мирового рынка сахара.

Существующие с середины 90-х годов проблемы в сельском хозяйстве России также отразились на возделывании сахарной свеклы: сократились посевные площади, выросли цены на семена, минеральные удобрения и уборочную технику [15]. Все это привело к нарушению технологии выращивания свеклы, снижению ее урожайности, повышению поврежденности корнеплодов и их загрязненности, нарушению сроков уборки и условий хранения. Наметившаяся в последние годы тенденция увеличения валового сбора сахарной свеклы в РФ, происходящая на фоне стабильного повышения ее урожайности, сделала актуальной проблему возрождения сахарной промышленности.

В настоящее время номинальное число сахарных заводов России - 93, из которых лишь 78 заводов в 2005 г. перерабатывали сахарную свеклу. Отечественная сахарная промышленность сейчас переживает не лучшие времена: резкое подорожание оборудования, отсутствие централизованных капиталовложений и собственных средств привели в последние десятилетия к

сокращению мероприятий, направленных на реконструкцию и перевооружение действующих и строительство новых заводов [11].

Таким образом, можно сделать вывод, что повышение эффективности сахарного производства возможно лишь за счет совершенствования современных технологических схем производства сахара-песка из сахарной свеклы. В частности, необходима разработка комбинированных технологических схем очистки диффузионного сока, полученного из свеклы различного качества, позволяющих при небольших затратах получать максимальный эффект удаления несахаров с целью повышения выхода готовой продукции.

Большинство несахаров диффузионного сока отрицательно влияет на технологию получения сахара-песка и его качественные показатели [11]. Поэтому для достижения высокого выхода готовой продукции, соответствующей требованиям ГОСТа, следует обеспечить необходимые условия повышения эффективности удаления несахаров диффузионного сока.

Первая ступень кристаллизации определяет качество и выход товарного сахара-песка, затраты топливно-энергетических ресурсов и экономические показатели работы завода в целом. На расход топлива влияет подача воды в вакуум-аппарат для растворения повторно образовавшихся кристаллов и подача воды в центрифуги при пробеливании, которые зависят от размера и однородности кристаллов в утфеле.

Основным условием получения однородной кристаллоструктуры в составе утфеля первой кристаллизации является проведение процесса при равенстве скоростей создания пересыщения и роста кристаллов, позволяющем исключить повторное кристаллообразование. Большую роль при этом играет поддержание оптимального рабочего пересыщения, учёт латентного периода кристаллообразования, способ производства кристаллической основы для утфеля и наличие эффективного метода контроля кристаллоструктуры [16].

Проблему снижения расхода пара и топлива на первой ступени кристаллизации невозможно решить без применения современной системы

автоматизации. С целью совершенствования теоретических основ технологии получения утфеля первой кристаллизации предложено учитывать длительность латентного периода кристаллообразования. Получено регрессионное уравнение максимального рабочего коэффициента пересыщения при получении утфеля первой кристаллизации, учитывающее длительность латентного периода кристаллообразования, чистоту и температуру раствора. Предложено ввести в математическую модель управления процессом наращивания кристаллов уравнение максимального рабочего коэффициента пересыщения.

За рубежом коэффициент извлечения сахарозы из свеклы составляет 84,86 %, из которых в мелассу попадает 6,8 % [16]. При этом неопределяемые потери сахарозы в 1,5-2 раза выше определяемых. На зарубежных сахарных заводах потери от разложения сахарозы составляют 0,15 - 0,44% к массе переработанной свеклы, а на отечественных - от 0,44 до 1,5 %.

Улучшить эти показатели в технологическом процессе и повысить рентабельность сахарного производства в России в настоящее время возможно в основном за счет совершенствования существующих технологий и использования более прогрессивного оборудования. Особенно это касается таких определяющих процессов для повышения выхода и качества сахара, как кристаллизация сахара и центрифугирование утфеля I продукта. Их эффективность в значительной степени зависит от качества исходного сырья и технологии его переработки.

Новые научные и технические решения для повышения эффективности уваривания утфеля I и его разделения в центрифугах позволяют не только повысить выход сахара-песка, но и обеспечить его более высокое качество при сокращении экономических затрат на их реализацию в производстве. Поэтому данная диссертационная работа посвящена этой актуальной проблеме [16].

Повысить эффективность сахарного производства в настоящее время можно, в основном, за счет дальнейшего развития и совершенствования традиционных технологий с использованием существующего технологического

оборудования, в частности увеличения выхода сахара за счет совершенствования технологии кристаллизации утфеля последнего продукта. На последней ступени кристаллизации сахарозы с мелассой выводится около 2/3 несахаров диффузионного сока и продуктов их разложения. Наличием оставшихся несахаров в мелассе обусловлено и высокое содержание сахара в ней, что составляет примерно 70 % от всех потерь в свеклосахарном производстве. Поэтому эффективность проведения последней ступени кристаллизации сахарозы в значительной степени определяет технико-экономические результаты работы сахарного завода .

Сушка и охлаждение - одни из самых распространенных и энергоемких технологических процессов в данной промышленности. На сушку расходуется до 15-20 % от всех затрат производства. В соответствии с существующей технологической схемой получения сахара-песка влажный сахар, выгруженный из центрифуг, необходимо высушить и охладить до температуры окружающего воздуха. Этой цели служат различные сушильно-охладительные аппараты и агрегаты [11].

Известен сушильно-охладительный аппарат, в котором высушивание сахара-песка происходит во вращающемся барабане, в определенный сегмент которого через пересыпающийся слой сахара подается горячий воздух для высушивания сахара, а на выходе из барабана - холодный воздух для его охлаждения.

К недостаткам этого устройства следует отнести громоздкость используемого оборудования и значительные расходы энергии, затрачиваемые на высушивание сахара и привод вращающихся барабанов.

Известен также сушильно-охладительный аппарат, в котором высушивание сахара и затем охлаждение его происходит в двух камерах: сушильной и охладительной, в нижних частях которых создается псевдоожиженный слой, толщина которого, а значит и продолжительность сушки регулируется шиберами, установленными на выходе из аппарата.

К недостаткам этого устройства можно отнести техническое несовершенство контроля толщины псевдооживленного слоя по длине аппарата, а значит и невозможность контроля и управления процессом сушки.

Совершенствование данной технологии производства заключается в оптимизации процесса сушки и упаковки сахара-песка, а также повышении выхода и качества готового продукта. Техническая задача которой заключается в существенном упрощении машинно-аппаратурной схемы устройства для сушки и упаковки сахара, снижении массы движущихся элементов устройства, уменьшении затрат энергии на сушку и создание условий для управления процессом сушки сахара-песка [16].

2 СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Материал, методика и условия проведения исследований

Выпускная квалификационная работа выполнялась в условиях хозяйства ООО «Агрофирма «Дубрава» Кайбицкого района и ООО «Буинский сахар» г. Буинска Буинского района РТ, а так же на кафедре «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО КГАВМ в 2016 – 2017 годах.

Проектным предложением выпускной квалификационной работы является усовершенствование технологии производства сахар-песка в условиях ООО «Буинский сахар» г. Буинска, путем замены существующего оборудования сушильно-охладительной установки сахар-песка барабанного типа УСС-30 на сушильно-охладительную установку ПСС-40 и в целях автоматизации процесса упаковки сахара, предлагается установить новое оборудование МДУ- НОТИС- 01М-Э для фасовки и упаковки сахара в более мелкую тару.

Объектом и материалом исследований по технологии производства сельскохозяйственной продукции является сахарная свекла сорта «Рамонская односемянная 47». Исследование проводилось аналитическим методом. Изучалась технология производства сахарной свеклы в условиях ООО «Агрофирма «Дубрава» Кайбицкого района.

Кайбицкий муниципальный район располагается в западной части Республики Татарстан. Территория района представляет собой слабоприподнятую, волнистую, слегка наклоненную равнину с умеренно-континентальным климатом. Сумма осадков за год составляет 541 мм., а за вегетационный период 266 мм. Здесь преобладают суглинистые серо-лесные, выщелоченно-черноземные и дерново-подзолистые почвы [29].

Объектом и материалом исследований по технологии переработки продукции в условиях ООО «Буинский сахар» г. Буинска Буинского района РТ и кафедры «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО КГАВМ является сахар-песок.

Сахар – это вещество белого цвета, иногда с голубоватым оттенком, мелкокристаллический, сладкий на вкус, хорошо растворим в воде. Образует прозрачные сиропы, очень гигроскопичен.

Нормативным документом на сахар-песок является ГОСТ 33222-2015 Сахар белый. Технические условия [5]. Основные критерии качества сахара как непосредственно пищевого продукта обычно является: блеск кристаллов, гранулометрический состав, влажность, цветность. Сахар-песок должен быть сухим на ощупь, сыпучим, без посторонних примесей и комков слипшегося сахара. Цвет белый с блеском, вкус сладкий без посторонних привкуса и запаха. Влажность сахара-песка не должна превышать 0,14 %, а содержание сахарозы – не менее 99,75 %. Сладость сахарного песка зависит от размера кристаллов, то есть гранулометрического состава.

Для решения поставленных задач ВКР нами была изучена аппаратурно-технологическая схема производства сахар-песка.

Для производства сахара должны использоваться корнеплоды сахарной свеклы, соответствующие требованиям ГОСТ 33884-2016 «Свекла сахарная» [6]. Технические условия». Корнеплоды сахарной свёклы должны быть с типичным для ботанического вида формой и окраской, с удаленными листьями и черешками, неувядшими, наличие мумифицированных и загнивших корнеплодов не допускается.

Основными элементами процесса производства: очистка свеклы от посторонних примесей, получение свекловичной стружки, экстрагирование сахара методом диффузии, известково-углекислотная очистка, сгущение сока, кристаллизация сахара, сушка и хранение сахара-песка. Технологическая схема производства сахара-песка приведена в схеме 1(Приложение А).

После проведения технологической оценки сахарной свеклы, она поступает на хранение. Корнеплоды укладывают в кагаты на предварительно подготовленном кагатном поле [25].

Свекла из бурачных и полевых гидротранспортеров в виде свекловодяной смеси в соотношении от 1:8 до 1:10 поступает в лоток главного наземного гидротранспортера. Она проходит последовательно пульсирующий шибер, перед которым установлена наклонная и горизонтальная решетки. Затем свекловодяная смесь свеклонасосами, подается в лоток гидротранспортера, прикрытого прутковыми решетками, проходит последовательно стоящие 2 камнеловушки и одну соломовушку. Далее свекла через водоотделители поступает в мойки. В водоотделителе транспортерная вода отделяется от свеклы. После мойки свекла ополаскивается чистой водой и обрабатывается раствором хлорной извести или раствором известкового молока из расчета 10-20 кг на 100 т свеклы. Транспортерно-мочная вода, содержащая примеси, и обломки свеклы поступает на хвостикоулавливатель, где примеси отделяются, а вода направляется на станцию осветленных вод.

Транспортирование мытой свеклы осуществляют ковшовыми элеваторами. После элеватора на контрольном транспортере улавливаются железомангнитные предметы, попавшие со свеклой. Для этого контрольный конвейер оборудуют специальным подвесным магнитом. Подвесной электромагнит помещают над серединой конвейера, по длине, и обеспечивают возможность отвода его в сторону для разгрузки уловленных железомангнитных примесей, на пересыпке свеклы после контрольного конвейера устанавливают устройство для отдувки легких примесей потоком сжатого воздуха. Уловленные легкие примеси направляют на классификатор отходов моечного отделения.

После контрольного транспортера свекла направляется для взвешивания на автоматические весы. До начала сезона весы предъявляют на государственную проверку территориальному органу Госстандарта [24].

Для изрезывания свеклы установлены центробежные 16-ти рамные свеклорезки. Для эффективной работы диффузионных аппаратов решающее значение имеет качество свекловичной стружки, которая должна обладать достаточно высокой удельной поверхностью, прочностью на разрыв, изгиб и сжатие, хорошей проницаемостью в течение всего процесса – экстракции. Качество свекловичной стружки оценивается длиной 100 г стружки в метрах, а также содержанием в стружке брака. В диффузионных аппаратах используется стружка, длина 100 г которой составляет 10-15 м. Содержание брака в стружке ограничивается 5 %. После резок стружка по ленточному транспортеру подается к диффузионному аппарату.

Большое значение для эффективности сокодобывания диффузионным методом имеют такие факторы, как качество стружки, величина отбора диффузионного сока, температура и продолжительность процесса диффузии, выход жома, зависящий от содержания мякоти в свекле и ее сухих веществ, а также рН сокостружечной смеси.

Вода, используемая для диффузии должна быть специально подготовленной – это барометрическая вода, подкисленная до рН 6,2-6,5. Необходимо, чтобы вдоль всей диффузионной установки значение рН сока было не ниже 5,6-6,0. При температуре в диффузионном аппарате выше 70 °С бактериальные процессы практически подавляются. В качестве антисептика для подавления активной жизнедеятельности микроорганизмов в диффузионном аппарате используют формалин.

Для проведения процесса диффузии на предприятии используют ротационный диффузионный аппарат – это горизонтальный цилиндр, опирающийся на ролики и вращающийся. В головной части барабана, входящий в неподвижный кожух (головку), находятся два сетчатых ковша, по всей его ширине вращаются сетчатые перегородки. В торцовой стенке головки установлен патрубок для подачи сокостружечной смеси из ошпаривающей установки в аппарат. Диффузионный сок, поступающий в аппарат вместе со стружкой, фильтруется на сите и вместе с соком из аппарата стекает в сборник,

далее качается в производство. Освобожденная от сока стружка при вращении барабана движется к хвостовой части барабана [24].

Через распределительную головку в центр хвостовой части аппарата подается вода навстречу стружки. Хвостовая часть аппарата закачивается бункером для вывода жома. В качестве антисептика для подавления активной жизнедеятельности микроорганизмов в диффузионном аппарате используется «Ардон – Н». Из сборника диффузионный сок в количестве 500-600 % к массе подаваемой стружки, пропускается через подогреватель и возвращается, ошпаривая подаваемую стружку и нагревая ее до 70-75 °С. Потери сахара в жоме к массе свеклы при этом составляет 0,030-0,50 %. Качество свекловичной стружки определяется ее длиной 100 г которая должна быть 10-16 м. Расход воды для диффузионного процесса к массе свеклы колеблется в пределах 100-110 %, рН сульфитированной воды составляет 6,2-6,6. Диффузионный сок из сборника насосом через регулирующий клапан направляют на преддефекацию. В преддефекатор добавляют всю суспензию сока II сатурации и по необходимости небольшое количество сока I сатурации. В IV секцию преддефекатора вводят известковое молоко. При этом рН диффузионного сока повышается от 5,5-6,5 до 10,8-11,5 и под действием извести происходит нейтрализации кислот, коагуляция микромолекул веществ в коллоидном состоянии и осаждении органических кислот в виде солей кальция. Преддефекованный сок поступает на подогрев и в дефекатор на основную дефекацию, куда добавляется 12-15 % (к массе свеклы) известкового молока (2,5-3,0 % СаО) рН сока при этом повышается до 12,2-12,3 (щелочность 1,0-1,8 % СаО), ряд несaxаров разлагается, продолжают реакции осаждения солей кальция некоторых органических кислот.

Из дефекатора сок поступает в аппарат I сатурации, где обрабатывается газом, содержащим диоксид углерода. При обработке диоксидом углерода рН сока снижается до 10,8-11,5 (щелочность 0,08-0,11 % СаО), а на поверхности образующихся кристаллов карбоната кальция адсорбируются несaxара. На I сатурации не вся свободная известь связывается диоксидом углерода, часть ее

остается в соке, чтобы не допустить растворения осажденных на преддефекации несахаров [25].

После I сатурации сок направляется через напорный сборник на фильтры сока I сатурации, где фильтруется через полотно лавсана АРТ. 86030 и направляется на II сатурацию, а спущенная суспензия направляется на фильтр-пресса. Осадок на фильтре промывается горячим конденсатом и выводится в отходы, а отфильтрованный сок и промой отводят через сборник и смешивается с профильтрованным соком после фильтров I сатурации. Перед II сатурацией сок нагревают на подогревателях до 90-95 °С. Для увеличения адсорбционной поверхности в сок добавляется известковое молоко в дефекаторе перед II сатурацией в количестве 0,25 % СаО к массе свеклы.

Сок II сатурации с рН 9,2-9,5 (щелочность 0,015-0,25 % СаО) пропускают через фильтры TF-110 II сатурации, обрабатывают диоксидом серы SO₂ в сульфитаторе до рН 8,5-9,0 (щелочность 0,005-0,01 % СаО) и направляют на фильтры TF-110 контрольной фильтрации. Суспензия с фильтров II сатурации направляется на преддефекатор. Суспензия с фильтров контрольной фильтрации направляется в сборник - дозреватель сока после II сатурации. Сок II сатурации должен иметь минимальное содержание кальциевых солей и оптимальное значение рН (щелочности), обеспечивающие проведение сульфитации сока в оптимальном режиме и получение на выпарной установке сиропа заданной щелочности (рН). Основным элементом тепловой схемы является выпарная станция, состоящая из семи выпарных аппаратов и концентратора.

Сульфитированный сок подают насосом через подогреватели в I корпус выпарки. Проходя последовательно через все корпуса, сок за счет испарения из него воды сгущается и в виде сиропа насосом откачивается из последнего корпуса. Сироп в смеси с клеровкой желтого сахара подают на сульфитацию, затем насосом через подогреватель на фильтрование, откуда направляют на уваривание и кристаллизацию [25].

Для обогрева первого корпуса выпарки и подогревателя последней группы перед выпарной станцией используют отработавший пар паровых турбин и редуцированный пар паровых котлов.

Вторичные пары, получаемые при выпаривании воды из сока в I, II, III и IV корпусах выпарной станции, направляют для обогрева последующих корпусов выпарки, подогревателей и остальных потребителей в соответствии с принятым парооборотом.

Вторичный пар из последнего корпуса выпарки используют в пароконтактном подогревателе питательной воды для диффузии, а избыточный пар направляют в конденсатор, из которого смесь неконденсирующих газов выкачивают вакуум-насосом. Конденсаты из пароиспользующих аппаратов отводят в сборники конденсата, где их группируют по принципу равных температур (давлений). Конденсаты отработавшего пара и вторичного пара I корпуса выпарной станции насосами откачивают в ТЭЦ.

Конденсаты вторичных паров II, III и IV корпусов, а также избыток возвращаемого из ТЭЦ конденсата, пропущенные последовательно через гидравлические колонки соответствующих корпусов направляют в сборник конденсата последнего корпуса и насосом откачивают в сборник, откуда расходуют на технологические нужды. Температурный режим на выпарной станции поддерживают подачей пара в греющую камеру I корпуса. Температура вторичных паров должна обеспечивать нормальную работу потребителей (нагрев соков, сиропа, обогрев вакуум-аппаратов). Уровень соков в аппаратах поддерживают таким образом, чтобы верхняя трубная решетка омывалась кипящим соком по всей поверхности. Такое положение достигается при равномерной работе выпарной станции по подаче сока и отводу сиропа и равномерном отборе вторичных паров [25].

Уваривание, кристаллизация и центрифугирование утфелей.

На заводе продуктовый цех работает по двухкристаллизационной схеме:

- утфель I кристаллизации (29) уваривают из смеси сиропа с клеровкой сахара II кристаллизации: к концу уваривания используют весь второй оттек утфеля I кристаллизации;

- утфель I кристаллизации центрифугируют нагорячо. Сахар промывают в центрифугах (Ц) водой, нагретой до 80-90 °С;

- кристаллический сахар-песок (35) транспортируют в сушильное отделение, где его высушивают, охлаждают и очищают от железомангнитных примесей (36), комков сахара и пудры. Высушенный, охлажденный и отсеянный сахар-песок направляют в упаковочное отделение;

- первый оттек (31) утфеля I кристаллизации поступает на уваривание утфеля II кристаллизации (41);

- дополнительную кристаллизацию утфеля II проводят в утфеле-мешалках – кристаллизаторах (УМК) непрерывного действия с искусственным противоточным охлаждением утфеля и охлаждающей воды. Утфель охлаждается до 35-40 °С и перед центрифугированием подогревают до 45-48 °С;

- при центрифугировании утфеля II кристаллизации (41) отбирают один оттек- мелассу (45);

- желтый сахар (43) II продукта растворяют фильтровальным соком II сатурации. Мелассу (45), полученную при центрифугировании утфеля II кристаллизации (41), взвешивают и направляют в резервуар для хранения.

При изменении качества перерабатываемой свеклы допустимы следующие отклонения от схемы:

а) при переработке свеклы с высокой доброкачественностью сиропа из выпарной установки выше 92 %, переходят на 3 кристаллизационную схему.

б) при переработке свеклы с пониженной доброкачественностью утфель I кристаллизации уваривают только из сиропа с клеровкой. Вторым оттеком в этом случае используют для уваривания утфеля II кристаллизации [25].

К качеству продуктов, поступающих на уваривание утфеля II кристаллизации предъявляют следующие требования: поступивший на

уваривание сиропа в смеси с клеровкой должен содержать не менее 50-65 % массовой доли сухих веществ, быть прозрачным и иметь рН 7,8-8,2, содержать солей кальция 0,12-0,5 % СаО к массе сиропа, цветность не более 40 усл. ед.

Технологические параметры процесса уваривания утфеля I кристаллизации: массовая доля сухих веществ в готовом утфеле 92,0-92,5 %; разряжение в аппарате 0,80-0,85 кгс/см; температура кипения утфеля 72-78 °С; эффект кристаллизации 12-13 ед.

Технологические параметры процесса уваривания утфеля I кристаллизации: массовая доля сухих веществ в готовом утфеле 92,0-92,5 %; разряжение в аппарате 0,80-0,85 кгс/см температура кипения утфеля 72-78 °С; эффект кристаллизации 12-13 ед.

Технологический процесс уваривания утфеля II кристаллизации имеет следующие параметры: массовая доля сухих веществ в готовом утфеле 94,0-95,0 %; разряжение в аппарате 0,8-0,9 кгс/см², температура кипения утфеля 60-72 °С; давление греющего пара 0,7-1,0 кгс/см², эффект кристаллизации 10-12 ед.

Кристаллизация утфеля последней ступени осуществляется в мешалках-кристаллизаторах в непрерывном режиме, в утфелемешалках вертикального типа. Процесс имеет следующие параметры: температура утфеля в последней охлажденной зоне кристаллизатора 35-40 °С; температура утфеля перед центрифугированием 40-45 °С.

Сахар II кристаллизации растворяют горячим фильтрованным соком II сатурации в мешалке непрерывного действия. Полученную клеровку (28) откачивают на сульфитацию для обработки сернистым газом вместе с сиропом. Клеровочные мешалки (КО) и трубопроводы изолируют.

Количество сухих веществ в готовом растворе регулируют так, чтобы при смешивании его с сиропом, выходящим из выпарной установки, смесь содержала не менее 65 % массовой доли сухих веществ. Длительность растворения сахара 15 мин. Во избежание повышения цветности клеровки

нагревание раствора выше 85 °С не допускается. Реакция раствора должна быть слабощелочной (рН не ниже 7,0) [24].

Центрифугирования утфеля I кристаллизации проводят без охлаждения, при температуре 70-75 °С с промывкой его водой, отводом 2 оттеков и получением равномерно промытого сахара, соответствующего требованиям стандарта. Температура промывной воды должна быть 80-90 °С, а расход воды к массе утфеля 2,0-3,5 %. Влажность сахара при выгрузке из центрифуги (Ц) в среднем составляет 0,8-1,2 % . Разность между доброкачествами первого оттека и межкристального раствора должна быть не более 1,0 ед.

Сахар промывают в центрифугах (Ц) горячей артезианской профильтрованной водой или конденсатом первых корпусов выпарной установки. Подогрев воды автоматизирован. Количество воды для промывки должна быть минимальным.

Промывку начинают после отделения основного количества межкристального раствора. Правильно проведенная промывка во многом определяет цветность сахара, поэтому необходимо обеспечить равномерное распределение воды по высоте ротора.

Утфель последней кристаллизации центрифугируют после его охлаждения и подогрева (для снятия избыточного пресыщения) с получением сахара доброкачеством не ниже 92 % и цветностью не выше 40 %.

Центрифугирование ведут без промывки желтого сахара (43). Разность между доброкачеством мелассы и межкристального раствора не более 0,5 %.

Технологическая схема сушки и охлаждения сахара-песка включает транспортировку влажного сахара в сушилку, сушку и охлаждение сахара-песка, улавливание железомангнитных примесей, отделение комков сахара на сите, улавливание сахарной пыли.

После центрифуг сахар-песок влажностью 0,85 % подают трясунном (виброконвейером) в элеватор, далее транспортером в сушильную установку.

Процесс сушки сахара происходит в первой части виброконвейера, из которой выходит горячий сухой сахар. Охлаждение сахара происходит также в вибропсевдооживленном слое во второй части виброконвейера, где охлаждение сахара осуществляется воздухом, очищенным в фильтре и поданным в воздуховод через гибкий воздуховод. Отсос отработанного воздуха и улавливание сахарной пыли выполняется также как и на участке сушки сахара с помощью коллектора, пылеуловителя и вентилятора [24].

Процессы сушки и охлаждения имеют следующие технологические параметры: влажность сахара, поступающего в сушильные установки не более 1,0 %; температура сахара, поступающего в сушилку, 40-50 °С; температура высушенного сахара не выше 25-37 °С. Сахар на ощупь должен быть сухим, без комков.

Сахар-песок должен поступать на сито равномерно по всей его ширине. Применяют штампованные сита с сечением 3,0-3,5 мм. Комки сахара направляются транспортером на расклеровку в мешалку.

Для очистки отработавшего воздуха от сахарной пыли применяют циклон (Цк). Остаточная запыленность воздуха должна быть не более 100 мг/м³. Взрывоопасная концентрация сахарной пыли 17,5 г/м³. Сахарная пыль смывается соком в клеровочную мешалку [24].

Устройства для улавливания железомангнитных примесей должны обеспечивать очистку сахара от них в соответствии с требованиями ГОСТ 21-94 на сахар-песок. Для улавливания железомангнитных примесей используют электромагнит. Пропускная способность конвейера обеспечивает улавливание железомангнитных примесей из всего вырабатываемого сахара [8].

Сахар взвешивают с помощью автоматических весов и упаковывают массой от 1 - 50 кг в мешки со вкладышами и мелкую потребительскую тару. Средняя погрешность взвешивания 10 мешков должна быть в пределах $\pm 0,125$ %. Упакованный сахар следует подавать так, чтобы можно было при этом вести точный учет. Для этой цели на ленточном транспортере установлен автоматический счетчик [24].

Все экспериментальные данные обработаны по методам вариационной статистики с определением t - критерия достоверности Стьюдента.

2.2 Анализ производственно-экономической деятельности предприятия

ООО «Агрофирма «Дубрава» Кайбицкого района была зарегистрирована 7 июня 2017 года. Основным видом деятельности является: «Смешанное сельское хозяйство». Дополнительные виды деятельности по ОКВЭД 2: выращивание зерновых, зернобобовых культур и семян масличных культур; выращивание прочих плодовых деревьев, кустарников и орехов; предоставление услуг в области растениеводства; деятельность сельскохозяйственная после сбора урожая; торговля оптовая зерном, необработанным табаком, семенами и кормами для сельскохозяйственных животных; торговля розничная прочими пищевыми продуктами в специализированных магазинах и т.д.

Важнейшей предпосылкой и естественной основой создания материальных благ является земельные ресурсы. В сельском хозяйстве получение продукции напрямую связано с качественным состоянием земли, с характером и условием её использования.

Состав и структура земельных ресурсов в представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Состав и структура земельных ресурсов

Вид земельного угодья	Год		В %
	2016	2017	
Общая земельная площадь, га	-	15224	100
в т. ч. сельскохозяйственные угодья:	-	14374	94,4
из них пашни	-	11701	81,4
сенокосы	-	788	5,5
пастбища	-	1885	13,1
Кустарники	-	75	0,5
Пруды и водоемы	-	25	0,2
Другое	-	750	4,9

Структура земельных угодий – процентное соотношение площадей отдельных земельных угодий в общей площади земельных угодий. А структура сельскохозяйственных угодий – процентное соотношение отдельных видов сельхозугодий в общей площади сельхозугодий [18].

На полях возделываются различные сельскохозяйственные культуры, из которых преобладают зерновые, рапс и сахарная свекла. Земли хозяйства покрыты лесами и травянистой растительностью. Травянистая растительность представлена луговой, культурной и сорной.

Специализация сельскохозяйственного производства – это преимущественно развитие той или иной отрасли, группы взаимосвязанных отраслей, производственное направление сельского хозяйства предприятия или его подразделения.

Уровень специализации наиболее точно характеризуется удельным весом отраслей в структуре товарной продукции. Для определения специализации хозяйства рассмотрим структуру денежной выручки, которая приводится в таблице 2.

Таблица 2 - Денежная выручка и ее структура

Наименование отрасли и продукции	Год		В среднем за 2 года (тыс. руб)	В % к итогу
	2016	2017		
Растениеводство, всего	-	687500.66	-	98,38
в т.ч. зерно	-	32231,25	-	4,68
рапс	-	30735,9	-	4,47
картофель	-	30240,0	-	4,39
подсолнечник	-	15701,76	-	2,3
сахарная свекла	-	578592,0	-	84,16
Животноводство, всего	-	11290,75	-	1,62
в т. ч. молоко	-	11290,75	-	1,62
мясо КРС (в ж. м.)	-	-	-	
Всего по хозяйству	-	698791.4	-	100

Вычисляем коэффициент специализации по формуле [1]:

$$K_c = 100 / \sum_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

где U_T – удельный вес денежной выручки (в %) от реализации продукции отдельных отраслей;

i – ранжированный ряд.

$$K_c = 100/84,16(2 \times 1 - 1) + 4,68(2 \times 2 - 1) + 4,47(2 \times 3 - 1) + 4,39(2 \times 4 - 1) + 2,3(2 \times 5 - 1) + 1,62(2 \times 6 - 1) = 0,52$$

В хозяйстве очень высокий уровень специализации, это связано с тем, что ООО «Агрофирма «Дубрава» занимается производством сахарной свеклы. Наибольший удельный вес в структуре товарной продукции имеет производство сахарной свеклы (84,16 %).

Показатели экономической эффективности сельскохозяйственного производства ООО «Агрофирма «Дубрава» представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные производственно-экономические показатели развития хозяйства

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Год		Темп роста, %
			2016	2017	
1	2	3	4	5	6
1	Поголовье:				
1.1	крупный рогатый скот, всего	гол	-	406	-
	в т. ч. коровы	гол	-	225	-
2	Продуктивность:		-		-
2.1	удой молока на корову в год	кг	-	4880	-
2.2	среднесуточный прирост ж. м. у 1 головы:		-		-
2.2.1	крупного рогатого скота	г	-	830	-
3	Получено приплода на 100 маток:		-		-
3.1	телят	гол	-	85	-
4	Расход кормов на 1 ц:		-		-
4.1	молока	цЭКЕ	-	1,10	-
4.2	прироста живой массы крупного рогатого скота	цЭКЕ	-	12,1	-
5	Затраты труда на 1 ц продукции:		-		-
5.1	молока	чел.-ч.	-	1,8	-
5.2	прироста живой массы крупного рогатого скота	чел.-ч.	-	16,2	-
5.3	зерновых и зернобобовых культур	чел.-ч.	-	1,0	-
5.4	сахарной свеклы	чел.-ч.	-	1,59	-
5.5	картофеля	чел.-ч.	-	1,48	-
6	Себестоимость 1 ц продукции:		-		-
6.1	молока	руб.	-	1485,7	-

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
6.2	прироста живой массы крупного рогатого скота	руб.	-	8920,3	-
6.3	зерновых и зернобобовых культур	руб.	-	675,0	-
6.4	сахарной свеклы	руб.	-	950,5	-
6.5	картофеля	руб.	-	545,5	-
7	Цена реализации 1 ц продукции:		-		-
7.1	молока	руб.	-	1815,0	-
7.2	говядины (в ж.м.)	руб.	-	8652,5	-
7.3	зерновых и зернобобовых культур	руб.	-	730,0	-
7.4	сахарной свеклы	руб.	-	1500,6	-
7.5	картофеля	руб.	-	1000,0	-
8	Рентабельность производства:		-		-
8.1	молока	%	-	22,16	-
8.2	говядины	%	-	-	-
8.3	зерновых и зернобобовых культур	%	-	8,14	-
8.4	сахарной свеклы	%	-	57,8	-
8.5	картофеля	%	-	83,3	-

К показателям производственной эффективности производства растениеводческой продукции относят урожайность, себестоимость 1 ц зерна, затраты труда на 1 ц, прибыль в расчете на 1 га посевов и уровень рентабельности. Наиболее рентабельным оказалось производство сахарной свеклы и картофеля. В 2017 году, был большой урожай зерновых и на них, упала закупочная цена, поэтому рентабельность оказалась на уровне 8,14 %.

В ООО «Агрофирма «Дубрава» общее поголовье крупного рогатого скота составляет 406 голов, из них поголовье коров составляет 225 голов. На перспективу в будущем хотят увеличить поголовье до 800 коров. Показатели продуктивности коров и прироста живой массы молодняка крупного рогатого скота находятся на высоком уровне. Удой молока равен 4880 кг, прирост живой массы – 830 г.

В таблице 4 показаны основные показатели финансово-хозяйственной деятельности ООО «Агрофирма «Дубрава» Кайбицкого района.

Таблица 4 - Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности перерабатывающего предприятия

Показатель	Год
	2017
Производство валовой продукции, тыс. руб.	10797
Полная себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	48797
Выручка от реализации товарной продукции, тыс. руб.	69879
Прибыль, тыс. р.	21082
Уровень рентабельности, %	43,2
Численность работников на предприятии, чел.	54
Произведено продукции на 1 работника, тыс.руб.	162,9
Среднемесячная зарплата 1 работника, руб.	14320

Из таблицы 4 можно сделать вывод, что производство валовой продукции в 2017 году равна 10797 тыс. руб., прибыль 21082 тыс. руб., уровень рентабельности равен 43,2 %, среднемесячная зарплата равна 14320 руб. За пол года работы хозяйства нельзя сделать общий вывод по показателю финансово-хозяйственной деятельности перерабатывающего предприятия на несколько лет вперед [18].

2.3 Результаты экспериментальных исследований

2.3.1 Технология производства сельскохозяйственной продукции

Сахарная свекла – важнейшая техническая культура, имеющая большое народнохозяйственное значение. Это единственная сельскохозяйственная культура в нашей стране, дающая сырье для производства сахара. Увеличение валового сбора сахарной свеклы в стране предусматривается за счет роста ее урожайности, повышения качества корнеплодов, предотвращения потерь при хранении и переработке свекловичного сырья.

Помимо использования непосредственно в пищу этот продукт, т.е. сахар – неотъемлемый компонент кондитерского, плодоовощеконсервного, макаронного и других видов производства. Его используют и для изготовления ферментов.

В нашей стране широко внедряется в производство интенсивная технология возделывания сахарной свеклы, разработанная научно-исследовательскими учреждениями. Она представляет собой комплекс взаимосвязанных механизированных технологических приемов и организационных мероприятий, обеспечивающих повышение урожайности и увеличение выхода сахара с гектара посевов сахарной свеклы, при сокращении затрат ручного труда в 2-3 раза [13].

Интенсивная технология возделывания, разработанная для свеклосеющих хозяйств РФ ВНИИСС и другими научно-исследовательскими учреждениями и организациями в тесном содружестве с сельскохозяйственными органами и передовиками производства, является национальным достоянием страны и не уступает зарубежным технологиям.

В структуре посевных площадей ООО «Агрофирма «Дубрава» Кайбицкого района высевается сахарная свекла сорта «Рамонская односемянная 47» урожайностью 370 ц/га.

Сорт «Рамонская односемянная 47» Выведен в НИИ сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова методом индивидуального и повторно-индивидуального отборов из материалов института с последующей гибридизацией с материалами зарубежной селекции и отбором на нецветушность и качество семян

Односемянный диплоидный сорт урожайно – сахаристого направления, имеет односемянность до 95 – 98%. Высокопродуктивный. Урожайность корнеплодов на ГСУ – 370 – 400 ц/га, сахаристость 18,1 – 18,6%. Возможно с одного гектара посевов получить сахара 6,8 – 7,5 т. Сорт отличается пониженной цветущностью, отзывчив на повышенный агрофон.

Среднеустойчив к болезням. Включен в Госреестр РФ с 1984 года по 3,4,5,7,9 региону Российской Федерации [27].

Биологические особенности культуры. Сахарная свекла (*Beta vulgaris* L.V. *saccharifera*) относится к семейству маревых (*Chenopodiaceae*), классу двудольных. Сахарная свекла, как и другие культурные формы свеклы при обычных условиях выращивания характеризуются, как привило, двулетним циклом развития с одногодичным плодоношением к концу второго года жизни [19]. Семя составляет 20-30 % массы плода и имеет блестящую красновато-бурую оболочку. Оно имеет мало питательной ткани (мучнистый-крахмалистый перисперм). Из-за малого запаса энергии семена при высеве следует заделывать мелко. Масса тысячи семян составляет 15-20 г. Корнеплод образуется постепенным утолщением ткани из трех органов растения. Корневая система состоит из главного корня, боковых корней и корневых волосков. Мочковатая корневая система, которая имеет решающее значение для поглощения воды и питательных элементов, находится на глубине почвы до 25 см. К концу вегетации в этом слое сосредоточено до 60-80% этих корней, глубже 1,5 м - примерно 10%. До конца вегетации в зависимости от почвы могут проникнуть на глубину 1,2-3 м и достигать общей длины 10-15 км/кв.м.

Ботва сахарной свеклы состоит из листьев (листовая пластинка и черешок) и головки. Две семядоли после выхода на поверхность зеленеют (фаза «вилочки»). Через 6-80 дней после всходов образуется первая пара настоящих листьев, затем следует 2-50 пара. Дальнейшие листья разворачиваются по одному.

Листья: Лист состоит из пластинки и черешка. Характер поверхности листьев зависит от сортовых особенностей и условий выращивания сахарной свеклы.

Стебли. Три основных типа: одностебельный (имеет центральный цветоносный побег, сильно разветвленный), неравномерный (состоит из 2-5 и более цветоносных побегов, из которых один заметно выделяется), равномерный (имеет 2-5 и более развитых, примерно одинаковых по величине

цветоносных побегов).

На цветоносных побегах в пазухах листьев и прицветников цветки многосемянной свеклы располагаются группами по 2 -4 , иногда больше, реже по одному; у односемянной - цветки одиночные. Цветоносные побеги имеют конусовидный тип прикрепления цветков, а затем плодов и соплодий. Цветки обоеполые, простые, с зелеными чашечковидными околоцветником, остающимся при плодах. Преобладает перекрестное опыление ветром [19].

Листья образуют розетку. Следует отметить, что растение сахарной свеклы в зависимости от почвенно-климатических условий и агротехники возделывания во время периода образует 30-90 новых листьев и сбрасывает до уборки старых от 60 до 70%. Посевы сахарной свеклы образуют в 4-5 раз больше листовой поверхности, чем поверхность почвы, которую они занимают.

Сахарная свекла очень требовательна к условиям жизни и резко реагирует на их изменения. Из всех факторов, определяющих величину урожая свеклы, в минимуме находится вода.

Сахарная свекла довольно засухоустойчива и экономно расходует влагу. Транспирационный коэффициент ее в первый год жизни - 397 единиц с колебанием от 240 до 600 и более. Длинный период вегетации позволяет свекле продуктивно использовать осадки второй половины лета.

Имея низкий транспирационный коэффициент и относительно высокую засухоустойчивость, свекла предъявляет высокие требования и потребляет значительно больше воды, так как является одной из самых высокоурожайных культур. Кроме того, сахарная свекла имеет высокий коэффициент водопотребления (100 -150) - расход воды на единицу урожая.

Оптимальной влажностью, при которой идет интенсивный рост и получают максимальный урожай, является 60% Н.В.

Критический период в отношении обеспеченности свеклы первого года жизни водой приходится на июль-август, то есть на период, когда сахарная свекла имеет максимальную листовую поверхность и когда она усиленно потребляет питательные вещества - период интенсивного роста корнеплода.

Если период вегетации свеклы в первый год жизни с 15 мая по 15 октября разделить на три части по 50 дней, то соотношение потребляемой воды за каждый из них будет примерно 1 : 9 : 3 [19].

Потребляя много влаги, сахарная свекла сильно иссушает почву на глубину 150 - 200 см.

К теплу сахарная свекла средне требовательна. Посев свеклы начинают при температуре почвы 6°-8° С на глубине 5-10 см. При этом всходы появляются через 8-10 дней.

В фазу всходов для свеклы губительны заморозки -1° .. -3° С, в фазу вилочки -3..-4° С

С появлением первой пары настоящих листьев устойчивость свеклы к заморозкам повышается, и она может переносить кратковременные заморозки -3° ...-4°С, даже -8°С

Оптимальная температура для роста и развития свеклы - около 20°-22°С.

Чувствительна сахарная свекла к осенним заморозкам. Подмороженные, а затем оттаявшие корнеплоды быстро теряют сахар и снижают товарные качества.

Сумма среднесуточных температур для сахарной свеклы составляет в основных районах свеклосеяния 2400-2800° С.

К свету свекла высокотребовательна, растение длинного дня.

К почве сахарная свекла предъявляет повышенные требования и при этом довольно устойчива к засолению. Оптимальная рН почвы 6,5-7,5.

Семена при прорастании поглощают воды 120-170 % к массе воздушно-сухих плодов. Длительность периода посев - всходы сильно зависит от температуры при оптимальном соотношении других факторов. При температуре -20 °С этот период составляет 45-60 дней, 3-40 °С - 25-30, 6-70 °С - 10-15, 10-120 °С - 8-10, а при 15-250 °С 3-4 дня. Оптимальная температура для прорастания семян 25° С. Через 8-10 дней после появления всходов из почки, расположенной между семядолями, появляется первая пара настоящих листьев. Период от всходов до появления первой пары настоящих листьев свеклы

называют фазой вилочки, которая длится 8-10 дней.

Через 2-3 дня после первой появляется вторая пара настоящих листьев, через такой же срок - третья, а затем - четвертая и пятая (каждая из этих фаз длится 2-3 дня).

Начальные фазы роста и развития свеклы проходят быстро: от первой до пятой пары настоящих листьев приходит 10-12 дней. Это время является окончанием формирования густоты растений [19].

Одиннадцатый и последующие листья нарастают не парами, а по одному по спирали: с 11-го по 20-й лист - через каждые 1,5 дня, с 21-го по 30-й - через 2 дня и после 30-го листа - через 2,5 дня.

За период вегетации сахарной свеклы первого года жизни (150-170 дней) на головке корнеплода появляется 50-60, до 90 листьев

Усвоение питательных веществ из почвы происходит при помощи корневых волосков, которыми густо покрыты корни растения. Их оболочка обладает хорошей проницаемостью, в результате чего при контакте корневых волосков с почвенными площадями и происходит поглощение питательных веществ. Сахарная свекла по сравнению с многими другими культурами потребляет значительно больше питательных веществ. При урожайности корнеплодов 300 ц с 1 га, она выносит из почвы примерно 120 кг N, 50-55 кг P 20 5 и 150-170 кг K₂O [19].

Климатические условия Кайбицкого района в основном благоприятны для производственной и сельскохозяйственной деятельности (таблица 5). Территория хозяйства находится в зоне умеренно-континентального климата. Сумма осадков за год составляет 541 мм., а за вегетационный период 266 мм. Средняя температура наиболее теплого месяца (июля) +27,9⁰ С, наиболее холодного (января) – 28⁰ С. Продолжительность безморозного периода 110-116 дней, начинается он с конца мая и заканчивается 9-13 сентября. Господствующее направление ветров юго-восточное, западное [29].

Таблица 5 – Климатические условия за период вегетации

Месяц	IX	X	V	VI	VII	Сумма за	
						вегетаци ю	год
Осадки, мм	56,0	60,0	40,1	67,5	56,4	280,0	576,2
Средние многолетние осадки, мм	55,5	61,3	39,5	67,9	56,5	280,7	576,2
Среднемесячные температуры воздуха, °С	11,5	3,5	13,2	17,1	19,0	64,3	3,7
Средние многолетние температуры, °С	11,5	3,6	13,0	17,1	19,5	64,7	3,7

По данным таблицы 5 можно сделать вывод, что такие показатели как средние месячные осадки и среднемесячные температуры воздуха колеблются в сравнение с многолетними данными. По расчетам данных гидротермический коэффициент будет следующим (по формуле 2):

$$\text{ГТК} = \frac{\text{Сумма осадков за период вегетации}}{\text{Сумма } t \text{ за период вегетации}} \times 0,1 \quad (2)$$

$$\text{ГТК} = 280 / 64,3 \times 0,1 = 0,4$$

В целом агроклиматический район характеризуется удовлетворительными условиями для производства всех районированных сельскохозяйственных культур.

Важнейшей предпосылкой и естественной основой создания материальных благ при выращивании сельскохозяйственных растений является земельные ресурсы. В сельском хозяйстве получение высоких урожаев напрямую связано с качественным состоянием земли, с характером и условием её использования.

Преобладающими почвенными разностями на территории ООО «Агрофирмы «Дубрава» являются серые лесные, дерново-подзолистые и черноземные почвы. Дерново-подзолистые почвы имеют локальный характер распространения и представлены дерново-сильноподзолистым подтипом. Повсеместно распространены серые лесные почвы, на их долю приходится

самые большие по площади сельскохозяйственные угодья. Для них характерна серая окраска гумусового горизонта, имеющего мощность 16–28 см. Характерным признаком является наличие в горизонте А2В ясно выраженной ореховатой структуры, на поверхности которой имеется обильная кремнеземистая присыпка. Мощность горизонта ВА2 составляет 6–10 см. Черноземы представлены оподзоленным и выщелоченным подтипами. В основном, они приурочены к склонам речной сети. В чернозёмах содержание гумуса изменяется от 7,5 до 8,5%, постепенно уменьшаясь с глубиной. Типичные и выщелоченные черноземы наиболее богаты перегноем, запасами подвижных питательных элементов, которые легко доступны для растений. Эти почвы имеют зернистую структуру и являются наиболее плодородными [18, 29].

Агрохимическая характеристика почвы ООО «Агрофирмы «Дубрава» Кайбицкого района приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Агрохимическая характеристика почвы

Тип почвы	Гранулометрический состав	Гумус, %	рН солевой	мг/кг		Бонитировочный балл
				P ₂ O ₅	K ₂ O	
Дерново-подзолистые	Среднесуглинистые	3,2	5,3	40,0	50,0	40,0
Серые лесные	Тяжелосуглинистые	5,4	6,2	40,0	58,0	46,0
Черноземы	Тяжелосуглинистые	7,5-8,5	6,8	20,0	30,0	48,0

Для сохранения плодородия и улучшения состояния почвы при введении в сельском хозяйстве растениеводческой продукции необходимо соблюдать севооборот. Севооборот способствует пополнению и лучшему использованию питательных веществ почвы и удобрению, улучшению и поддержанию благоприятных физических и биологических свойств почвы, защите ее от водной и ветровой эрозии, предупреждению распространения сорняков, болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, снижению пестицидной нагрузки на почву, растения и улучшению экологического состояния среды обитания, получению высококачественной продукции [5].

Севооборот, принятый в хозяйстве, представлен в 7 таблице.

Таблица 7 – Рекомендуемый научно-обоснованный севооборот

Поле севооборота	1-ый год	2-ой год	3-ий год	4-ый год	5-ый год	6-ой год	7-ой год	8-ой год	9 год	10 год
1	кукуруза	оз.пшеница	сахарная свекла	ячмень	пар	оз.пшеница	сах. свекла	горох	рожь	подсолнечник
2	оз.пшеница	сахарная свекла	ячмень	пар	оз.пшеница	сахарная свекла	горох	рожь	подсолнечник	кукуруза
3	сахарная свекла	ячмень	пар	оз.пшеница	сахарная свекла	горох	рожь	подсолнечник	кукуруза	оз.пшеница
4	ячмень	пар	оз.пшеница	сахарная свекла	горох	рожь	подсолнечник	кукуруза	оз.пшеница	сахарная свекла
5	пар	оз.пшеница	сахарная свекла	горох	рожь	подсолнечник	кукуруза	оз.пшеница	сах. свекла	ячмень
6	оз.пшеница	сахарная свекла	горох	рожь	подсолнечник	кукуруза	оз.пшеница	сах. свекла	ячмень	пар
7	сахарная свекла	горох	рожь	подсолнечник	кукуруза	оз.пшеница	сах. свекла	ячмень	пар	оз.пшеница
8	горох	рожь	подсолнечник	кукуруза	оз.пшеница	сахарная свекла	ячмень	пар	оз.пшеница	сах. свекла
9	рожь	подсолнечник	кукуруза	оз.пшеница	сахарная свекла	ячмень	пар	оз.пшеница	сах. свекла	горох
10	подсолнечник	кукуруза	оз.пшеница	сахарная свекла	ячмень	пар	оз.пшеница	сах. свекла	горох	рожь

Из таблицы 7 видно, что в хозяйстве севооборот соблюдается. Правильное чередование культур во времени и пространстве является обязательным условием севооборота.

Высокая эффективность удобрений на культуре сахарной свеклы может быть достигнута при внесении их в оптимальных нормах, с учетом почвенно - климатических условий и уровня планируемого урожая.

На всех почвах наивысшая продуктивность сахарной свеклы обеспечивается при внесении минеральных удобрений в соотношении N : P : K равном 1,0: 1,0 : 1,2 [21]. Нарушение правильных соотношений элементов питания в почве может вызвать отклонения от нормального развития сахарной свеклы.

В таблице 8 представлен химический состав сахарной свеклы и вынос элементов питания.

Таблица 8 – Химический состав корнеплодов и вынос элементов питания

Показатель	Значение
Химический состав корнеплодов, %:	0,1
белки	0,1
жиры	17,5
углеводы	1,70
зола	
Вынос минеральных элементов с урожаем, кг/т	4,43
N	1,29
P ₂ O ₅	5,89
K ₂ O	

Для того чтобы, рассчитать нормы минеральных удобрений, определим сначала ДВУ.

ДВУ (действительно возможный урожай) – максимальный урожай, который может быть получен в существующих метеорологических условиях. Поскольку в ЦЧЗ тепла для выращивания сахарной свеклы достаточно, а влаги не достаточно, расчет величины действительно возможной урожайности будем вести по фактору влагообеспеченности посевов по формуле:

$$Y_{ДВУ} = \frac{100 \times O \times 0,7}{K}, \text{ где:} \quad (3)$$

O – среднемноголетнее количество осадков (мм),

0,7 – коэффициент полезности осадков,

100 – для перевода мм в ц/га воды,

K – коэффициент транспирации.

$$Y_{ДВУ} = \frac{100 \times 508 \times 0,8}{310} = 131,1 \text{ ц/га.}$$

Перерасчет сухого вещества на урожай при стандартной влажности проводится по формуле:

$$X = \frac{A}{100 - C} \times 100, \text{ где: } (4)$$

X – урожай при стандартной влажности (ц/га),

A – урожай абсолютно сухого вещества (ц/га),

C – стандартная влажность (%).

$$X = \frac{131,1 \times 100}{100 - 75} = 524 \text{ ц/га.}$$

Так как соотношение основной и побочной продукции 1:0,4 в сумме дают 1,4, то урожай при стандартной влажности корнеплодов равен $524 : 1,4 = 374,2$ ц/га.

УП (урожай в производстве) значительно ниже ДВУ. Это объясняется тем, что ФАР и существующие метеорологические условия максимально не используются для создания урожая. Причиной этого являются недостатки в агротехнике и организации производства, заболевание растений и т.п. [19].

Расчет норм удобрений на планируемую урожайность балансовым методом представлен в таблице 9.

Таблица 9. Расчет норм удобрений на планируемую урожайность 37 т/га балансовым методом

Показатели	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4
1. Вынос питательных веществ на 1т основной продукции	4,43	1,29	5,89
2. Вынос с 1 га при планируемой урожайности, кг	177	51	235
3. Содержание подвижных питательных веществ в пахотном слое почвы, мг /кг	-	7,5	12,7
4. Запасы подвижных питательных веществ в пахотном слое почвы, кг/га	-	225	381
5. Коэффициенты использования питательных веществ из почвы, %	-	10	33,1

1	Продолжение таблицы 9		
	2	3	4
6. Количество питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы, кг/га	77	22,5	126,1
7. будет внесено с 40 т/га навоза, кг	200	100	240
8. Коэффициент использования питательных веществ из навоза во 2 ^й год, %	20	10	10
9. Будет усвоено растениями у навоза, кг	40	10	24
10. Будет использовано из почвы и навоза, кг	114	32,5	150,1
11. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг	47	15,5	60,4
12. Коэффициенты использования питательных веществ из минеральных удобрений, %	38,7	11,4	54
13. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га д.в.	121,4	136	112

Чтобы внести такое количество кг/га д.в. НРК нам потребуется 1,5 ц., аммиачной селитры, 2,4 ц азофоски, 1,5 ц хлористого калия.

Посевные качества семян сахарной свеклы сорта «Рамонская односемянная 47» представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Посевные качества семян

Культура, сорт, категория семян	Площадь, га	Посевные качества семян				Норма высева, кг
		чистота, %	всхожесть, %	посевная годность, %	масса 1000 семян, г	
Сахарная свекла сорта «Рамонская односемянная 47»	260	94,0	70	65,8	20,0	20

Посевные качества семян сахарной свеклы соответствуют ГОСТ 33884-2016.

Технологическая схема возделывания сахарной свеклы сорта «Рамонская односемянная 47» в хозяйстве ООО «Агрофирмы «Дубрава» описана в таблице 11.

Таблица 11 – Технологическая схема возделывания сахарной свеклы сорт Рамонская односеменная 47.

Технологическая операция	Срок выполнения работы	Марка с.-х. машины	Агротехнические требования	Фактически в хозяйстве
1	2	3	4	5
Лущение стерни в два следа	3 декада июля	ДТ-75М ЛДГ-10	1) глубина 4-10 см 2) подрезание сорняков полное 3) наличие огрехов не более 3% от обработанной площади 4) выравненность поверхности не более 5%	глубина обработки 7 см, подрезание сорняков, наличие огрехов не более 3%,
Разбрасывание удобрений	3 декада августа	МТЗ-80 РУМ-16	Норма внесения Р ₅₀ К ₅₀ 1) отклонение от заданной дозы внесения ±10% 2) неравномерность распределения ±25% 3) перекрытие стыковых проходов 3-5% от ширины захвата	Равномерное
Вспашка	3 декада августа	ДТ-75М ПЛН-4-35	1) направление поперек склона (отклонение 3-5°); 2) глубина 29±1 см; 3) глыбистость – наличие не более 3 глыб диаметром 8-10 см на 1 м ² 4) гребнистость – высота гребней до 5 см 5) выравненность не более 5 см 6) наличие огрехов не допускается; 7) заделка растительных остатков, сорняков удобрений не менее 95%	глубина обработки 30 см, глыбистость не более 3 глыб диаметром 8-10 см на 1 м ²
Выравнивание поверхности вспашки	3 декада августа – 1 декада сентября	ДТ-75М ВПН-5,6	1) гребнистость – высота гребней до 2 см 2) выравненность не более 2 см	выравненность не более 2 см
Культивация	2 декада сентября	ДТ-75М КПС-4	1) глубина 7±1 см 2) гребнистость почвы, 4 см 3) полное подрезание сорняков 4) глыбистость поля 2-3 шт/м ² 5) выравненность поверхности поля	глубина обработки 7 см, подрезание сорняков, выравненность поля
Культивация	3 декада августа	ДТ-75М КПС-4	1) глубина 7±1 см под углом 15-20° к направлению к вспашке 2) гребнистость почвы, 4 см 3) полное подрезание сорняков 4) глыбистость поля 2-3 шт/м ² 5) выравненность поверхности поля	глубина обработки 7 см, подрезание сорняков, выравненность поля

1	2	3	4	5
Щелевание зяби	октябрь	ДТ-75М ШН-2-140	1) глубина – 30-40 см 2) проход – через 3-5 м	глубина 30-40 см
Снегозадержание	Январь - март	ДТ-75 СВУ-2,6	1) направление – поперек господствующих ветров, 2) расстояние между проходами 6±2 м	расстояние между проходами 6±2 м
Ранневесеннее боронование	1 декада мая	ДТ-75 ЗБЗТС-1,0	1) поперек направлений вспашки 2) глубина 3±1 см 3) глыбистость – глыбы диаметром до 4 см не более 5 шт на 1 м ² 4) выравненность не более 2 см 5) наличие огрехов не более 1%	поперек направлений вспашки, глубина 3±1 см, глыбистость не более 5 шт на 1 м ² выравненность не более 2 см, наличие огрехов не более 1%
Культивация	1 декада мая	Т-70С УСМК-5,4	1) глубина 9±1 см 2) гребнистость почвы, 4 см 3) полное подрезание сорняков 4) глыбистость поля 2-3 шт/м ² 5) выравненность поверхности поля	глубина 9±1 см полное подрезание сорняков выравненность поверхности поля
Выравнивание поверхности почвы	1 декада мая	ДТ-75 ШБ-2,5 3- ОР-0,7	1) высота гребней до 2 см 2) выравненность не более 2 см	соответствует
Внесение почвенных гербицидов	1 декада мая	МТЗ-80 ПОМ-630	Раундап 36% ВР, 3 л/га. 1) отклонение от заданной нормы внесения ±5%; 2) отклонение от ширины захвата ±2 см; 3) неравномерность вылива распылителя до 15%	соответствует
Предпосевная культивация с внесением удобрений	2 декада мая	МТЗ-80 УСМК-5,4	Норма внесения удобрения N ₁₀₀ 1) глубина 4±1 см 2) направление – по диагонали под углом 5-10° к направлению сева 3) гребнистость почвы, 4 см 3) полное подрезание сорняков	соответствует
Прикатывание	2 декада мая	Т-70С ЗКШ-6	1) комковатость не более 5 шт/м ² ; 2) степень уплотнения посевного слоя почвы до 1,0 г/см ³ ; 3) гребнистость 4 см	гребнистость 4 см
Посев с внесением минеральных удобрений в рядки	2 декада мая	Т-70С Пневно-7, ССТ-12Б	1) норма высева – 6-7 клубочков на п.м. локальное внесение мин. удобрений N ₂₁ P ₈₆ K ₆₂ . 2) глубина посева 4-5 см 3) направление сева поперек склона; 4) соблюдение стыковых междурядий ±5 см	соответствует

1	2	3	4	5
Прикатывание	2 декада мая	Т-70С ЗКШ-6	Выравнивание поверхности. 1) комковатость не более 5 шт/м ² ; 2) степень уплотнения посевного слоя почвы до 1,0 г/см ³ ; 3) гребнистость 4 см	гребнистость 4 см
Довсходовое боронование	2 декада мая	Т-70С 3-ОР-0,7	1) глубина 2-3 см 2) направление – поперечно-диагональное к направлению рядков 3) наличие огрехов не более 1%	глубина 2-3 см
Междурядная обработка почвы	3 декады мая	Т-70С УСМК-5,4	1) глубина 4-5 см (отклонение ±1 см); 2) соблюдение защитных зон 9±1 см; 3) повреждение культурных растений не более 1%; 4) полное подрезание сорняков в междурядьях	соответствует
Внесение инсектицидов	Май-июнь	Т-70С ПОМ-630, ОПШ-15	Децис 2,5% КЭ, 0,4 л/га. 1) качество обработки не более 2-х пропусков 2) гибель вредителей полное	соответствует нормам внесения, гибель вредителей полное
Внесение пестицидов	Июнь	МТЗ-80 ОПШ-15	Лонтрел-300, 30% ВР, 0,4 л/га; Карате, 5% 0,15 л/га; 1) полнота гибели чувствительных сорняков через 15 дней после обработки не менее 75% в защитных зонах; 2) качество обработки – не более 3) состояние культуры после обработки – ожоги отсутствуют	соответствует нормам внесения, ожоги на сахарной свекле отсутствуют
Междурядная обработка почвы с внесением минеральных удобрений	Июнь	Т-70С УСМК-5,4	1) глубина 7±1 см 2) защитная зона 11±1 см 3) полное подрезание сорняков в междурядьях	Соответствует
2-я междурядная обработка почвы	Июль	Т-70С УСМК-5,4	1) глубина 11±1 см 2) защитная зона 11±1 см 3) повреждение культурных растений не более 1% 4) полное подрезание сорняков в междурядьях	Соответствует
Предуборочное рыхление междурядий	Август	Т-70С УСМК-5,4	Применяют долотообразные лапы. 1) глубина 13±1 см 2) защитная зона 11±1 см 3) повреждение культурных растений не более 1%	Соответствует

Все приемы, представленные в таблице 11, выполняются в строго поставленный срок, для получения качественного и высокого урожая.

Подготовку почвы под посев сахарной свеклы начинают после уборки предшественника. Система обработки почвы включает в себя основную и предпосевную обработку. Основная обработка почвы должна обеспечивать эффективную борьбу с сорняками, накопление и сохранение влаги в почве, заделку пожнивных остатков, минеральных удобрений [13]. Основная обработка почвы в хозяйствах осуществляется по типу обычной зяби.

Существует два эффективных способа подготовки почвы под сахарную свеклу: улучшенная зябь и полупаровая обработка. Наиболее рационально применить улучшенный способ обработки почвы, исходя из засоренности и с целью выравнивания поля. Полупаровой способ основной обработки почвы включает дисковое лушение, глубокую вспашку и две культивации. После уборки озимых культур первое лушение проводят дисковыми луцильниками (ЛДГ - 10 , ЛДГ - 15) или дисковыми бородами (БД - 1 О, БДТ - 7,0) в два следа на глубину 6-8см, а через 10 - 15 дней появившиеся розетки осота уничтожают вторым лемешным лушением (ППЛ- 10 - 2,5) на глубину 12- 14,14 - 16 см в агрегате с тяжелыми бородами и катками (ККШ - 6 или ККН - 2,8). Для второго лушения используют также и плоскорезы-глубококорыхлители (КПШ - 7, КПШ - 9, КПГ - 2 -150 и др.) в агрегате с катками. После очередного отрастания осота через 2-3 недели проводят глубокую вспашку (не позднее второй половины сентября). В случае появления значительного количества сорняков и всходов падалицы на гребнистой зяби необходимо проводить поверхностную обработку паровыми культиваторами [13].

В системе зяблевой обработки в борьбе с сорняками эффективны гербициды. Против осота применяют 2,4 Д (4-5л /га). Опрыскивание проводят в ясную, сухую погоду при температуре воздуха не ниже 10-12 °С, осенью, по розеткам, а лучше в фазе стеблевания. Вспашку проводят спустя 12-15 дней после внесения препарата. Для внесения гербицидов используют опрыскиватели ПОУ, ПОМ - 630, ОПШ - 15. Гербициды целесообразно применять не по всему полю, а только на засоренных участках

Перед вспашкой поля вносят органические и минеральные удобрения. Вспашку проводят на глубину 30-32 см в конце сентября – октября. Зеленые угодья в значительной степени подвержены водной эрозии. Площади посевов сахарной свеклы приходится размещать на склоновых землях, где может развиваться водная эрозия. Для предотвращения этого применяются приемы противоэрозийной обработки. Установлено, что обычная вспашка, проведенная поперек склона, полностью предотвращает поверхностный сток осадков на склонах 1-2°.

Одним из эффективных приемов борьбы с водной эрозией и накоплением влаги, особенно на выровненных полях с осени, является щелевание зяби в предзимний период поперек склонов. Оно осуществляется щелевателем - кротователем шк - 2 -140 , который нарезает 2 щели глубиной 40-50 см на расстоянии 140 см друг от друга лентами через 6-10 м, в зависимости от крутизны склона. На полях со склонами 2-3° с целью предотвращения водной эрозии целесообразно оставлять гребнистую зябь. На полях с крутизной склона более 3° пропашные культуры, в частности сахарную свеклу, возделывать не целесообразно.

Ранневесенняя обработка почвы. Мелкие семена сахарной свеклы требуют небольшой глубины посева. Почвенная корка губительна для ее всходов, поэтому слой почвы, прикрывающий семена, должен быть мелкокомковатым 10,5- 0,2мм. К качеству ранневесенней обработки предъявляются следующие основные требования:

- на поверхности поля не должно быть гребней и борозд высотой и глубиной 2-3 см.

- понижения на поверхности поля должны быть засыпаны влажной почвой; плотность почвы на глубине заделки семян должна соответствовать плотности ее равновесного состояния;

- толщина поверхностного слоя почвы должна находиться в пределах 1,5-2,5 см, не допускается наличие в разрыхленном слое почвы комков размером более см; количество комков размером более 1 см не должно превышать 30%.

Ранневесенняя обработка почвы включает в себя ранневесеннее рыхление, выравнивание поверхности почвы и предпосевную культивацию.

Весеннюю обработку почвы проводят с наступлением ее физической спелости. Для этой операции используют агрегаты, состоящие из сцепки С - 11 У, легких борон, агрегируемых с трактором ДТ - 75 различных модификаций. Количество проходов агрегата и порядок размещения борон в нем определяют по состоянию поверхности слоя. Необходимо стремиться к сокращению числа проводимых операций, чтобы избежать излишних затрат, иссушения и уплотнения почвы. Лучшее крошение с одновременным выравниванием поверхности почвы достигается обычно за два прохода. Сначала поле боронуют тяжелыми боронами БЗТС -1,0 в сочетании с легкими посевными боронками ЗПБ - 06. Затем при втором проходе проводят выравнивание (ВПН - 5,6 или ВП - 8) или шлейфование боронами (ШБ - 2,5) с боронованием посевными боронками ЗБП - 06. Разрыв между первым и вторым проходами 1- 2 часа. На рыхлой почве достаточно сделать один проход агрегата, состоящего из шлейф - борон ШБ - 2,5 и легких борон ЗБП - 06 и ЗОР -07

Предпосевная обработка почвы. Предпосевная культивация почвы создает рыхлый слой на глубину посева семян, уничтожает «нитевидные» сорняки, выравнивает поверхность поля, заделывает гербициды. Проводят ее культиваторами УСМК - 5,4 в агрегате с гусеничными тракторами Т 70С. Культивацию проводят поперек вспашки и под углом 60 - 80 к направлению сева, на глубину посева семян. Одновременно с культивацией проводят прикатывание (ЗККШ - 6 или ККН - 2,8) и боронование. Разрыв между предпосевной культивацией и севом не должен превышать пол часа. Сахарная свекла – ранняя культура. Посев ее надо начинать, когда верхний слой почвы на глубине 6-8 см прогревается до 1-80 , что совпадает со сроком посева ранних зерновых культур. Следует помнить, что задержка с посевом и соответствующее уменьшение вегетационного периода на один день снижает урожайность корнеплодов на 2-3 ц/га. Для получения дружных полных всходов (10% и более – начало всходов) необходимо, чтобы семена были заложены во

влажный слой почвы на глубину 3-4 см в зависимости от конкретных условий. Они должны располагаться на 1,0 - 1,5 см ниже гербицидного экрана. Норма высева семян должна обеспечить оптимальную густоту насаждения без применения ручного труда на ее формирование. При посеве на конечную густоту высевают такое ~ количество высокосхожих семян, которое обеспечивает 5 -7 всходов. На засоренных полях при отсутствии эффективных средств защиты растений норму высева увеличивают до 15-20 и более плодиков на 1м рядка, а лишние растения потом удаляют с помощью машин. Используют и ручной труд.

Сеют свеклу пунктирным способом сеялкой ССТ - 12В, ширина междурядий 45 см. Скорость движения посевного агрегата должна быть не более 5 км/ч. Каждое поле следует засеивать за 1-2 дня. Система приемов ухода за посевами свеклы включает: боронование почвы до и после всходов, механизированное прореживание почвы в междурядьях и рядах, применение химических средств защиты от вредителей, болезней и сорняков.

Боронование почвы до всходов проводят с целью разрушения почвенной корки и защиты всходов от корнеплода. Этот прием проводят на 4 - 6 й день после посева со скоростью не более 5 км/ч, когда проростки сорняков находятся в фазе «белой ниточки», а семена свеклы только наклюнулись. Рыхлят легкими боронами ЗБП - 06 или ЗОР - 07 поперек или под углом к направлению сева.

Боронование по всходам проводят в фазе первой пары настоящих листьев у свеклы, при густоте не менее 8 растений на 1 пог. М. Оно позволяет уничтожить до 90% просовидных и других сорняков. Боронуют легкими боронами со скоростью 6,5 км /ч или ротационными батареями РБ -5,4. Последними орудиями растения свеклы повреждаются незначительно. В фазе 1-2 пар настоящих листьев делают первую междурядную обработку культиватором УСМК - 5,4 на глубину 5 см с защитной зоной 5-6 см. Культиватор оборудован защитными дисками. Вторую междурядную обработку проводят на глубину 6-8 см культиватором УСМК - 5,4 с защитной

зоной 6-8 см по мере надобности. Одновременно с междурядными обработками можно вносить гербициды, инсектициды, фунгициды. Для уничтожения сорняков, прежде всего, используется агротехнические приемы, а в некоторых случаях применяют химические средства защиты растений.

Сахарную свеклу можно возвращать на прежнее место не ранее, чем через 3 года, а в случае сильного заражения почвы нематодой - через 4-5 лет. Отсюда следует, что площадь под свеклой в севообороте не должна превышать 20-25% [13].

По данному подразделу были сделаны следующие выводы:

1) биологические особенности культуры сахарной свеклы и сорта «Рамонская односемянная 47» соответствуют для его возделывания в хозяйстве ООО «Агрофирма «Дубрава» Кайбицкого района. Средняя урожайность его в хозяйстве составляет 370 ц/га, сахаристость 18,6 %. Очень пластичен, приспособлен к различным условиям выращивания, относительно устойчив к корневой и ложной мучнистой росе. Одноростковость – 95 %, что позволяет возделывать его по интенсивным технологиям;

2) климатические условия хозяйства ООО «Агрофирма «Дубрава» Кайбицкого района благоприятны для возделывания сахарной свеклы сорта «Рамонская односемянная 47»;

3) характеристика почвы хозяйства по физико-химическим показателям благоприятны для возделывания сахарной свеклы сорта «Рамонская односемянная 47»;

4) севооборот в хозяйстве научно – обоснованный;

5) технология возделывания сахарной свеклы сорта «Рамонская односемянная 47» в хозяйстве проводится в соответствии с агроклиматическими условиями района и возделывание культуры идет по базовой технологии.

2.3.2 Технология переработки сельскохозяйственной продукции

ООО «Буинский сахар» был запущен в эксплуатацию в 1960 г. Предприятие относится к категории прогрессирующих предприятий перерабатывающей индустрии не только в РТ, но и во всей РФ.

Основными видами деятельности общества являются:

- закупка и переработка сахарной свеклы;
- производство сахара-песка;
- производство гранулированного жома;
- реализация продукции;
- другие виды деятельности, не запрещенные законодательством РФ.

Завод имеет производственную мощность около 40 тыс. т сахара ежегодно, что соответствует около 40 % потребности республики.

Каждый год компания перерабатывает более 600 тыс. т сахарной свеклы. Эти цифры существенны не только для Поволжского региона, но и для всей Российской Федерации. С момента основания завода, его полная мощность была равна 1500 т. переработки сахарной свеклы за один день, после реконструкции мощность увеличилась до 3900 т.

За успешное наращивание комплекса мероприятий по наращиванию мощности и рациональное использование отходов производства предприятию в 1996 г. присужден Международный приз «Золотой орел» США, а так же в 1999 г. - Памятная медаль г. Париж [12].

Предприятие производит из свекольной массы сахарный песок. Побочными продуктами являются меласса и жом. Переработка свеклы производится сезонно, начиная с августа. В таблице 12 представлен объем закупок сырья в ООО «Буинский сахар» для производства сахара-песка.

Таблица 12– Объемы закупок сырья, т

Наименование сырья	Год	
	2016	2017
Всего:	600000	600000
в том числе в среднем		
за квартал	420000	420000
месяц	105000	105000
сутки	3500	3500

Для производства сахара-песка за сутки использует 3500 т сырья, за месяц – 105000 т, за квартал 420000 т, а за год 600000 т сырья.

Все закупаемое сырье проходит оценку технологических свойств и пригодность для переработки и производства определенного вида продукции и соответствует нормативно техническим документациям (НТД) ГОСТа (таблица 13).

Таблица 13 – Качество закупаемого сырья

Наименование сырья (группа по качеству, сорт)	Количество, т	Показатель качества			
		Цветушные корнеплоды, %, не более	Подвяленные корнеплоды, %, не более	Корнеплоды с сильными механическими повреждениями, %, не более	Зеленая масса, %, не более
Сахарная свекла	3500	3-1	5	12	3,0

Закупаемое сырье соответствует требованиям ГОСТа.

Ассортимент выпускаемой продукции, в ООО «Буинский сахар» представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Ассортимент выпускаемой продукции

№ п/п	Наименование продукта	Разрешающие докумены	Сорт	Количество в сутки, т	Количество в год, т	Код ОКП
1	сахар- песок	ГОСТ 33222-2015	в/с	541	197583	911101
2	патока	ГОСТ Р 55316-2012	в/с	67,81	24754	91 8810
3	гранулированный жом	ГОСТ Р 54901-2012	в/с	57,5	20990	91 1223
4	дрожжи	ГОСТ 20083-74	в/с	14,1	5153	92 9111

Для выработки сахара-песка используют сахарную свеклу по ГОСТ 33884-2016. Свекла сахарная. Технические условия, качество которой представлено в таблице 15

Таблица 15 – Качество корнеплодов сахарной свеклы

Показатель	Используемый прибор (оборудование)	Норма по НТД	Факт
Физическое состояние	по внешним признакам, методом расчета	Не потерявшее тургора	Соответствует требованиям НТД
Цветушные корнеплоды, %, не более	по внешним признакам, методом расчета	1,0	0,50
Подвяленные корнеплоды, %, не более	по внешним признакам, методом расчета	5,0	2,00
Корнеплоды с сильными механическими повреждениями, %, не более	по внешним признакам, методом расчета	12,0	9,00
Зеленая масса, %, не более	по внешним признакам, методом расчета	3,0	3,00
Мумифицированные корнеплоды	по внешним признакам, методом расчета	Не допускаются	Отсутствуют
Подмороженные корнеплоды со стекловидными отслаивающимися или почерневшими тканями	по внешним признакам, методом расчета	Не допускаются	Отсутствуют
Загнившие корнеплоды%, не более	по внешним признакам, методом расчета	Не допускаются	Отсутствуют
Загрязненность%, не более	по внешним признакам, методом расчета	19,5	19,5
Сахаристость %	автоматизированная линия УЛС-1	14-17	14-17

По данным результатам контроля, используемая на производстве сахарная свекла соответствует показателям НТД [6,9].

В приложении А приведена блок схема производства сахара-песка.

При производстве сахара-песка используется аппаратура со всеми технологическими свойствами, которая представлена в таблице 21 .

Таблица 21 - Оборудование для выполнения технологических операций

Наименование оборудования	Выполняемая работа	Марка	Производительность, кг	Продолжительность работы в смену, мин/час	Количество, шт
Элеватор свекловичный	складирование сахарной свеклы	В-450М	1850 т.т/сут	1850 т.т/сут	1
Свекломойки	для мойки свеклы	КМЗ-57М	1500т/сут	1500т/сут	1
Свеклорезки центробежные,	резка свеклы	Т2М-СЦ2Б-12, А2-ПРБ-2-12	1500 т/сут	1500 т/сут	1
Промыватель сатурационного сока	обработка сока известковым молоком	ПСГ-1,6-3,0	3000 т/сут	3000 т/сут	1
Сульфитаторы сока и сиропа	обработка свеклольного сока SO ₂ для снижения цветности	А2-ПСК-6	6000 т/сут	6000 т/сут	1
Аппараты выпарные	необходимы для концентрирования сока	А2-ПВВ - 1000	1000 м ²	1000 м ²	1
Подогреватели секционные марки	для нагрева всех видов сахарных соков	А2-ПСП-40	120 м ³ /ч	120 м ³ /ч	1
Вакуум-аппараты	для кристаллизации сахара	Ж4-ПВА	40 т	40 т	1
Конденсаторы смешения	Предназначены для конденсации вторичного пара из вакуум-аппаратов и последних корпусов выпарных установок.	А2-ПКБ-3	45 т/ч	45 т/ч	1
Барабанная сушильно-охлаждающая установка	предназначена для сушки и охлаждения сахара-песка	УСС-30	20 т	20 т	1

Аппаратурно-технологическая схема с оборудованием и расположением аппаратов и машин в технологической линии представлена в приложении Б.

Основанием для химико-технологического учета свеклосахарного производства является количество переработанной свеклы и содержание в ней сахара. В основе лежит сопоставление количества сахарозы, введенной в производство и сахарозы полученной в учтенной готовой продукции, в мелассе и в оставшихся продуктах незавершенного действия. По этим данным определяются общие потери сахара.

Расчет материального баланса на 6000 кг сахарной свеклы.

На 100 кг свеклы при содержании в ней сахара 17,5 % и извлечении свекловичного сока 17 кг сахара, получаем:

$$100-17=83 \text{ кг жома.}$$

Но по справочным данным 100 кг свеклы получается жом для диффузионного аппарата непрерывного действия 84 кг жома. Аппарат непрерывного действия никакой диффузионной воды не дает. Однако жом рекомендуется прессовать, причем количество сухих веществ в нем следует доводить не менее как 16 %. Можно считать, что в отжатом жоме содержится мякоть свеклы 5 кг и 0,5 кг сахара и растворенных несахаров, т.е. всего 5,5 кг сухих веществ на 100 кг свеклы. Масса отжатого жома при содержании в нем 16% сухих веществ, следовательно:

$$5,5*100/16 \approx 34 \text{ кг на 100 кг свеклы.}$$

А масса сока в отжатом жоме:

$$34-5=29 \text{ кг.}$$

Масса отжатой жомопрессовой воды:

$$84-34=50 \text{ кг,}$$

отсюда следует, масса сахара в отжатом жоме

$$29/84-5=0,37 \text{ кг.}$$

Очистка сока. Пусть в свекле на 100 кг было 17,5 кг сахара, в жоме (его 84 кг) содержится – 0,37 кг, диффузионном соке – 12,56%, неопределяемые потери – 0,1 кг. Найти количество диффузионного сока X кг.

$$17,5 = X*12,56/100+84*0,37/100+0,1,$$

$$17,5 = X*12,56/100+0,31+0,1,$$

$$X=129,5 \text{ кг.}$$

Расход воды на диффузию:

$$100+x=136+84, \quad x=120 \text{ кг.}$$

Баланс веществ на дефекации и сатурации.

Общий эффект очистки сока. Чистота диффузионного сока – 88 (данные лаборатории ООО «Буинский сахарный завод»), а чистота сока II сатурации – 92,3, тогда загрязненность сахара в диффузионном соке:

$$100-88,0/88,0=0,1364.$$

Загрязненность сахара в соке II сатурации:

$$100-92,3/92,3=0,0834.$$

Снижение степени загрязненности:

$$0,1364-0,0834=0,0530, \text{ или эффект очистки} = 0,0530*100/0,1364=38,9 \text{ \%}.$$

Количество продуктов и потери сахара на дефекации и сатурации.

На 100 кг свеклы расходуется $\approx 2,5$ кг извести. Из этой извести образуется на сатурации CaCO_3 в количестве:

$$2,5*100/56=2,5*1,8.$$

Но т.к. в осадке содержится 50% воды, то количество осадка, образовавшегося из извести: $2,5*1,8*2=2,5*3,6$, т.к в осадке кроме CaCO_3 будут находиться и осаждаться несахара, то количество осадка будет несколько больше ≈ 10 кг.

Потерю сахара в осадке на 100 кг вычисляют следующим образом.

Осадок содержит 0,8% сахара, количество осадка =100 кг; то

$$10*0,8/100=0,08 \text{ кг.}$$

Количество сока II сатурации. Свекла содержит 17,5 % сахара, потери сахара на диффузии – 0,4 кг и дефеко-сатурационном осадке – 0,08 кг, 0,2 кг – неучтенные потери. В соке II сатурации – 13,45 % сахара. На 100 кг свеклы содержится сахара 17,5 кг, но в соке II сатурации, за вычетом потерь:

$$17,5-0,4-0,08-0,2=16,82.$$

$$x=16,82=x*13,45/100,$$

$$x=128,5 \text{ кг.}$$

Выпарка. Количество выпаренной воды на 100 кг свеклы, 125 кг очищенного сиропа. Содержание сухих веществ 15%, требуется сгустить сироп с содержанием сухих веществ 65 %.

Масса сиропа:

$$a=125*15/65=28,8 \text{ кг.}$$

Количество выпаренной воды:

$$W=A-a,$$

$$W=125-(125-15/65) = 96 \text{ кг на 100 кг свеклы.}$$

Состав утфеля и оттека.

Утфель I кристаллизации имеет следующий состав: СВ=92,5, $r=90$, t утфеля в конце выпарки = 80 °С, коэффициент перенасыщения оттека $\alpha=1,10$, и коэффициент насыщенности $\alpha_1=1,01$.

Содержание воды на 100 кг утфеля:

$$100-92,5=7,5\text{кг.}$$

По таблице растворимости сахарозы, найдем, что при t 80°С и 1 кг воды растворяется $H=3,70$ кг сахара, но т.к $\alpha_1=1,01$ и $\alpha=1,10$, то на 1 кг воды будем иметь в растворе:

$$3,7*1,01*1,10=4,11 \text{ кг сахара.}$$

Всего же на 100 кг утфеля, т.е. на 7,5 кг воды = 4,11 x 7,5=30,8 кг.

Итак, на 100 кг утфеля выкристаллизовывалось:

$$83,3-30,8=52,5 \text{ кг сахара.}$$

В межкристаллизационном оттеке останется сахара = 30,8 кг, несхаров:

$$92,5-83,3=9,2 \text{ кг, воды} = 7,5 \text{ кг.}$$

Масса сухих веществ оттека:

$$30,8+9,2=40 \text{ кг.}$$

Чистота оттека:

$$r=30,8*100/40=77\%.$$

Масса оттека:

$$40+7,5=47,5\text{кг.}$$

Сгущение утфеля. t утфеля в момент спуска= 75°C , СВ утфеля – 92, сахара-82,8, r – 90%, коэффициент перенасыщенности межкристаллического отека-1,10. Тогда в растворе придется на 1 часть воды:

$$3,477*1,10=3,825 \text{ части сахара.}$$

В 100 кг утфеля получено воды:

$$100-92,0=8 \text{ кг.}$$

На те же 100 кг утфеля в отеке будет содержаться:

$$\text{сахара } 8,0*3,825=30,6 \text{ кг,}$$

$$\text{несахаров } 92,0-82,8=9,2 \text{ кг,}$$

$$\text{СВ } 30,6+9,2=39,8 \text{ кг.}$$

Следовательно, r отека= $30,6*100/39,8=76,9 \%$.

Содержание кристаллов сахара в утфеле:

$$K=(P-p)*100/100-p.$$

Утфель II кристаллизации $P=70 \%$, а оттек этого утфеля содержит $p=50 \%$ сахара, отсюда количество кристаллизованного сахара в утфеле:

$$K=(70-50)*100/100-50=40\%.$$

Выход сахара из свеклы и его потери. В 100 кг свеклы содержится 17,5 % сахара. Получено на 100 кг свеклы 14,5 кг сахара. В мелассе учтено 2,3 кг сахара, в жоме 0,37, и фильтрационном осадке 0,1. Однако если сложить выход сахара и все потери получим:

$$14,5+2,3+0,37+0,1=17,27, \text{ а не } 17,5 \text{ кг,}$$

т.е. потери сахара еще:

$$17,5-17,27=0,23 \text{ кг – неопределяемые лабораторией потери.}$$

Баланс сахара примет следующую форму кг:

- на 6000 кг свеклы выведено сахара –894;
- получено в сахар – песке (выход) – 877;
- потери сахара 17 [23].

Обеспечение и повышение качества выпускаемой продукции - одна из главных задач производства. В решении этой задачи важная роль отводится контролю качества на всех этапах производства с целью проверки соответствия

показателей качества установленным требованиям. Контроль технологического процесса производства сахар-песка представлена в таблице 22.

Таблица 22 - Контроль технологического процесса производства

Показатель	Значение
1	2
Мойка свеклы	отмывания свеклы от земли), по принципу работы делятся на: барабанные, кулачковые, вибрационные и струйные
Измельчение свеклы	бывают дисковые барабанные и центробежные. Тип зависит от характера движения ножей и свеклы относительно друг друга. Для измельчения сахарной свеклы
Сокодобывание	На современных сахарных заводах для извлечения сахара из свеклы применяют способ диффузии. Диффузионный способ позволил сократить затраты труда на сокодобывание, повысить степень извлечения сахара из свеклы и чистоту получаемого сока по сравнению с натуральным соком свеклы.
Очистка сока - дефекация, сатурация	Предварительная дефекация. Заключается в обработке сока известью. Добавляют 0,2 – 0,3% извести, коагуляция коллоидных частиц и осаждение других несахаров. Сахароза с известью образует сахараты. $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO$. Основная дефекация – добавляется оставшаяся часть извести, которая определяется концентрацией 2,5% к массе сока. На этой стадии разлагаются некоторые сахара, образуются газообразные продукты (NH_3 , CO_2), мелкие кристаллы $Ca(OH)_2$. Известь и сок смешиваются в трубопроводе, готовый сок выходит из верхней части дефекатора и подается на сатурацию. Сатурация заключается в обработке сока сатурационным газом, содержащим 30% CO_2 . В соке, поступающем на первую сатурацию, 0,1 часть содержащейся извести находится в растворе, а 0,9 в виде осадка. При продувании CO_2 почти вся избыточная известь выпадает в осадок в виде оксида кальция. Он хорошо поглощает несахара, красящие в-ва, рН изменяется до 11. После этого выделяют осадок. 1 сатурация осуществляется при 80-85 град. Скорость сатурации влияет на чистоту и фильтрационную способность сока. Чем она больше, тем мельче частицы осадка и выше их адсорбционная способность. 2 сатурация. Основная цель – снижение в соке концентрации растворимых солей кальция. 2 сатурацию ведут до рН не ниже 9. Продолжительность 10 мин.
Очистка сока – сульфитация	Это последняя стадия очистки диффузионного сока, т.е. обработка фильтрованного сока 2 сатурации диоксидом серы. В получаемом сульфитационном газе содержится 10-15% SO_2 . При пропускании газа через сок получается сернистая кислота, являющаяся сильным восстановителем, она частично переходит в серную кислоту, а выделяющийся при этом водород восстанавливает органические окрашенные вещества. Это действие диоксида серы продолжается и на выпарке, что способствует меньшему потемнению сиропа. Наряду с обесцвечиванием сернистая кислота понижает щелочность сока и вязкость сиропов, что улучшает условия фильтрации сока и сиропа, облегчает кристаллизацию сахара и отделение кристаллов от маточного сиропа. рН снижается до 8,5, снижается вязкость. Удаляется до 40% несахаров. Остальные 60% переходят в мелассу, удаляются при кристаллизации.

1	2
Фильтрование сока	Фильтрование проводят после 1 и сатурации, фильтруют также сироп после сгущения сока в выпарных аппаратах. Движущей силой фильтрования является разность давлений по обе стороны фильтрующей перегородки. При этом на одной стороне перегородки должно быть избыточное давление или вакуум, а на другой – атмосферное. Фильтрование сока 1 сатурации. Сок после 1 сатурации содержит 4-5% твердых частиц. Сок направляют в многоярусные или одноярусные отстойники, где происходит разделение на две фракции: осветленную в количестве 75-80% от всего сока и сгущенную – в количестве 20-25%.
Сгущение сока	Сгущенная суспензия направляется на вакуум-фильтры. Полученный фильтрационный осадок содержит 75-80% CaCO ₃ и 20-25% органических и минеральных несахаров – это белок, пектиновые в-ва, кальциевые соли органических кислот, минеральные в-ва. Осадок рекомендуется использовать как удобрение для кислых почв и в качестве добавок к кормам животных. Фильтрование сока 2 сатурации. Для контрольного фильтрования сока 2 сатурации применяют дисковые фильтры.
Уваривание сиропа	для увеличения концентрации сахара в сиропе, путем вываривания воды, и для выращивания кристаллов сахара. Процесс протекает под разрежением
Центрифугирование утфеля	При уваривании утфеля I максимально возможное количество кристаллического сахара получается в вакуум-аппарате, поэтому дальнейшей его кристаллизации не требуется. Из вакуум-аппарата утфель I через утфелерас-пределитель направляется на центрифуги для отделения кристаллов сахара от межкристального оттека.
Сушка сахара – песка	предназначена для сушки и охлаждения сахара-песка.
Упаковка сахара – песка	упаковка сахара по массе

Сахар-песок производится согласно ГОСТ 33222-2015 Сахар белый. Технические условия [5] из сахарной свеклы. Качество сахара-песка представлено в таблице 23.

Таблица 23 – Качество сахар-песка

Показатель	Используемый при бор (ГОСТ)	Норма по НТД	Факт
1	2	3	4
Органолептические показатели			
Цвет	ГОСТ 12576-89	Белый	Белый
Вкус и запах	ГОСТ 12576-89	Сладкий без постороннего привкуса и запаха, как в сухом сахаре, так и в его йодном растворе	Сладкий без постороннего привкуса и запаха
Сыпучесть	ГОСТ 12576-89	Сыпучий	Сыпучий

1	2	3	4
Чистота раствора	ГОСТ 12576-89	Раствор сахара должен быть прозрачным или слабоопалесцирующим без нерастворимого осадка и др примесей	Раствор прозрачный без осадка и примесей
Физико-химические показатели			
Массовая доля редуцирующих веществ, % не более	ГОСТ 12575	0,050	0,050
Массовая доля золы, % не более	ГОСТ 12574	0,04	0,04
Цветность, не более условных единиц	ГОСТ 12572	0,8	0,8
Массовая доля влаги, % не более	ГОСТ 12570	0,14	0,14
Массовая доля сахарозы, % не менее	ГОСТ 12571	99,75	99,74
Массовая доля ферро примесей, % не более	ГОСТ 12573	0,0003	0,0003
Микробиологические показатели			
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных ми-мов, КОЕ в 1 г, не	ГОСТ 26968-86	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$
Плесневые грибы, КОЕ в 1 г, не более	ГОСТ 26968-86	$1,0 \times 10$	не имеются
Дрожжи, КОЕ в 1 г, не более	ГОСТ 26968-86	$1,0 \times 10$	не имеются
Бактерии группы кишечная палочка (колиформы), в 1 г	ГОСТ 26968-86	Не допускаются	не имеются
Патогенные ми-мы, в т.ч. бактерии рода сальмонелла, в 25 г	ГОСТ 26968-86	Не допускаются	не имеются

По данным результатам контроля, производимый на производстве сахар-песок, по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям соответствует НТД.

2.3.3 Экспериментальная часть

Для производства сахара-песка было использовано сырье соответствующее ГОСТ 33884-2016. Свекла сахарная [6]. Результаты оценки качества сырья приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Результаты оценки качества свеклы сахарной

Показатель	Используемый прибор (оборудование)	Норма по НТД	Факт
Физическое состояние	по внешним признакам, методом расчета	Не потерявшее тургора	Соответствует требованиям НТД
Цветушные корнеплоды, %, не более	по внешним признакам, методом расчета	1,0	0,50
Подвяленные корнеплоды, %, не более	по внешним признакам, методом расчета	5,0	2,00
Корнеплоды с сильными механическими повреждениями, %, не более	по внешним признакам, методом расчета	12,0	9,00
Зеленая масса, %, не более	по внешним признакам, методом расчета	3,0	3,00
Мумифицированные корнеплоды	по внешним признакам, методом расчета	Не допускаются	Отсутствуют
Подмороженные корнеплоды со стекловидными отслаивающимися или почерневшими тканями	по внешним признакам, методом расчета	Не допускаются	Отсутствуют
Загнившие корнеплоды%, не более	по внешним признакам, методом расчета	Не допускаются	Отсутствуют
Загрязненность%, не более	по внешним признакам, методом расчета	19,5	19,5
Сахаристость %	автоматизированная линия УЛС-1	14-17	14-17

По данным результатам контроля, используемая в экспериментальной разработке по производству сахара-песка, сахарная свекла по органолептическим, физико-химическим и соответствует ГОСТ 33884-2016 [6].

Анализ технологической линии производства сахара-песка показал, что на данном заводе используется малоэффективная и устаревшая сушильно-охладительная установка сахара-песка барабанного типа УСС-30. Производительность оборудования составляет 10-20 т/ч сахара, с влажностью при выходе 0,16 %. К недостаткам существующего оборудования на производстве следует отнести громоздкость и значительные расходы энергии, затрачиваемые на высушивание сахара и привод вращающихся барабанов.

Поэтому проектным предложением предлагается заменить данное оборудование на новую многосекционную сушильно-охладительную установку сахара-песка. Производительность предлагаемой установки по сухому сахару составляет 30-40 т/ч. Массовая доля влаги - 0,03, а истирание кристаллов не более 8 %. Применение предложенного высушивающего устройства позволит существенно упростить машинно-аппаратурную схему устройства, снизить массы движущихся элементов, уменьшить производственные затраты и автоматизировать процесс сушки сахара-песка. Влажный сахар, выгруженный из центрифуг, высушивается в вибропсевдооживленном слое конвейера с переменным давлением сахара на желоб, имеющего два перфорированных днища, под которые в начале конвейера подается горячий воздух для высушивания сахара и в конце конвейера - холодный воздух для его охлаждения. Процесс сушки сахара происходит в первой части виброконвейера, из которой выходит горячий сухой сахар. Охлаждение сахара происходит также в вибропсевдооживленном слое во второй части виброконвейера, где охлаждение сахара осуществляется воздухом, очищенным в фильтре и поданным в воздухопровод через гибкий воздухопровод. Отсос отработанного воздуха и улавливание сахарной пыли выполняется также как и на участке сушки сахара с помощью коллектора, пылеуловителя и вентилятора. Сухой

охлажденный сахар транспортером направляется на упаковку. Упаковка сахара на заводе осуществляется в ручную, в мешки объемом 50 и 20 кг.

В целях автоматизации процесса упаковки сахара, предлагается установить новое оборудование для фасовки и упаковки сахара в более мелкую тару. Фасовка сахара в предлагаемом аппарате - 15-20 (при дозе 1000 грамм) уп./мин, с соблюдением самых высоких санитарных и гигиенических требований. А дополнительное оборудование линий дозаторами дает уникальную возможность контролировать процесс наполнения тары, значительно увеличивая их производительность.

Внедрение в производство предлагаемого оборудования позволит улучшить качество товара и будет отвечать современным тенденциям в области технологий и рынка продаж. Технические характеристики сушильно-охладительной установки представлены в таблице 25.

Таблица 25 - Технические характеристики сушильно-охладительной установки

Технические данные:	Барабанная сушильно-охладительная установка СБУ-1 (сложившаяся)	Сушильно-охладительная установка ПСС-40 (рекомендуемая)
Производительность, т/ч	20	40
Влажность сахара, %:		
начальная	1	1
конечная	0,16	0,03
Температура охлаждения сахара, К	280	303
Установленная мощность электродвигателей, кВт	320	320
Габаритные размеры, мм:		
длина	11 600	10 000
ширина	3800	2400
высота	3570	5700
масса, кг	35 800	15500

Сушильно-охладительная установка предназначена для сушки сахара-песка в псевдосжиженном слое на сахаропесочных заводах.

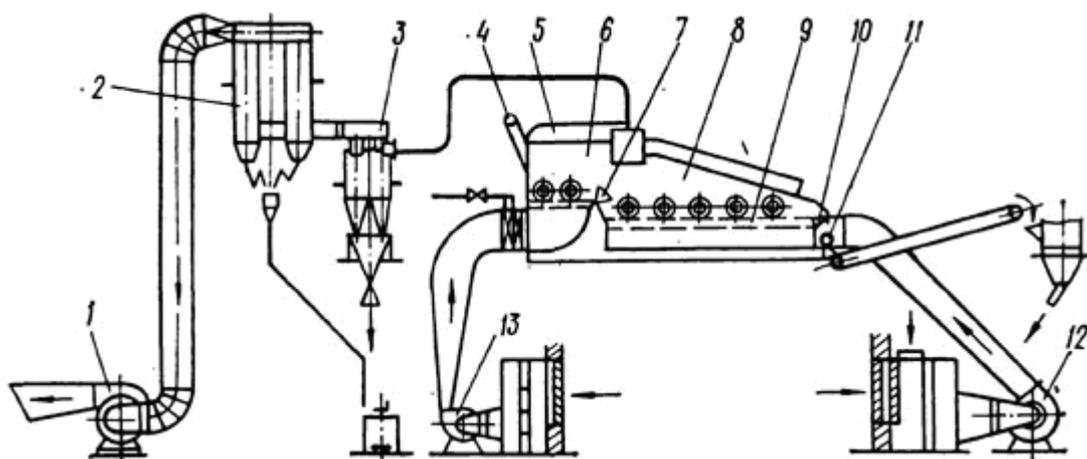


Рисунок 1 - Сушильно-охладительная установка ПСС-40

В комплект установки типа ПСС-40 входят сушильно-охладительный аппарат 5, два дутьевых 12, 13 и один отсасывающий вентилятор, циклоны 2, воздухоочистки 3, щит управления КИПиА.

Сушильно-охладительный аппарат выполнен из листовой стали толщиной 4 мм. Внутри корпус разделен на сушильную и охлаждающую камеры 6 и 8 соответственно. В нижней части камер размещены газораспределительные решетки 9, изготовленные из стальной легированной проволоки. Ширина щелевых отверстий решеток $0,35 \pm 0,1$ мм. Живое сечение — 8%. Решетки монтируются отдельными секциями с наклоном $0,043$ рад в направлении перемещения сахара. Во избежание подсоса или утечки воздуха в загрузочных и выгрузочных горловинах установлены шлюзовые затворы 4 и 11. Высота слоя сахара составляет 0,2—0,4 м в сушильной камере и 0,08—0,12 м — в охлаждающей и регулируется высотой поднятия над уровнем решетки поворотных секторовидных порогов 7 и 10. Площадь поверхности решеток сушильной камеры $2,4 \text{ м}^2$, охлаждающей — $9,6 \text{ м}^2$. Расположенный в расширяющейся части аспирационный коллектор предназначен для равномерного отсоса воздуха по всей камере. Камеры аппарата снабжены смотровыми люками. Установка снабжена системой автоматического регулирования подогрева воздуха. На щите КИПиА имеются приборы контроля температуры подогрева воздуха, отработанного воздуха и температуры

продукта, приборы для контроля давления и разрежения в аппарате. Производительность центробежного вентилятора для подачи воздуха в сушильную камеру составляет 18 800 м³/ч при давлении 5000 Па. Воздух подогревается калорифером при давлении 0,2—0,25 МПа. В охлаждающую камеру подается 30 000 м³/ч воздуха при давлении 1600 Па. Отработанный воздух отсасывается вентилятором производительностью 50 000 м³/ч при давлении 3800 Па.

Для очистки отработанного воздуха от сахарной пыли применена двухступенчатая система параллельно включенных циклонов и скрубберов, причем воздух из циклонов последовательно поступает на скрубберы. Конструктивно аппарат разделен на две части, каждая из которых может обеспечивать независимое высушивание и охлаждение 20 т сахара в час.

Фасовочно-упаковочное оборудование предназначено для расфасовки сахарного песка и упаковывания их в потребительскую тару из бумаги, целлофана, полиэтилена и других материалов.



Рисунок 2- Упаковочно-фасовочное оборудование МДУ- НОТИС- 01М-Э

Предварительная фасовка товаров позволяет сохранить их качество, продлить срок хранения, сократить товарные потери, создать покупателям удобства свободного и быстрого выбора товаров. При продаже фасованных товаров повышается производительность труда работников, пропускная способность торговых предприятий, увеличивается товарооборот, сокращается время, затрачиваемое покупателями на приобретение товаров.

Предназначена (МДУ- НОТИС- 01М-Э) для автоматического дозирования и упаковки сыпучих пищевых и не пищевых продуктов (для круп, сахара, макарон, печений, крекера, чая, семечек, орешков, сухариков и других снежков) в пакеты из полипропиленовой (в том числе ламинированной) пленки. Технические характеристики МДУ- НОТИС- 01М-Э представлены в таблице 26.

Таблица 26 - Технические характеристики МДУ- НОТИС- 01М-Э

Технические данные:	
пределы дозирования, г	10-3000
ширина пакета (мм):	65-200
длина пакета (мм) при однократной протяжке:	0-250
толщина пленки (мкм)	35 – 100
производительность на 1 ручье (пак/мин)	15-20 (при дозе 1000 грамм)
напряжение/мощность В	220
Габаритные размеры, мм:	1100x1300x2500
длина	11 00
ширина	1300
высота	2500
масса, кг	35 800

Централизованная фасовка товаров в специализированных цехах с последующей доставкой в магазины более экономична, имеет ряд преимуществ, позволяющих применять и полнее использовать высокопроизводительное оборудование, получать большее количество фасованных товаров, рациональнее использовать труд работников, торговую площадь, упаковочные материалы.

Внешний вид расфасованному товару придает упаковка. Правильно подобранная упаковка способствует сохранению потребительских свойств товара и снижению товарных потерь, которые возникают из-за естественной убыли.

2.3.4 Экономическая оценка экспериментальных исследований

Экономическая эффективность сахарной промышленности зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются себестоимость сахара, удельные затраты, капитальные вложения, переработка и утилизация отходов производства (свекловичный жом, фильтрационный осадок, меласса). Одна из основных задач производства-повышение эффективности производства, чтобы на каждую единицу сырьевых, трудовых, материальных и финансовых ресурсов, их затрат, добиться существенного увеличения объема производства, снижение себестоимости и увеличения прибыли. Расчет себестоимости в ООО «Буинский сахар» по производству и реализации сахара-песка указаны в таблице 27.

Таблица 27 - Расчет себестоимости производства сахар-песка

Показатель	Технология		Эффект сложившаяся/реко- мендуемая (%)
	сложившаяся	рекомендуемая	
Произведено продукция за год, т	141532	142680	0,81
Стоимость сырья, тыс. руб.	2307890	2307890	-
Эксплуатационные расходы, тыс. руб.:			
Электроэнергия	76431,3	58882,2	22,96
Водоснабжения и водоотвод	50951,5	38523,6	24,4
	38213,6	28250,6	26,1
Амортизация	2898,7	2830,4	2,4
Текущий ремонт	1449,4	1425,2	1,66
Оплата труда с отчислениями	10820,1	10377	4,09
Итого прямых затрат, тыс. руб.	2488655	2448179	1,62
Общехозяйственные и общепроиз- водственные расходы, тыс. руб.	99546,2	97927,16	1,62
Прочие затраты, тыс. руб.	99546,2	97927,16	1,62
Производственная себестоимость, тыс. руб.	2687747,4	2644033,3	1,62

Судя по данным таблицы прямые затраты от реализации продукции снизились по сравнению с существующей технологией и составляют 2448179 тыс. руб. Производственная себестоимость снизилась на 1,62 %. Эксплуатационные расходы и общехозяйственные затраты также значительно уменьшились. Эффективность производства сахара-песка в ООО «Буинский сахар» указана в таблице 28.

Таблица 28 - Эффективность производства и реализации сахар-песка

Показатель	Технология		Эффект сложившаяся/ рекомендуемая
	сложившаяся	рекомендуемая	
Произведено продукция за год, т	141532	142680	0,81
Производственная себестоимость, тыс.руб.	2687747,4	2644033,3	1,62
Оптовая цена, руб/ шт.	22000	22000	-
Денежная выручка, тыс. руб.	3113704	3138960	0,81
Прибыль (убыток), тыс. руб.	425956,6	494926,7	16,19
Рентабельность, %	15,8	18,7	2,9

Проведя анализ экономической эффективности производства можно сделать вывод: показатели себестоимости по сравнению проектного с аналогом снизились, а денежная выручка увеличилась. А также уровень рентабельности увеличился на 2,9%. Таким образом, внедрение нового оборудования в данную технологию производства ООО «Буинский сахар», является целесообразным и с точки зрения эффективности и рентабельности производства, и по отношению к качеству готового сырья.

3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В нашей стране уделяется большое внимание вопросам охраны труда и мероприятиям, призванным обеспечить безопасность всех работающих на предприятиях. Основные положения по охране труда гарантируются Конституцией Российской Федерации, более подробно они изложены в Федеральном законе «Об основах охраны труда в Российской Федерации» и других нормативных правовых актов Республики Татарстан.

Полный комплекс мероприятий по охране труда на предприятии ООО «Буинский сахар» состоит из следующих основных разделов: 1) разработка и осуществление организационных и технических работ по созданию безопасных условий труда, предотвращению взрывов и пожаров; 2) обеспечение нормальных санитарно-гигиенических условий труда; 3) соблюдение правовых норм – трудовое законодательство.

Анализ состояния безопасности жизнедеятельности на заводе позволяет оценить показатели организации труда на производстве.

Все мероприятия по охране труда на предприятии должны выполняться, согласно нормам и действующим положениям. Основными из них на сахарном заводе являются ПОТ РО-97300-06-95 «Правила по охране труда в сахарной отрасли пищевой промышленности»; ГОСТ 31528-2012 «Машины и оборудование для производства сахара». Требования безопасности; ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [33, 4, 1].

Наиболее важными являются инженерные мероприятия. Ответственным за состояние безопасности на ООО «Буинский сахар» является главный инженер, по совместительству инженер по охране труда. В обязанности инженера по охране труда входят задачи по осуществлению контроля за состоянием охраны труда, соблюдением норм техники безопасности, проведения мероприятий по улучшению безопасности жизнедеятельности.

Одним из важнейших организационных мероприятий по профилактике производственного травматизма является инструктаж и обучение персонала безопасным приемам и методам труда. Предусмотрено пять видов инструктажей:

1) вводный инструктаж – проводится инженером по охране труда для вновь поступившихся работников;

2) инструктаж на рабочем месте – проводится технологом предприятия и включает в себя вопросы ознакомления с обслуживаемым оборудованием, требования к безопасной эксплуатации оборудования и действия при аварийных ситуациях, и другое;

3) повторный инструктаж проводится бригадиром цеха при проверке каждый квартал;

4) целевой инструктаж – проводится бригадиром цеха при переводе на другое рабочее место;

5) внеплановый инструктаж – проводится технологом предприятия при несчастных случаях, при обнаружении фактов нарушения техники безопасности [30].

б) В продуктивном цехе, а так же во всех цехах предприятия предусмотрена пожарная сигнализация, которая установлена на потолке и под потолком, реагирующая на повышение температуры. Извещатели устанавливаются из расчета один извещатель на каждые 10- 15 м², но не менее двух на каждое помещение.

Во всех цехах завода предусмотрено устройство противопожарного водопровода с установкой двух пожарных кранов. Предусмотрены первичные средства пожаротушения: пенные огнетушители ОХП-10 – 7 штук. Наружное пожаротушение предусматривает от 4 существующих пожарных резервуаров. Кроме этого на основных производственных зданиях установлены наглядные щиты с соответствующими оснащением. Так же у зданий и в цехах размещены ящики с песком. Для защиты здания и рабочих от молнии на них размещены молниеотводы. Сооружения и производственные здания имеют II степень

огнестойкости, а некоторые здания III степень по СНиП II-A5-75. Категория пожароопасности производства – Б.

Динамика производственного травматизма за последние три года представлено в таблице 29.

Таблица 29 - Динамика производственного травматизма за последние три года

Показатель	2015	2016	2017
Среднегодовое количество работающих	821	1011	1010
Число пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более	6	4	2
Число пострадавших со смертельным исходом	-	-	-
Количество человеко-дней нетрудоспособности	91	74	35
Показатель частоты	10,6	6,8	2,7
Показатель тяжести	15,1	18,5	17,5
Показатель потерь	-	-	-
Израсходовано средств на мероприятия по охране труда, тыс. руб.	572	687	527,42
Израсходовано средств на одного работника, рублей	696,7	680	522,1

Проанализировав таблицу состояние травматизма и затрат можно сказать, что все выделенные средства были использованы по назначению. Количество несчастных случаев было высоким в 2015, 2016 и 2017 г. наблюдается уменьшение количества несчастных случаев. Коэффициент тяжести травматизма в ООО «Буинский сахар» небольшой. Заметно, что по сравнению с предыдущими годами в 2017 г. наблюдается уменьшение уровня травматизма. Также в 2017 г. количество нетрудоспособных дней значительно сократилось и составило 35 дн.

Следует отметить недостатки в области охраны труда:

- 1) Плохая освещенность на территории сахарного завода;
- 2) В помещениях и на производственных участках должна быть организована эффективная систематическая уборка, удовлетворяющая требования санитарных норм;
- 3) На рабочих местах отсутствуют плакаты по части обеспечения безопасности.

Особенно большое внимание на предприятии уделяется параметрам микроклимата, обеспеченности работников специальной одеждой и другими средствами индивидуальной защиты.

Температура, относительная влажность, скорость движения воздуха на рабочих местах не выходит за пределы допустимых норм. Такие условия для работающих на сахарном заводе поддерживаются с помощью приточно-вытяжной вентиляции, а также путем максимальной автоматизации и механизации процессов и управления ими из специальных помещений с кондиционированным режимом. Все аппараты, излучающие тепло или холод, покрыты надежным изоляционным материалом, которые отличаются огнестойкостью, устойчивостью к влаге и механическим воздействиям.

Работники, занятые в процессах хранения и переработки сахарной свеклы, обеспечиваются специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими Отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, утвержденными в установленном порядке.

В зависимости от вида деятельности работникам выделяют костюмы хлопчатобумажные, брезентовые, рукавицы, перчатки, косынки, халаты, сапоги.

Дополнительно выдаются спецодежда, средства индивидуальной защиты и коллективной защиты при выполнении дополнительных работ по территории в виде дежурных на отдел (цех), при этом все работники, занятые на работах, связанные с загрязнением, обеспечиваются смывающими или обезвреживающими средствами [33].

Безопасность условий труда во многом зависит от своевременного проведения планово-предупредительного ремонта, внутреннего и наружного осмотра оборудования по определенному графику в период работы завода между капитальными ремонтами.

Планирование мероприятий по улучшению условий труда.

План организационных мероприятий:

1. Провести обучение работников охране труда. Ответственный – инженер;
2. Приобрести современную литературу по охране труда. Ответственный – инженер;
3. Выделить помещение под кабинет безопасности труда. Ответственный – директор;
4. В каждом здании, где установлено оборудование, оборудовать уголок по технике безопасности. Ответственный – главный технолог;
5. В соответствии с требованиями на производственное оборудование и коммуникации нанести знаки безопасности и соответствующую окраску. Ответственный – заведующий цехом.

План улучшения условий труда оператора в продуктовом цехе с использованием сушилки:

- Приобрести специальную одежду и средства индивидуальной защиты. Ответственный - заведующий складом;
- Снабдить рабочие места аптечками. Ответственный - специалист по безопасности труда;
- Выделить помещение для отдыха. Ответственный – директор;
- Обеспечить хорошую освещенность и вентиляцию рабочих мест. Ответственный – главный электрик.

Внедрение указанных мероприятий позволит улучшить условия труда в ООО «Буинский сахар», увеличить количество освещаемых площадей, снизить заболеваемость и повысить эффективность производства.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», свеклосахарное предприятие относится к II классу с размером санитарно-защитной зоны (СЗЗ), составляющим 500 м. Значения максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ с учетом фона на границе санитарно-защитной зоны не превышают предельно допустимых концентраций.

Специфика производства, а также применяемые на предприятии технологические процессы исключают аварийные и залповые выбросы вредных веществ в атмосферный воздух [32].

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 санитарно-защитная зона для предприятий II класса должна быть максимально озеленена – не менее 50% площади. Необходимо проводить мероприятия по озеленению промплощадки и СЗЗ предприятия [32].

Риск возникновения вредных эффектов для здоровья населения от загрязнения воздушной среды источниками ООО «Буинский сахар» оценивается как вероятный, поэтому необходимо разработка и проведение плановых оздоровительных мероприятий. Также необходимо провести дополнительные мероприятия по снижению выбросов марганца и его соединений, пыли древесной, пыли неорганической, серы диоксид, фторидов газообразных и хрома в окружающую среду.

Свеклосахарное производство относится к категории взрыво- и пожароопасных производств, так как в процессе производства используются различные легковоспламеняющиеся вещества, также на территории предприятия временно хранятся отходы, обладающие пожароопасными свойствами (макулатура, ветошь промасленная, масла отработанные моторные и трансмиссионные). В связи с этим предусмотрены мероприятия по предотвращению опасности – хранение пожароопасных отходов в специальном помещении с бетонированными стенами и полами, в котором стоит ящик с песком и огнетушители.

От прямых ударов молний предусматривается устройство молниеотводов. Для защиты от проявления статического электричества всю аппаратуру, металлоконструкции, трубопроводы и емкости, резервуары заземляют.

Все оборудование оснащено предохранительными устройствами (предохранительными клапанами, муфтами и др.), предотвращающими возникновение перегрузок элементов конструкции, приводящих к их разрушению и созданию аварийных ситуаций.

Все движущиеся, вращающиеся и выступающие части оборудования, вспомогательных механизмов, надежно ограждены, чтобы исключить возможность травмирования обслуживающего персонала. Их ограждают защитными решетками или сетками [4].

К оборудованию повышенной опасности относится диффузионный аппарат. Поэтому он оборудован щитом электрооборудования и автоматизации (силовые шкафы, щиты управления), а также контрольно-измерительными приборами (термометрами, манометрами, указателями уровня) и устройствами, обеспечивающими безопасность производственного процесса. Места поступления стружки в аппарат и выгрузки жома из аппарата оборудованы специальными устройствами (вытяжными зонтами, кожухами укрытий и т.д.) для предотвращения разброса сырья и вытяжной вентиляцией (аспирацией).

Пожаро-взрывобезопасность процессов сушки, просеивания, фасовки, упаковки, транспортировки, пересыпки, измельчения сахара – песка, а также сушки и транспортировки сушеного жома обеспечивается максимальной герметизацией оборудования, применяемого при данных процессах. При процессах, сопровождающихся пылевыделением, пылеобразованием, устанавливаются отсосы воздуха с последующей его очисткой.

Таким образом, машины и технологическое оборудование сахарного завода соответствуют требованиям ГОСТ 31528-2012 «Машины и оборудование для производства сахара. Требования безопасности» [4].

В общие требования безопасности работников ООО «Буинский сахар» включаются:

- соблюдение требований охраны труда;
- правильное применение средств индивидуальной и коллективной защиты;
- прохождение инструктажа по охране труда, стажировки на рабочем месте и проверки знаний требований охраны труда;
- немедленное извещение своего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае,

происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния здоровья, в том числе о проявлении признаков острого профессионального заболевания (отравления);

- прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров (обследования).

Инструкции по технике безопасности и правила санитарии разрабатываются для каждого рабочего места, выдаются на руки исполнителям и вывешиваются на видных местах.

Требования безопасности до начала работы:

- осмотреть спецодежду, обувь, устранить неисправности, при необходимости заменить загрязненные или неисправные;

- проверить состояние рабочего места: достаточность освещения, исправность сигнализации, санитарное состояние, исправность поверхности пола, перильных ограждений площадок обслуживания оборудования и конвейеров.

Требования безопасности во время работы:

- следить за исправностью аппарата;
- регулировать параметры технологического процесса;
- в случае обнаружения неисправности в работе записать в журнале смены.

- в конце рабочей смены привести рабочее место в надлежащее состояние.

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

- при возникновении таких ситуаций в первую очередь необходимо выявить причину и предмет возникновения, доложить об этом руководству предприятия;

- обесточить очаг, то есть остановить дальнейшее действия аварийной ситуации, эвакуировать людей;

- вызвать специальную службу по устранению причины аварии;

- огородить территорию и вывесить предупредительные знаки.

Требования безопасности после окончания работы включают в себя правила чистки и мойки оборудования (аппаратов, емкостей). Данная операция должна производиться без пребывания людей внутри них. Мойка оборудования должна проводиться только после отключения машины от сети.

Работа по ремонту электрооборудования должна проводиться только при снятом напряжении.

Разнообразие используемых аппаратов и оборудования, повышенная взрыво- и пожароопасность предприятия вызывают необходимость тщательного изучения и освоения правил техники безопасности и производственной санитарии. Занятия, инструктаж и проверку полученных знаний и навыков проводят не реже 1 раза в квартал.

При прохождении практики было замечено что, в производственных помещениях предприятия высокий уровень шума, что мешает коммуникации работников и является причиной профессиональных заболеваний.

4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» предприятия свеклосахарные относятся ко 11 классу с границей санитарно-защитной зоны равной 500 м, а предприятия по производству пищевых дрожжей относятся к 111 классу с границей санитарно-защитной зоны равной 300 м [32].

Общее количество источников выбросов вредных веществ – 51, в том числе организованных источников – 33 и 18 неорганизованных источников. Валовой выброс загрязняющих веществ в атмосферу составляет 1323,74 т/год, 35 наименований.

Специфика производства, а также применяемые на предприятии технологические процессы исключают аварийные и залповые выбросы вредных веществ в атмосферный воздух.

По видовому, качественному и количественному составу образующиеся отходы предприятие относится к предприятиям I категории опасности для окружающей среды.

Образование отходов на предприятии происходит в результате производства сахарного песка и дрожжей, проведения уборки территории, а также при обеспечении общей жизнедеятельности предприятия [32].

Всего в год на территории предприятия образуется 539256,6 т отходов 55 наименований. Из них:

Отходы 1 класса - отработанные люминесцентные, ртутьсодержащие лампы;

Отходы 2 класса – кислота аккумуляторная серная, аккумуляторы свинцовые отработанные;

Отходы 3 класса – лом и отходы цветных металлов, масляные фильтры, масла моторные отработанные, масла трансмиссионные отработанные, масла

индустриальные отработанные, отходы оксидов и гидроксидов (отходы карбида кальция), отходы лакокрасочных средств, отходы клея, клеящих веществ, мастик, незатвердевших смол, лабораторные отходы и остатки химикалий, шлак очистки трубопроводов и емкостей от нефти;

Отходы 4 класса – смет с территории, бой свеклы, отходы кухонь и предприятий общественного питания, отходы складских помещений, камеры пневматические отработанные, отходы рубероида, отходы абразивных материалов в виде пыли и порошка, отходы извести, шлак сварочный;

Отходы 5 класса – фильтрационный осадок сахарного производства, опилки натуральной чистой древесины, стружка натуральной чистой древесины, лом черных металлов несортированный, жом свекловичный, строительный щебень, отработанные абразивные круги, отходы песка, полиэтиленовая тара. Классы опасности отходов представлены в таблице 30.

Таблица 30 - Классы опасности отходов

Класс опасности	Количество отходов, т
1 класс опасности	0,32
2 класс опасности	1,786
3 класс опасности	14,64
4 класс опасности	7123,97
5 класс опасности	532115,88

Из общего объема отходов, образующихся на предприятии: 169548,72 т направляется на переработку в специализированные предприятия в соответствии с заключенными договорами, или передаются населению, а также размещается на полигоне ТБО г. Буинск, вывоз осуществляется ГУП РТ «Буинское МПП ЖКХ» (Инженерные сети)", данные отходы хранятся в контейнерах ТБО по 0,75 м³. 369707,89 т используются в собственном производстве. По мере накопления отходы передаются согласно договорам на переработку и захоронение сторонним организациям. Деятельность ООО «Буинский сахарный завод» в области обращения с опасными отходами производства и потребления направлена на соблюдение требований

природоохранительного законодательства, а также санитарно-эпидемиологических правил.

Все образующиеся на предприятии отходы хранятся с целью накопления до последующей передачи на переработку и захоронение. Хранение отходов осуществляется в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.1322-03 [22]. Собственных полигонов или шламонакопителей предприятие не имеет. Места временного хранения образующихся отходов оборудованы в соответствии с требованиями санитарно-экологических и противопожарных норм требований [22].

Предприятие имеет утвержденный Министерством экологии и природных ресурсов РТ план природоохранных мероприятий на период 2004-2006 году, направленный на снижение отрицательного воздействия на окружающую природную среду. Природоохранный план предусматривает выполнение предприятием мероприятий в области охраны атмосферного воздуха, водных ресурсов. Ежегодно в природоохранные организации представляется отчет о выполнении плана природоохранных мероприятий за годовой период времени. Заводом используются поверхностные водные объекты: источником промышленного водоснабжения является река Свияга, где имеется водозаборное сооружение, которое оборудовано рыбозащитным устройством для исключения попадания рыбной молоди в водозабор.

Ежегодно, Государственной инспекцией по маломерным судам проводится водолазное обследование наличия рыбозащитного устройства, с выдачей актов выполненных работ.

В заводе оформлен договор на право пользования поверхностными водными ресурсами, выданная Министерством экологии и природных ресурсов РТ.

С целью снижения потребления промышленной воды из реки Свияга (более чем в 2 раза) функционирует станция оборотного водоснабжения для использования вод I категории в сахарном производстве. В этой системе циркулирует в сезон сахароварения 20-24 тыс. м³ воды в сутки, что означает экономию промышленной воды 3,6 млн. м³/сезон.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения являются 2 арт. скважины, которые ограждены зоной строго санитарного режима, где посажены кустарники и посеяна газонная трава.

Оформлена лицензия на право пользования подземными водами, выданная татарской республиканской комиссией по запасам полезных ископаемых.

Нижеволжским бассейновым водным управлением заводу доведены лимиты на забор воды из поверхностных и подземных объектов, объемы которых предприятие не превышает.

Образующиеся в процессе производства сточные воды отводятся на очистные сооружения завода, которыми являются поля фильтрации, где сточные воды отстаиваются в отстойниках, затем распределяются по картам, где происходит их фильтрация в почву, испарение, часть осветленной воды идет на орошение с/х угодий. По периметру полей фильтрации пробурены 3 наблюдательные скважины, для контроля за качеством подземных вод [28].

Ежемесячно анализы сточных вод выполняются Заволжской специализируемой инспекцией аналитического контроля ЗТУ Министерства экологии и природных ресурсов РТ.

В процессе отстаивания сточных вод в отстойниках накапливается фекал.

Ежегодно в ремонтный период завод производит очистку земляных отстойников от фекал, что является трудоемким мероприятием по объективным причинам.

Заводом собственными силами было выполнено ряд мероприятий, направленных на уменьшение забора воды:

- построена конденсатная установка для вакуум-аппаратов и выпарной станции за счет чего не забирается с реки и не сбрасывается около 500 тыс. м³ воды в сезон;

- многократное использование воды в технологическом процессе на газовых лаверах дает экономию воды ≈ 220 тыс. м³/сезон.

Для экономии водных ресурсов, сокращения количества сточных вод приобретены и смонтированы 3 фильтр-пресса для удаления обезвоженного осадка, что дает экономию водных ресурсов до 40 тыс. м³/сезон, сокращение количества сточных вод ≈ 227 тыс. м³/сезон.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды, повышения надежности работы оборудования наращены охранные валы на станции оборотного водоснабжения.

Для сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу заводом за счет собственных средств 4 котла из 5 работающих переведены на газообразное топливо, произошло сокращение выбросов вредных веществ на 37 %, что соответствует разрешению выбросов загрязняющих веществ стационарными источниками, утвержденному Управлением Гос. экспертизы и нормирования природопользования Министерства экологии и природных ресурсов РТ [28].

Из вышеизложенного можно сделать вывод: администрация завода проводит большую работу в целях соблюдения природоохранного законодательства и экономного отношения к природным ресурсам.

В связи с вышеизложенным материалом рекомендуется:

- 1) провести максимальное озеленение территорий сахарного завода;
- 2) благоустроить санитарно-защитные зоны;
- 3) ликвидировать неорганизованные свалки мусора;
- 4) организовать постоянный и регулярный контроль за состоянием очистных сооружений;
- 5) проводить разъяснительные работы с населением на природоохранные темы.

Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия показаны в таблице 31.

Таблица 31 - Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия

Компонент окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	шум от технологического оборудования	установка глушителей шума, замена устаревшего оборудования
	сточные воды от промывки оборудования, емкостей, помещений	установка фильтров
Растительный мир	Сернистый ангидрид	тканевые фильтры
	Окись углерода	
	Окислы азота	
	Пыль известняка	
	Пыль сахар – песка	
	Известь негашеная	
	Углеводороды	
Вода и водные ресурсы	сточные воды от промывки оборудования, емкостей, помещений	механические (отстаивание); физико-химические (ионообменные, сорбция и др.); механико-химические (коагуляция, нейтрализация с отстаиванием); биологические; термические.
Воздушный бассейн	газопылевые выбросы котельной	установка фильтров
	пыль древесная, сварочный аэрозоль	тканевые фильтры
	пары этилового спирта, летучих кислот (уксусной) и альдегидов (уксусных)	установка фильтров
	сахарная пыль	тканевые фильтры
	Сернистый ангидрид	установка фильтров

Органолептические методы - это методы определения значений показателей идентификации с помощью органов чувств человека. В зависимости от используемых органов чувств и определяемых показателей различают следующие подгруппы органолептических методов: вкусовой, обонятельный, осязательный, слуховой и визуальный.

Для определения органолептических показателей отбирают пробы в соответствии с ГОСТом 12569-99 «Сахар. Правила приемки и методы отбора проб». [2]. Масса образцов, отбираемых для определения качества сахара-песка, - 150 граммов.

Органолептическую оценку изделия проводят в светлом, хорошо проветренном помещении без посторонних запахов.

Аппаратура и реактивы, используемые при исследовании органолептических показателей: 12 пробирок типов П 1 или П 2, весы лабораторные общего назначения не ниже 3 класса точности, 3 мелких сита для просеивания, 3 мерных ложечки, вода дистиллированная [3].

Каждый образец исследовался по схеме:

Определение вкуса и запаха. Для оценки запаха и вкуса навеска насыпалась в чашу. Первоначально определяем запах. Мерной ложечкой пробовалась на вкус;

Определение сыпучести. Точную навеску насыпаем в сито для просеивания. Просеиваем образец. Отсутствие комков говорит о хорошей сыпучести;

Определение цвета. Точную навеску насыпают в пробирку или цилиндр из бесцветного стекла. Цвет определяют визуально при дневном освещении;

Определение чистоты раствора. Точную навеску насыпаем в пробирку, добавляем дистиллированную, подогретую до 50 град.С. воду. Пробирку плотно закрываем, взбалтываем до растворения сахара.

Вкус и цвет должны быть сладким, без посторонних привкуса и запаха, как в сухом сахаре, так и в его водном растворе. Сыпучесть – сыпучий. Цвет – белый. Чистота раствора - раствор сахара должен быть прозрачным или слабо опалесцирующим, без нерастворимого осадка или других посторонних примесей.

Физико-химические методы исследования сахара-песка

Определение цветности сахара

Определение цветности сахара производится фотоколориметрическим способом при помощи фотоколориметра КФК - 2.

Схема исследования: навеску помещают в колбу, растворяют в подогретой дистиллированной воде. Раствор наливают в кювету колориметра и измеряют его оптическую плотность в сравнении с дистиллированной водой.

Измерение оптической плотности проводят трижды. За окончательный результат измерения принимаем среднее арифметическое результатов трех параллельных измерений, расхождение между которыми не должно превышать 0,010. Цветность должна быть не более 8 условных единиц.

Определение массовой доли влажности.

Определение массовой доли влажности отобранных образцов осуществлялось в соответствии с ГОСТом 12570-98 «Сахар. Метод определения влаги и сухих веществ».

Определение массовой доли влаги происходило при помощи влагомера ЭЛВИЗ-2, 3 чаши, весы лабораторные.

Схема исследования: навеску сахара-песка в 20 г насыпают в чашу, чашу с образцом помещаем во влагомер, устанавливаем время сушки (25 мин), устанавливают температуру сушки (100 град. С)

Считываем показатели. Пересчитываем массу образца после сушки в проценты. Анализатор влажности предназначен для экспресс-измерения влажности твердых монолитных, сыпучих, волокнистых, пастообразных материалов, водных суспензий и неводных жидкостей в лабораторных условиях термогравиметрическим экспресс-методом. Принцип работы: во время инфракрасного высушивания образца его вес непрерывно изменяется. Разница веса перед сушкой и после ее окончания пересчитывается в проценты, что и показывает содержание влаги в образце. Массовая доля влаги должна быть не более 0,14%.

Определение массовой доли золы.

Для определения золы используют метод по электропроводности. Для исследования берут следующую аппаратуру: аналитические весы с точностью измерения 0,1 мг, 3 колбы, кварцевый или платиновый тигель для сжигания, электрическая муфельная печь, эксикатор с сухим осушающим агентом, горелка Бунзена, водяная баня.

Проведение анализа: 20 г исследуемого образца отвешивают на весах, с записью результата до четвертого знака в предварительно прокаленный,

охлажденный в эксикаторе и взвешенный тигель и сжигают до полного озоления. Прокаливание повторяют до достижения постоянной массы.

Массовая доля золы (в пересчете на сухое вещество) должна быть не более 0,04%.

ВЫВОДЫ

1. Сорт «Рамонская односемянная 47» возделываемая в ООО «Агрофирма «Дубрава» Кайбицкого района является урожайно – сахаристого направления, имеет односемянность до 95 – 98%. Высокопродуктивный. Урожайность корнеплодов 370 ц/га, сахаристость 18,1 – 18,6%. Возможно с одного гектара посевов получить сахара 6,8 – 7,5 т. Сорт отличается пониженной цветущностью, отзывчив на повышенный агрофон. Среднеустойчив к болезням. Включен в Госреестр РФ с 1984 года. Технология возделывания культуры соответствует принятым условиям выращивания в Кайбицком районе.

2. ООО «Буинский сахар» был запущен в эксплуатацию в 1960 г. Предприятие относится к категории прогрессирующих предприятий перерабатывающей индустрии не только в РТ, но и во всей РФ. Основными видами деятельности общества являются: закупка и переработка сахарной свеклы; производство сахара-песка; производство гранулированного жома; реализация продукции. Каждый год компания перерабатывает более 600 тыс. т сахарной свеклы. Завод имеет производственную мощностью около 40 тыс. т сахара ежегодно, что соответствует около 40 % потребности республики.

3. Для повышения эффективности производства и качества сахара-песка целесообразно заменить существующее оборудование сушильно-охладительную установку сахара-песка барабанного типа УСС-30 на сушильно-охладительную установку ПСС-40. Производительность УСС-30 составляет 10-20 т/ч сахара, с влажностью при выходе 0,16 %. Предлагаемый агрегат имеет производственную мощность 40 т/ч сахара, с влажностью при выходе 0,03 %.

4. В целях автоматизации процесса упаковки сахара, предлагается установить новое оборудование МДУ-НОТИС-01М-Э для фасовки и упаковки сахара в более мелкую тару. Фасовка сахара в предлагаемом аппарате - 15-20

(при дозе 1000 грамм) уп./мин, с соблюдением самых высоких санитарных и гигиенических требований.

5. Расчет экономической эффективности показал, что производство сахар-песка по проектному предлагаемому оборудованию позволяет повысить рентабельность предприятия на 2,9 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения рентабельности предприятия, повышения качества и выпускаемой продукции рекомендуем укомплектовать технологическую линию новым, более совершенным оборудованием - сушильно-охладительной установкой ПСС-40 и внедрить в производство упаковочно-фасовочное оборудование МДУ-НОТИС-01М-Э.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1). - М.: Стандартинформ, 2008. – 49 с.
2. ГОСТ 12569-99. Сахар. Правила приемки и методы отбора проб. М.: Стандартинформ, 2012. – 6 с.
3. ГОСТ 25336-82. Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры (с Изменениями N 1-4). М.: Стандартинформ, 2009. – 70 с.
4. ГОСТ 31528-2012. Машины и оборудование для производства сахара. Требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2013. – 20 с.
5. ГОСТ 33222-2015. Сахар белый. Технические условия (с Поправкой). М.Стандартинформ. – 2015. – 19с.
6. ГОСТ 33884-2016. Свекла сахарная. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2017. – 11 с.
7. Азрилевич, М.Я. Технологическое оборудование свеклосахарных заводов / М.Я. Азрилевич. –М.: 1979. - 344с. 9
8. Антоновский, В.Н. Влияние некоторых факторов на процесс кристаллизации сахарных утфелей / В.Н. Антоновский, В.В. Спичак, В.О. Штангеев, Л.И. Тредин. – М.: Сахарная свекла – производство и переработка, 1990. – 31, 33 с.
9. Антоновский, В.Н. К вопросу о технологическом качестве сахарной свеклы / В. Н. Антоновский, Д. В. Озеров, // Сахарная свекла. 1997. - № 5. - С. 18.
10. Белоусов, В.М. Формирование механизма устойчивого развития сельскохозяйственного производства [Текст] / В.М. Белоусов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2013. - № 2. - С.167.

11. Бугаенко, И.Ф. Повышение эффективности и использования извести при очистке диффузионного сока / И.Ф. Бугаенко, М.В. Якубсон. – М.: Хранение и переработка с. – х. сырья, 1998. – 20 с.
12. Годовые отчеты за 2016 – 2017 г ООО «Буинский сахар».
13. Интенсивная технология возделывания сахарной свеклы в РТ с использованием направляющих щелей. Казань, - 1998 – 47с.
14. Карамнова, Н.В. Устойчивое развитие свеклосахарного производства в условиях агропромышленной интеграции [Текст] / Н.В. Карамнова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2011. - № 1. - С. 126.
15. Колесников, Н.В. Хранение и использование свекловичного жома. Химический состав жома / Н.В. Колесников. – М.: Россельхозиздат, 1980. — 155 с.
16. Личко, Н.М. Технология переработки продукции растениеводства / Н.М. Личко. – М.: КолосС, 2008. – 616 с.
17. Орлова, Н.В. Молотилин Ю.И., Люсый И.Н. и др. Об эффективности отделения предфекационного осадка // Сахарная промышленность. – 1999.- № 2. – С. 10 – 11.
18. Отчеты ООО «Агрофирмы «Дубрава» за 2017 г.
19. Петров, В.А. Свекловодство / В.А. Петров, В.Ф. Зубенко // Агропромиздат, 1991 – 189с.
20. Петрушевский, В.В. Производство сахаристых веществ / В.В. Петрушевский, Е.Г. Бондарь, Е.В. Винокурова. – К.: Урожай, 1989. – 168 с.
21. Применение удобрения под фабричную сахарную свеклу по зонам свеклосеяния: Рекомендации – М.: Агропром издат, 1986 – 41с.
22. СанПиН 2.1.7.1322-03 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. М.: Минздрав России, 2004. – 16 с.
23. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов. – М.: Колос, 1999. – 495 с.

24.Сапронов, А.Р. Технология сахара – песка и сахара рафинада / А.Р. Сапронов, Л.А. Сапронова. – М.: Колос, 1996. – 367 с.

25.Силин, П.М. Технология сахара / П.М. Силин. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 625 с.

26.Шиндин, А.П. Сахарная свекла: интенсивная технология возделывания / А.П. Шиндин, С.М. Надежкин, Т.Б. Лебедева, Ю.С. Дунаева. — М., — 2007. — 126 с.

27.<http://biofile.ru/bio/18405.html>].

28.http://buinsk.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_153168.pdf

29.<http://maps.tigp.ru/genplan/files/20>

30.<http://ppt.ru/forms/ot/vvodniy-instruktaj>

31.<http://rt-online.ru/p-rubr-econ-12090/>

32.<http://www.kubaneco.ru/standard/sanitarystandard/25/>

33.https://znaytovar.ru/gost/2/POT_R_O973000695_Pravila_po_ox.html

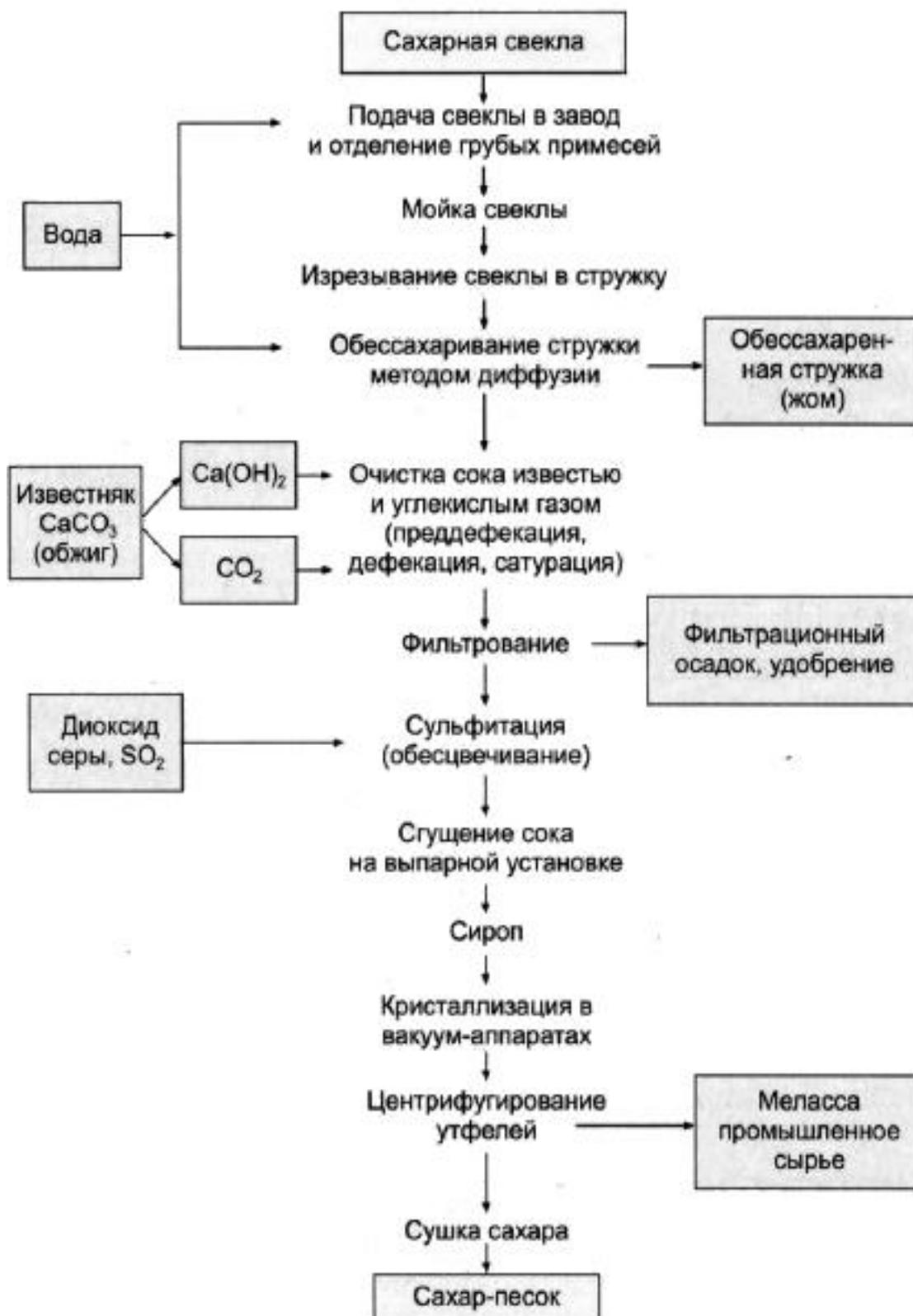


Рисунок 1 - Блок схема производства сахара-песка

