

# О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ОТХОДЫ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	7
1.1 Структурная схема получения сахара-песка.....	7
1.2 Свекловичная ботва.....	11
1.2.1 Характеристика свекловичной ботвы.....	11
1.2.2 Использование свежей ботвы.....	11
1.2.3 Силосование ботвы.....	11
1.2.4 Сушка ботвы.....	12
1.3 Свекловичный жом.....	14
1.3.1 Характеристика свекловичного жома.....	14
1.3.2 Хранение свежего жома.....	14
1.3.3 Силосование жома.....	15
1.3.4 Сушка жома.....	15
1.3.5 Производство гранулированного жома.....	16
1.3.6 Производство пектинового клея.....	17
1.3.7 Производство пищевого пектина.....	18
1.3.8 Перспективы использования жома.....	19
1.4 Фильтрационный осадок.....	20
1.4.1 Характеристика фильтрационного осадка.....	20
1.4.2 Получение извести из фильтрационного осадка.....	20
1.4.3 Получение брикетной гидравлической извести.....	21
1.4.4. Использование осадка в качестве удобрения.....	21
1.5 Свекловичная меласса.....	23
1.5.1 Образование мелассы.....	23
1.5.2 Характеристика мелассы.....	23
1.5.3 Пути использования мелассы.....	24
1.5.4 Получение сахара из мелассы.....	24
1.5.5. Использование мелассы методами брожения.....	26
Производство этилового спирта.....	26
Производство дрожжей.....	27
Получение лимонной кислоты.....	27
Получение молочной кислоты.....	29
Производство витамина В <sub>12</sub> .....	29
1.5.6 Производство из мелассы глутаминовой кислоты, глутамата натрия, бетаина.....	30
2. ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОГО КУКУРУЗНОГО КРАХМАЛА.....	31
2.1 Схема производства сырого кукурузного крахмала.....	31
2.2 Экстракт.....	34
2.2.1 Характеристика жидкого экстракта.....	34
2.2.2 Пути снижения выхода экстракта и улучшение его качества.....	35
2.2.3 Выпаривание экстракта.....	35

2.2.4 Использование экстракта в производстве антибиотиков.....	36
2.3 Зародыш.....	36
2.3.1 Характеристика зародыша.....	36
2.3.2 Пути улучшения качества зародыша.....	37
2.3.3 Производство кукурузного масла.....	38
2.3.4 Рафинирование кукурузного масла.....	39
2.4 Кукурузная мезга.....	41
2.5 Глютен.....	42
2.5.1 Характеристика глютена.....	42
2.5.2 Производство зеина.....	42
2.5.3 Получение глутаминовой кислоты.....	43
2.6 Производство сухих смешанных кукурузных кормов.....	43
2.6.1 Характеристика исходного сырья.....	43
2.6.2 Схема производства сухих кормов.....	45
3. ОТХОДЫ ПАТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	47
4. ОТХОДЫ ГЛЮКОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	48
5. ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА МАЛЬТОЗНОЙ ПАТОКИ.....	49
6. ОТХОДЫ КАРТОФЕЛЕКРАМАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	50
6.1 Схема производства картофельного крахмала.....	50
6.2 Характеристика отходов.....	50
6.3 Производство углеводно-белкового гидролизата и белкового корма.....	51
6.4 Использование мезги.....	51
6.5 Использование картофельного сока.....	52
ЛИТЕРАТУРА.....	53

## ПРЕДИСЛОВИЕ

При производстве сахаристых продуктов кроме основной продукции получается значительное количество отходов, которые в настоящее время недостаточно эффективно используются, а порой приносят значительный вред окружающей среде.

Исходя из этого, студенты – будущие специалисты по производству сахаристых продуктов, должны хорошо знать источники образования отходов, условия получения их в меньшем количестве и лучшими свойствами для потребителя или менее безопасными для экологии, знать способы их рационального использования.

В технической литературе систематизированы данные вопросы. Это прежде всего в книге автора М.Т. Денщикова «Отходы пищевой промышленности и их использование» В ней обстоятельно представлены обширные сведения об отходах, получаемых на предприятиях большинства отраслей пищевой промышленности, и показаны возможные пути их использования в народном хозяйстве. Но книга издана в 1963г. За этот период в пищевой промышленности и в производстве сахаристых продуктов произошли значительные изменения: усовершенствованы технологические процессы, внедрены автоматизированные машины, аппараты и целые автоматизированные линии. Всё это не могло не сказаться на количестве и качестве отходов и их использовании. За истекший период появилось много разработок новых технологий переработки отходов и получения из них новых продуктов.

Данные эти разрознены. В основном их можно найти в периодической печати, трудах и работах ученых, занимающихся данными вопросами. Это зачастую недоступно большинству студентов. Поэтому назрела необходимость собрать материал из различных источников и изложить в учебном пособии в простой доступной форме вопросы по утилизации отходов производства сахаристых продуктов.

Учебное пособие не ставит целью дать полную характеристику всей побочной продукции, отходов и отбросов. Внимание здесь сосредоточено на основных, более значимых отходах, которым не всегда уделяется достаточное внимание, которых очень много, а используются они неэффективно.

## ВВЕДЕНИЕ

При производстве сахаристых продуктов предприятия перерабатывают значительное количество сельскохозяйственного сырья (свеклы, картофеля, зерна кукурузы и др.)

Использование его никогда не достигает 100%, а гораздо меньше. С одной стороны, имеются естественные потери в производстве, а с другой -получаются отходы, которые не могут быть использованы в конечном продукте, но эти отходы зачастую имеют определенную ценность и могут быть использованы в других отраслях народного хозяйства.

Например, свеклосахарная промышленность РФ ежегодно перерабатывает до 40 млн т. свеклы. При этом получается основных отходов: ботвы – 50...70, жома свежего 70...90, осадка фильтрационного 8...12 и мелассы 4...6 % от массы свеклы.

В 100 кг свеклы содержится около 25 кг сухих веществ, в том числе 16...18 кг сахарозы. Из них получается около 13...15 кг сахара в виде готовой продукции. Остальные 10...12 кг сухих веществ переходят в отходы.

Примерно такое же положение в картофелекрахмальном производстве (даже несколько хуже).

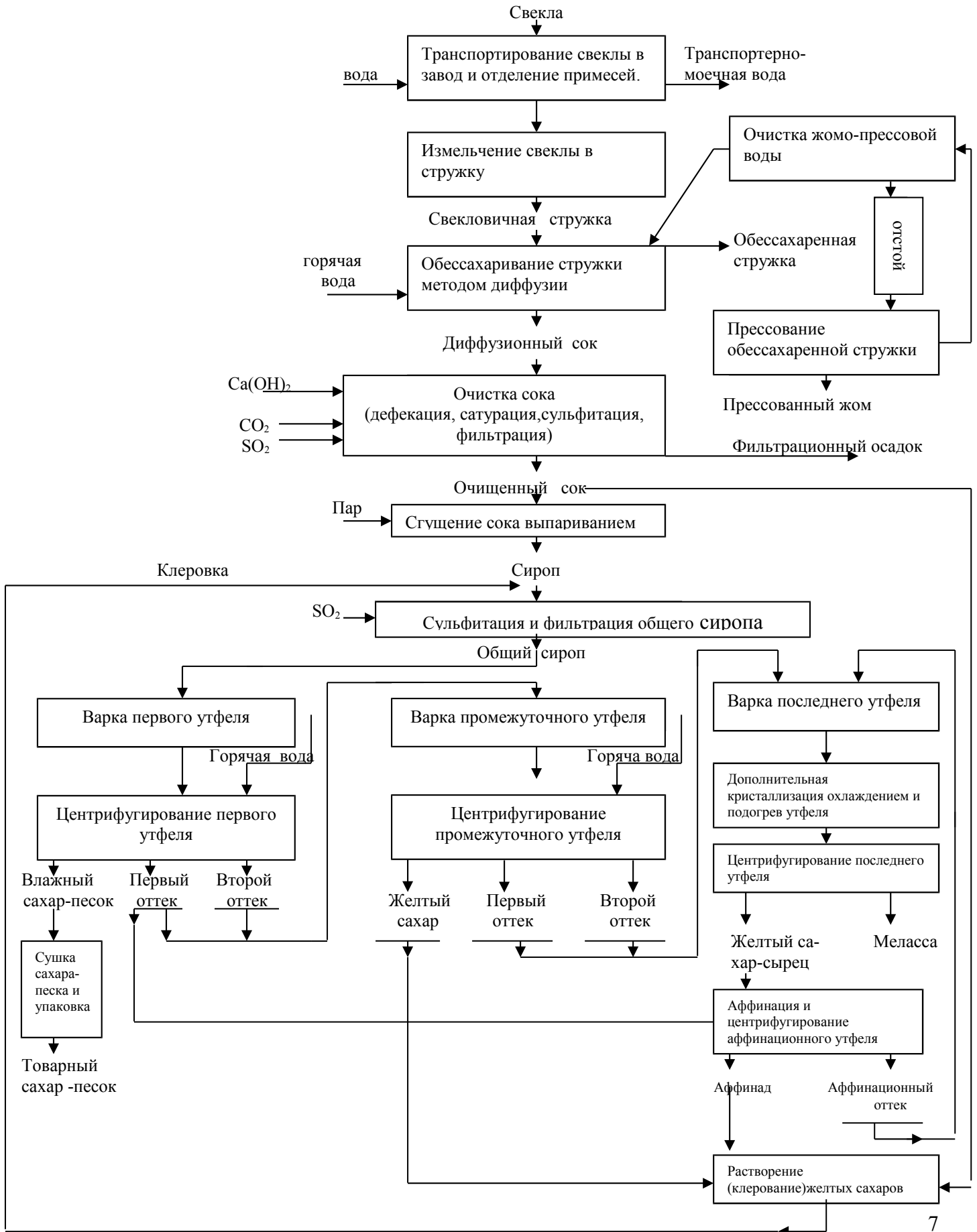
В производстве кукурузного крахмала получают отходы: мезга, зародыш, глютен, экстракт.

Основные отходы используются в двух направлениях: в качестве кормов для скота и в качестве сырья для других отраслей промышленности, таких как дрожжевая, спиртовая, производство молочной, лимонной, винной кислот, антибиотиков, витаминов и многих других.

Используя эффективно отходы, предприятия получают максимальную прибыль, приближают технологию к безотходной, тем самым решая экологическую проблему, дают возможность организовать новые производства и получать дополнительную продукцию.

# 1. ОТХОДЫ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

## 1.1 Структурная схема получения сахара-песка





Сахарная свекла тщательно очищается от примесей, отмывается и после взвешивания подаётся на измельчение. Свекловичная стружка поступает в диффузионный аппарат, где противоточно обрабатывается горячей подкислённой водой при температуре 72-74<sup>0</sup>С в соотношении примерно 1:1. Сахар и растворимые несахара переходят в воду, образуя диффузионный сок. Обессахаренная стружка – жом удаляется из аппарата, прессуется и поступает на дальнейшую переработку или хранение.

Диффузионный сок подвергается известково-углекислотной очистке. При этом получается отход – фильтрационный осадок.

Очищенный сок выпаривают до сиропа с содержанием сухих веществ 65%. Сироп сульфитируют, фильтруют и направляют на кристаллизацию сахарозы.

Для более полного выкристаллизовывания сахарозы процесс проводят в три этапа.

При центрифугировании кристаллической массы после III этапа (утфель III кристаллизации) получается желтый сахар III кристаллизации и оттек – меласса, которая является основным ценным отходом свеклосахарного производства.

При производстве сахара из свеклы получается целый ряд так называемых вторичных материальных ресурсов (побочной продукции, отходов, отбросов)

Сахар-песок пониженного качества подвергают рафинированию. При этом отходов получается незначительное количество. Это прежде всего рафинадная меласса.

Кроме того многие свеклосахарные заводы в межсезонный период перерабатывают тростниковый сахар-сырец. При этом в качестве отходов получается фильтрационный осадок и меласса.

В таблице 1 дается классификация вторичных материальных ресурсов сахарного производства.

Таблица 1. Классификация вторичных материальных ресурсов сахарного производства

Наименование	Источник образования	Физико-химическая характеристика	Способ использования	Примечания
Свекловичная ботва	Уборка свеклы	Ботва содержит от 15% до 25% СВ, богатых белками, углеводами, клетчаткой, витаминами	Для скармливания с/х животных	При хранении в свежем виде быстро портится, выделяется неприятный запах
<b>Побочная продукция</b>				
Свекловичный жом	При извлечении сахара из свекловичной стружки	Обессахаренная свекловичная стружка с содержанием СВ = 6-8% (свежий жом). Состав: целлюлоза, гемицеллюлоза, сахароза, белки, аминокислоты, лигнин, сапонин, пектиновые и минеральные вещества	Для скармливания с/х животных, с различными добавками, а также для получения пищевого пектина. Используется полностью	При хранении сырого жома в жомохранилищах выделяется неприятный запах, образуется жомовая вода
Свекловичная меласса	Оттек- при центрифугировании и утфеля последней кристаллизации	Состав мелассы колеблется в следующих пределах (% к массе): содержание СВ 76-85; сахароза 46-51; азот общий 1,5-2; бетаин 4-7; РВ 0,2-2,5; раффиноза 0,6-1,4; молочная кислота 4-6; уксусная и муравьиная- по 0,2-0,5; зола кондуктометрическая 6-11; доброкачественность 56-62%. Обладает высокой вязкостью (4-8 Па·с при 40 °С), рН 6-8	Для получения этилового спирта, дрожжей, пищевых кислот, лизина, обогащения сушеного жома, комбикормов, как добавка к кормам сельскохозяйственным животным. Используется полностью	Хранится в закрытых емкостях. Вредного воздействия не оказывает
Рафинадная патока	В сахарорафинадном производстве при центрифугировании и утфеля последнего продукта	Густая, вязкая жидкость. Содержание, %: сахарозы- не менее 49; СВ- 72. рН среды не менее 5,5	В производстве хлебобулочных и кондитерских изделий, пищевых кислот и на прочие нужды. Используется полностью	Отрицательного воздействия не оказывает
<b>Отходы производства</b>				
Фильтрационный осадок	В процессе очистки диффузионного сока при взаимодействии несахаров сока с известью и диоксидом углерода	Пастообразная масса влажностью около 50%. Содержит (% к СВ): сахарозу-2; пектиновые вещества-1,7; безазотистые органические-9,5; азотистые органические-5,9; углекислый кальций-74,2; кальций в виде солей различных кислот-2,8; прочие минеральные вещества- 9,9	В сельском хозяйстве как удобрение для нейтрализации кислых почв. Используется частично	Занимает земельные площади, засоряет почву и грунтовые воды, является источником неприятных запахов
Транспортерно-мочный осадок	При гидротранспортировке и мойке свеклы	Содержит частицы почвы, а также мелкие органические примеси (свекловичная мезга, частицы ботвы и пр.)	Частично вывозится на поля для рекультивации и повышения плодородия почв	Окружающую среду не засоряет, но требуется значительные площади под отстойники



Продолжение таблицы 1

Наименование	Источник образования	Физико-химическая характеристика	Способ использования	Примечания
Отсев известнякового камня	При подготовке известнякового камня к обжигу (транспортировке, дроблении, сортировке)	Горная карбонатная порода, содержащая углекислые кальций и магний, гипс, кремнезем, окислы алюминия, железа, другие вещества (в незначительном количестве)	В основном как строительный материал (строительство дорог, бетонирование кагатного поля). Используется полностью	При складировании занимает земельные площади, засоряет почву
Недопал и пережог известнякового камня	При обжиге известняка в шахтной печи	Недопал- продукт не полной диссоциации карбоната кальция. пережог – появляется при покрытии частиц оксида кальция пленкой легкоплавких ферритов и алюминатов, образующихся при взаимодействия оксида кальция с SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , содержащихся в известняке	Частично для ремонта дорог . крупный недопал на ряде заводов возвращается для обжига в отвал.	Вредного воздействия не оказывает, но занимает дополнительные площади.
Зола и шламы ТЭЦ и котельных	При сжигании твердого топлива	Золошлаковые материалы содержат CaO, MgO, SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , и др. вещества( в небольших количествах).содержание отдельных компонентов зависит от месторождения топлива.	Полностью в строительстве и при проведении дорожных работ	Не оказывает вредного воздействия на окружающую среду.
Домовые газы ТЭЦ и котельных	При загорании топлива ТЭЦ и котельных	Содержат сернистый ангидрид, окислы азота, углерода, сажу, пыль, и др вещества	Не используются	Загрязняют окружающую среду .оказывают вредные воздействия на человека, флору и фауну
Промышленные сточные воды	При проведении технологических процессов, включают разбавленный транспортно-мочный осадок, кислые жомовые воды, воды от мойки свеклорезных ножей , стирки мешков и фильтровальных тканей, мытья полов, продувки отстойников жомпрессовой воды и др.	Сильно загрязнены растворимыми и не растворимыми минеральными и органическими веществами. Содержат аммиак соли аммония, сероводород, сульфаты, фосфаты, хлориды, сапонин. Имеет следующие средние показатели: t =18,7 С, рН среды = 7,5, содержание взвешенных веществ = 21,3 г/л, БПК полн. = 5387мг/л, ХПК = 7542мг/л, общий азот 64 мг/л	Частично на земледельческих полях орошения, для влагозарядковых и вегетационных поливов сельскохозяйственных культур	Занимают большие земельные площади, засоряют почву и грунтовые воды

## **1.2. Свекловичная ботва**

### **1.2.1 Характеристика свекловичной ботвы**

При возделывании сахарной свеклы, кроме корнеплода, в качестве побочного продукта получается ботва в количестве 50 – 70% от массы свеклы. Ботва состоит из верхушки свеклы -40% и листьев – 60%

Ботва содержит от 15 до 25% сухого вещества, богатого белками, ценными углеводами и витаминами.

По содержанию перевариваемого белка и общей питательности сухое вещество ботвы приближается к таким кормам, как овес, отруби и лучшие сорта сена(клевер, люцерна)

Недостатком ботвы является высокое содержание влаги и поэтому свежая ботва не может длительно храниться. Кроме того при уборке ботва может загрязняться почвой. Поэтому ботву и корнеплоды следует убирать отдельно, предотвращая попадание почвы в ботву. Ботву следует сразу же использовать или обеспечивать условия для хранения.

### **1.2.2 Использование свежей ботвы**

Свекловичная ботва является хорошим кормом для молочного рогатого скота и скота, откармливаемого на мясо

Средняя дача свекловичной ботвы на одну голову скота определяется в 50 кг.

Содержащая в ботве щавелевая кислота(до 3,5%к массе СВ) действует отрицательно на желудок животных, поэтому ботва должна скармливаться скоту вместе с сеном и концентрированным кормами.

Для нейтрализации свободных кислот ботвы полезно прибавлять мел (1г на 1 кг ботвы) или дефекационный осадок сахарных заводов.

Скармливание ботвы в свежем виде возможно только в период уборки свеклы (6 – 7недель) С целью сохранения на длительный период ботву силосуют или сушат.

### **1.2.3 Силосование ботвы**

Силосование – наиболее простой и наилучший способ консервирования ботвы

При правильном хранении силос не портится в течение нескольких лет. Он хорошо поедается скотом не только в зимнее время, но и летом.

Силосование – сложный биохимический и микробиологический процесс, в котором принимают участие различные бактерии и ферменты.

В основе силосования лежит процесс молочнокислого брожения, при котором содержащийся в ботве сахар под действием молочнокислых бактерий превращается в молочную кислоту, обладающую

консервирующими и весьма ценными диетическими свойствами. В брожении участвуют и дрожжевые грибки.

В практике применяют наиболее правильный способ холодного силосования при температуре 25 – 30<sup>0</sup>С, так как в этом интервале температур развиваются только молочнокислые бактерии и потери питательных веществ в процессе брожения самые минимальные.

Молочнокислые бактерии являются анаэробными микроорганизмами, жизнедеятельность которых протекает при отсутствии кислорода. Присутствие кислорода способствует развитию плесени.

В процессе сбраживания в силосе происходит распад вредной для животных щавелевой кислоты. Образующаяся в процессе брожения молочная кислота защищает ботву от развития вредных гнилостных бактерий.

Ботва содержит достаточное количество сахара для создания необходимой кислотности (рН 4,2)

При силосовании необходимо поддерживать температуру 25-30<sup>0</sup>С и создавать анаэробные условия для развития молочнокислых бактерий.

Ботву можно силосовать в ямах, траншеях, башнях и в буртах

Наиболее совершенным типом силосохранилища являются башни.

Перед силосованием ботву измельчают, слегка провяливают для удаления избытка влаги и укладывают в хранилища равномерными слоями, утрамбовывая ее возможно плотнее. При силосовании ботвы в башнях перед закладкой на дно укладывают рыхлый слой мякины толщиной примерно 1 м

Ботву можно силосовать также в смеси с соломенной или кукурузной резкой и мякиной. Сухой корм (не более 20% по массе) прибавляют к ботве лишь в том случае, если она находится в совершенно свежем состоянии.

Силосная масса ботвы представляет собой концентрированный корм. При скармливании силосной ботвы к ней добавляют корма, богатые белками(жмых, бобовые, отруби и др.)

#### **1.2.4 Сушка ботвы**

Одним из способов консервирования свекловичной ботвы является её высушивание. Для сушки ботвы можно использовать жомосушилки сахарных заводов. Для этого необходимо оснастить их дополнительно ботвомойкой, оборудованием для измельчения и отжимным прессом.

Ботву высушивают до влажности около 10%. Высушенная ботва богата белками, каротином и витамином Е.

Сушеную ботву рекомендуется скармливать молодняку, коровам в виде сечки; свиньям и курам в виде сенной муки.

В силу различных причин в нашей стране ботва используется в незначительном количестве.

## Контрольные вопросы

1. Какие вещества входят в состав ботвы?
2. Какие условия следует соблюдать при уборке ботвы?
3. Какие недостатки ботвы как корма?
4. Почему нельзя скармливать ботву скоту в больших количествах?
5. Какие процессы протекают в ботве при силосовании?
6. Почему при силосовании ботву необходимо тщательно утрамбовывать и предохранять от доступа воздуха?
7. Почему силосованная ботва при правильных условиях может храниться длительное время?
8. Почему в нашей стране ботва используется в незначительном количестве?

## 1.3 Свекловичный жом

### 1.3.1 Характеристика свекловичного жома

Жом – это обессахаренная свекловичная стружка, выходящая из диффузионных аппаратов.

Количество свежего жома (выход) зависит от типа диффузионных аппаратов (от способа выгрузки жома) и составляет 65 – 90% к массе свеклы при содержании сухих веществ 8,3 – 6,5%

При производстве сахара из свеклы в диффузионных аппаратах необходимо строго соблюдать оптимальные параметры технологического режима. Это будет способствовать получению жома в хорошем состоянии упругой консистенции, что позволит хорошо отпрессовать воду и обеспечивать более быстрое высушивание. Такой жом можно также получить из свеклы хорошего качества. Из подгнившей свеклы жом получается менее упругий, плохо прессуется и качество его сильно снижается.

В состав сухих веществ жома входят прежде всего пектиновые вещества, клетчатка, чем целлюлоза, небольшое количество белков, сахара, минеральных и других веществ.

Значительное количество веществ усваивается организмом животных. Основным недостатком свежего жома как кормового средства является большое содержание в нем воды.

Свежий жом экономически невыгодно транспортировать на значительные расстояния, поэтому свежий жом используют в откормочных пунктах вблизи заводов и ближайших хозяйств. С целью улучшения транспортабельности жом перед отпуском потребителям подпрессовывают до СВ=12 – 14%.

### 1.3.2 Хранение свежего жома

В свежем виде используется только часть жома. Значительное количество сырого жома приходится хранить в жомовых ямах. Дно и стенки ямы бетонируют и снабжают дренажем для отвода вытекающей из жома так называемой жомовой воды. Под влиянием микроорганизмов жом в ямах закисает и превращается в кислый. При брожении в жоме обычно образуются кислоты: молочная, масляная и уксусная (больше всего уксусной кислоты). Масляная кислота придает жому особенно неприятный запах.

При хранении идут не только процессы брожения, но и другие процессы, в результате которых нерастворимые вещества жома превращаются в растворимые. Вместе с жомовой водой растворенные вещества и кислоты уходят через дренаж.

Таким образом, при хранении теряется значительная часть сухих веществ жома. За 5 месяцев хранения жом может потерять до 40% сухих

веществ. Данный способ хранения, применяемый на заводах следует признать совершенно неудовлетворительным.

### 1.3.3 Силосование жома

Для лучшего консервирования жома его необходимо силосовать (в откормочных хозяйствах).

Целесообразно для этого создать специальные силосохранилища.

Перед силосованием жом необходимо прессовать до СВ = 10-12% и добавлять к нему грубые корма – мякину, соломенную сечку и др., чтобы влажность смеси составляла 70%. Массу хорошо утрамбовывают, укрывают малоценными грубыми кормами, опилками, затем мягкой жирной глиной (слоем 12-15см) и сверху утепляющими материалами.

Температура жома должна быть 25-30<sup>0</sup>С и не должно быть доступа воздуха. В таких условиях идет молочно - кислое брожение. Такой жом имеет более высокое качество и хранится длительное время.

### 1.3.4 Сушка жома

Во избежание потерь питательных веществ при хранении свежего и кислого жома, для решения экологической проблемы жом целесообразно высушивать.

Свежий жом содержит значительное количество влаги (до 94%). Сушить такой жом экономически невыгодно, поэтому для уменьшения расхода тепла на высушивание значительная часть воды из свежего жома удаляется при помощи прессов с доведением содержания сухих веществ в жоме до 20- 25%.

Получение сушеного жома осуществляется следующим образом. Отжатый до максимально возможного содержания сухих веществ сырой жом поступает в шнековый смеситель и подается в камеру смешения жомосушильного барабана, куда из камеры сгорания топлива поступают дымовые газы температурой 800-900<sup>0</sup>С. Жомосушильный барабан внутри имеет крестовидные насадки для перемешивания жома в процессе высушивания и обеспечения лучшего контакта с дымовыми газами. К стенкам барабана по винтовой линии крепятся лопатки, способствующие перемещению жома с одного конца в другой.

Передвигаясь прямококом вместе с дымовыми газами, жом перемешивается с помощью крестовидных насадок, высушивается и выводится в выгрузочную камеру. Прямоточное движение жома и топочных газов исключает воспламенение сушеного жома. Жом сушат до содержания в нем влаги 12-14%. Такой продукт легко сохраняется. Пересушенный жом с содержанием 10% влаги и менее – хрупкий, легко крошится, образуя много мелочи и пыли, плохо гранулируется. И наоборот, если содержание влаги в жоме выше 14%, то он считается браком и направлять в склад такой продукт нельзя, т.к. он быстро портится.

Из выгрузочной камеры сушеный жом поступает в шнек. А затем элеватором поднимается на весы, где его взвешивают и направляют в склад. В складе жом обычно хранится насыпью. При хранении сушеного жома необходимо следить за температурой внутри насыпи.

При повышении температуры в отдельных местах до 40..50<sup>0</sup>С проводят перелопачивание жома и вентилирование склада, т.к. при дальнейшем повышении температуры может произойти самовозгорание.

Плотность насыпной массы сушеного жома равна примерно 0,25 т/м<sup>3</sup>. В россыпи он занимает много места, вызывает определенные трудности при транспортировке и использовании.

### **1.3.5 Производство гранулированного жома**

Низкая объемная масса сушеного жома в рассыпном виде (около 250 кг/м<sup>3</sup>) не позволяет рационально использовать объемы складов и грузоподъемность транспорта. В связи с этим сушеный жом целесообразно гранулировать. При этом объемная масса его увеличивается в 2-3 раза, значительно сокращаются потери жома при погрузочно-разгрузочных работах, облегчается механизация раздачи корма на фермах. Кроме того сушеный жом беден протеином, фосфором, микроэлементами и витаминами. Для повышения кормовой ценности его обогащают мелассой (источником микроэлементов и витамин), карбамидом (источником протеина) и обесфторенным фосфатом (источником фосфора).

Производство амидного гранулированного жома осуществляют следующим способом.

Сушеный жом накапливают в бункере, взвешивают и подают в дозатор. Отмеренная порция сушеного жома поступает на винтовой конвейер. Сюда же поступает порция обесфторенного фосфата. Жом и фосфат проходят магнитный сепаратор для удаления ферромагнитных примесей и попадают в смеситель.

Меласса смешивается с раствором карбамида в заданном соотношении и смесь перекачивается в смеситель. В смесителе все компоненты тщательно перемешиваются и подаются в пресс - гранулятор. Полученные теплые гранулы амидного жома охлаждают в охлаждающей башне, в которую вентилятором нагнетают воздух. При этом гранулы подсушиваются и специальная сушилка не требуется. Жомовую пыль из воздуха отделяют в циклоне. Охлажденные и подсушенные гранулы подают на весы и затем в склад.

Таким образом, можно получать гранулированный жом с различными добавками: мелассой, карбамидом, сгущенной бардой спиртового и дрожжевого производства и др.

## Требования к сушеному жому

Таблица 2. Характеристика и нормы сушеного жома

Показатель	без добавок	Мелассированного	амидного	бардяного	амидоминального гранулированного
Цвет	Серый	Серый с коричневым оттенком	Серый с коричневым оттенком	Темно - коричневый	Серый с коричневым оттенком
Запах	Специфический, без затхлого, плесенного и других посторонних запахов				
Массовая доля влаги, %, не более	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Массовая доля сахарозы, %, не менее	-	10	-	-	-
Массовая доля сырого протеина, %, не менее	-	-	-	7,0	25,0
Массовая доля карбамида, добавляемого в растворе с мелассой, %, не более	-	-	8,0	-	8,0
Массовая доля механических примесей, %, не более	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Массовая доля несгранулированного жома, %, не более	10,0	10,0	10,0		10,0
Масса металломагнитных примесей размерами до 2 мм, мг/кг, не более	30	30	30	30	30

### 1.3.6 Производство пектинового клея

В сухом веществе жома содержится около 40% пектиновых веществ и арабана нерастворимых в холодной воде, но постепенно переходящих в раствор при нагревании. При температуре более 100<sup>0</sup>С процесс этот происходит довольно быстро. После отделения и сгущения пектиновых веществ получается продукт – пектиновый клей.

Схема производства такова. Свежий жом, предназначенный для производства клея, предварительно перемешивают с водой, чтобы полнее отмыть от него сахар. Сахар при производстве клея вреден, т.к. он карамелизуется и окрашивает клей в темный цвет. Затем воду отделяют от жома в наклонном шнеке с перфорированным дном. Отмытый жом отжимают на жомовых прессах, повышая содержание сухих веществ до 15%. После этого жом запаривают в автоклаве при  $t = 125 - 130^{\circ}\text{C}$  в течение 40 минут для перевода пектиновых веществ в раствор. В запаренном жоме пектиновые вещества находятся в растворе в 6% - ной концентрации.

Для извлечения их применяют диффузионный метод. Диффузорами служат 7 запарников, соединенных батареями. Выделение пектиновых веществ проводят аммиачной водой. При откачке 120% к массе загруженного отпрессованного жома получают раствор пектиновых веществ с сухими



веществами 5%. Клеевой раствор фильтруют через тканевые фильтры и направляют на 3-х корпусную выпарку под разрежением, где его сгущают до сухих веществ 30%. Затем сироп уваривают в вакуум аппаратах до концентрации 50% СВ.

Такой способ получения пектинового клея простой, но он требует значительных затрат греющего пара, на получение которого затрачивается значительное количество топлива.

#### ***Получения клея путем гидролиза протопектина соляной кислотой***

По данному способу сухой или свежий жом размешивают с водой в отношении 1:20 для сухого жома и 1:2 для свежего. К полученной смеси прибавляют раствор соляной кислоты (2-4% к массе сухих веществ жома) и проводят гидролиз (1-2 час.) при температуре около 100°C.

Полученный гидролизат нейтрализуют до pH 7-7,2 раствором аммиака.

Затем раствор фильтруют и осаждают пектин 20%-ным раствором хлористого алюминия, снижая pH до 3,5 – 4,0 ед.

Влажный коагулят отфильтровывают. Осадок, завернутый в салфетки отжимают на гидравлическом прессе до сухих веществ 25% и высушивают до влажности 15-18%

Высушенный клей размалывают. Качество клея, полученного данным способом гораздо лучше, чем полученного вышеуказанным способом. Клеящая способность его ниже клея, полученного из декстрина, но он вполне пригоден для текстильной и полиграфической промышленности. Важно отметить, что пектиновый клей, изготовленный из непищевого сырья заменяет собой декстрин, для производства которого требуется крахмал, то есть пищевой продукт.

### **1.3.7 Производство пищевого пектина**

Свекловичный жом содержит пектин по своему составу идентичный пектину яблок и цитрусовых. Пектин обладает способностью давать в водных растворах с сахаром и кислотой прочные гели. На этом свойстве основано применение пектина.

Получение пектина можно осуществлять по следующей схеме.

В чан подают определенное количество сушеного жома и воду с температурой 60-70°C в отношении 15:1 по массе сухого жома и раствор технической соляной кислоты (25% к массе жома). Смесь нагревают открытым паром в течение 2-3 часов. При этом происходит гидролиз протопектина. По окончании гидролиза экстракт отфильтровывают и направляют на нейтрализацию. Нейтрализацию проводят 12,5%-ным аммиаком до pH 7,0-7,5. Нейтрализованный экстракт фильтруют, к нему прибавляют 20%-ный раствор хлористого алюминия для осаждения пектина в таком количестве, чтобы pH снизился до 3,7. Осадок отжимают на центрифуге и высушивают.

Теперь необходимо из этого осадка удалить алюминий.

Для этого осадок обрабатывают 70<sup>0</sup>-ным этиловым спиртом, к которому добавляют 4% HCl: пектин не растворяется в 70<sup>0</sup>-ном спирте и остается в осадке, а алюминий вымывается из него в виде AlCl<sub>3</sub>. Затем осадок промывают 60<sup>0</sup>-ным спиртом для удаления HCl. Осадок отжимают и высушивают.

Спирт регенерируют и снова используют.

Пектин обладает хорошими желеобразующими свойствами.

### **1.3.8 Перспективы использования жома**

Перспективными направлениями использования являются:

-получение сушеного жома с различными амидоминеральными добавками;

- силосование в специальных хранилищах (сроком хранения 6 месяцев и более);

- силосование жома с добавлением мелассы, бактерицидной закваски в сочетании с молочной сывороткой, химических консервантов (органических кислот, гипосульфита натрия).

Эффективность использования жома можно повысить не только за счет получения из него пектина, обогащенного сырого и сушеного жома, но и пищевых волокон, метана, одноклеточного протеина.

### **Контрольные вопросы**

1. Что собой представляет жом?
2. Какие вещества входят в состав жома?
3. Какой недостаток имеет свежий жом?
4. К чему приводит длительное хранение свежего жома?
5. Каковы достоинства сушеного жома?
6. Каковы недостатки сушеного жома?
7. Каковы достоинства гранулированного жома?
8. Как осуществляют сушку свежего жома?
9. Каковы условия сушки жома?
10. Какие добавки используют при гранулировании жома?

## 1.4 Фильтрационный осадок

### 1.4.1 Характеристика фильтрационного осадка

Фильтрационный осадок в свеклосахарном производстве получается при очистке диффузионного (свекловичного) сока, отделяется от сока на фильтрах (вакуум-фильтрах, камерных фильтр – прессах и др.), промывается от сахара и удаляется из производства.

Выход осадка зависит от расхода извести на очистку. Выход сухих веществ равен удвоенному расходу извести.

После вакуум – фильтров осадок имеет влажность 50% и выход его составляет 10 – 12 % к массе свеклы. На автоматизированных фильтр – прессах влажность осадка 30% и выход составляет 6-7% к массе свеклы.

Химический состав осадка зависит от состава извести, механических примесей сока и состава несхаров.

Примерный состав осадка, % на СВ

CaCO <sub>3</sub> + MgCO <sub>3</sub>	85,0
SiO <sub>2</sub> +нерастворимый остаток	3,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,0
Органические вещества	6,0
Соли кальция различных кислот	3,0
Всего:	100,0

### 1.4.2 Получение извести из фильтрационного осадка

Сухое вещество осадка очень близко по составу к природным известнякам, которые используется на сахарных заводах для получения извести и сатурационного газа.

От известняка осадок отличается большим содержанием влаги, структурой и наличием органических примесей. Относительно высокое содержание карбоната кальция в осадке уже давно указывало на возможности использовать осадок для получения извести и сатурационного газа.

Данная проблема особенно актуально для заводов удаленных от месторождений известняка.

За время существования сахарной промышленности предложены различные способы переработки осадка.

Чтобы подвергнуть осадок обжигу предварительно необходимо спрессовать его в виде кирпичей, хорошо подсушить.

Практика показала, что после обжига известь получается достаточно хорошего качества. Для обжига кирпичей предлагались печи различных конструкций

Более приемлема регенерация путем добавления в шахтные печи при обжиге известняка фильтрационного осадка в количестве 10 – 12%. В этом случае отпадает потребность в специальных печах для обжига и уменьшается расход топлива, но остается необходимость брикетирования осадка на специальных прессах и сушки брикетов.

Таким образом, из – за значительного расхода топлива, большой затраты рабочей силы и высокой себестоимости получаемой извести регенерация осадка не нашла широкого применения в промышленности ни в России ни за рубежом.

### **1.4.3 Получение брикетной гидравлической извести**

Брикетную гидравлическую известь можно получать из осадка, собранного в отвалы на сахарных заводах.

Для получения 1 т гидравлической извести необходимо 1800-2000кг сухого фильтрационного осадка. К нему добавляют 75 кг топлива, 50кг глины и 14кг технической поваренной соли в виде водного раствора.

Полученную смесь подвергают прессованию на обычных кирпичноделательных прессах. Брикетные после предварительного подсушивания обжигают в печах

При обжиге в брикетах происходит частичное образование силикатов кальция, предохраняющих его от рассыпания в период обжига и выгрузки.

Обожженные при температуре 950<sup>0</sup>С брикетные обладают слабой прочностью и легко превращаются в порошок механическим способом.

Полученная из осадка известь, обладает гидравлическими свойствами и пригодна для кладочных и штукатурных растворов как в сухих, так и влажных условиях, без добавки цемента.

Гидравлическая известь из фильтрационного осадка пригодна также для приготовления шлакобетонных, грунтобетонных блоков, а также как побелочная известь

### **1.4.4 Использование осадка в качестве удобрения**

Фильтрационный осадок содержит вещества, которые могут играть роль удобрения(азотистые, фосфорные) или улучшителя почвы.

Содержащийся в осадке карбонат кальция устраняет вредную кислотность почвы, улучшает ее структуру, делает тяжелые глинистые почвы более рыхлыми, а легкие – более связными, активизирует деятельность полезных микроорганизмов почвы, способствует мобилизации питательных элементов растениями и лучшему использованию ими органических и минеральных удобрений.

Исследования показали, что достаточно вносить на 1 га почвы 3 – 5 т фильтрационного осадка и его воздействие проявляется в течение десяти – двенадцати и более лет.

Там где вблизи сахарных заводов имеются заводы по получению спирта из мелассы эффективно в качестве удобрения использовать осадок в смеси с бардой.

### **Контрольные вопросы**

1. Чему равен выход фильтрационного осадка?
2. Какие вещества входят в состав фильтрационного осадка?
3. Какую роль играет осадок при внесении его в почву?
4. Каковы пути использования фильтрационного осадка?
5. Почему не используется осадок для получения извести и сатурационного газа?
6. Каковы пути снижения выхода осадка на сахзаводе?

## **1.5 Свекловичная меласса**

### **1.5.1 Образование мелассы**

Меласса – оттек, полученный при центрифугировании утфеля последней ступени кристаллизации.

В состав мелассы входят: вода, значительное количество сахарозы и большинство растворимых несахаров, оставшихся в соке после его очистки известью и образовавшихся в результате разложения сахарозы на последующих стадиях производства.

Основные причины образования мелассы:

- невозможность полного удаления воды при уваривании утфелей и кристаллизации сахарозы;
- повышенная растворимость сахарозы в присутствии несахаров;
- высокая вязкость мелассы, затрудняющая центрифугирование последнего утфеля и вынуждающая прекратить кристаллизацию в нем сахарозы при определенных параметрах.

Из анализа причин следует вывод, чтобы снизить выход мелассы и содержание сахара в ней, необходимо:

- строго соблюдать режим варки и дополнительной кристаллизации последнего утфеля (четкое деление оттеков, избегать излишних раскаток утфеля, получать утфель возможно более высокого содержания сухих веществ);
- достигать более полного удаления несахаров при очистке диффузионного сока, использовать минимальное количество добавок (антисептиков, флокулянтов, пеногасителей и т.д.), сводить к минимуму разложение сахарозы и протекание побочных реакций;
- получать утфель последней кристаллизации меньшей вязкости (использовать ПАВ), получать по возможности более крупный и однородный кристалл, не допускать образования «муки»;
- обеспечивать четкую работу вакуум-аппаратов, мешалок-кристаллизаторов, центрифуг.

### **1.5.2 Характеристика мелассы**

Меласса – густая вязкая жидкость темнокоричневого цвета.

В зависимости от климатических, агротехнических условий выращивания сахарной свеклы и технологического режима её переработки состав мелассы сильно колеблется. Чистота мелассы составляет 56-60%. В мелассе содержится значительное количество азотистых веществ: около одной трети составляет бетаин, остальное – аминокислоты и амиды кислот. Из аминосоединений преобладают глутаминовая кислота и продукт её превращения – пирролидин - карбоновая кислота.

В мелассе присутствуют микроэлементы: Al, Mg, Fe, Mn, Cu, S, Si и др.; карбонаты K и Na.

В мелассе содержатся такие вещества: органические кислоты, инвертный сахар, раффиноза, красящие вещества и др.

Реализуемая меласса должна отвечать требованиям ОСТ 18-395-82.

### ***Требования к мелассе свекловичной***

По органолептическим и физико-химическим показателям свекловичная меласса должна соответствовать следующим требованиям ОСТ 18-395-82:

Внешний вид	Густая сиропобразная непрозрачная жидкость от коричневого до темно-бурого цвета
Вкус	Сладкий с горьким привкусом
Запах	Свойственный свеклосахарной мелассе, без постороннего запаха
Растворимость в воде	Полная, легко растворяется в любых соотношениях в горячей и холодной воде
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	75,0
Массовая доля сахарозы, %, не менее	43,0
Массовая доля суммы сбраживаемых сахаров, %, не менее	44,0
РН <sub>20</sub> среды	от 6,5 до 8,5

### **1.5.3 Пути использования мелассы**

Меласса очень ценный отход (побочная продукция) сахарной промышленности и её необходимо максимально эффективно утилизировать. Для изучения способов утилизации мелассы предлагается классифицировать их по применяемым при этом методам:

- получение сахара из мелассы (метод сепарации путем выделения трехкальциевого сахарата, стронциевый метод, баритовый метод, осаждение концентрированной уксусной кислотой);
- утилизация на корм скоту (непосредственное скармливание, производство комбинированных кормов);
- утилизация в бродильной промышленности (производство спирта, дрожжей, лимонной и молочной кислот, глицерина);
- ионитная очистка мелассы с получением сахара, глутаминовой кислоты, бетаина.

### **1.5.4 Получение сахара из мелассы**

Меласса содержит около 50% ценного питательного вещества – сахарозы, ради получения которой и выращивается сахарная свекла. Поэтому было бы целесообразнее использовать всю мелассу для получения сахара, при условии, что метод получения будет не слишком дорог и сложен.

В настоящее время имеется несколько методов:

- выделение сахара из мелассы методом известковой сепарации;
- стронциевый метод обессахаривания мелассы;
- баритовый метод обессахаривания мелассы;
- осаждение сахара уксусной кислотой.

### ***Получение сахара из мелассы методом известковой сепарации***

Данный метод основан на реакции взаимодействия сахарозы в определенных условиях с оксидом кальция с образованием труднорастворимого трехкальциевого сахарата. Несахара мелассы остаются в растворе; их удаляют при фильтровании, а отфильтрованный сахарат с промоями, направляют в виде «сахаратного молока» на дефекацию вместо известкового молока. При нагревании до температуры 85<sup>0</sup>С происходит гидролиз сахарата и в раствор переходит сахароза и гидроксид кальция, который играет свою обычную роль при очистке сока.

Разработано несколько схем проведения данного метода.

Сущность одной из них состоит в следующем.

Мелассу, поступающую на сепарацию, разбавляют до содержания сухих веществ 10-12% и подают в реактор-холодильник. Раствор охлаждают до температуры около 10<sup>0</sup>С. Затем в реактор постепенно при энергичном перемешивании и охлаждении подают свежееобожженную тонкоизмельченную известь. Известь добавляют в течение 15-20 мин. При этом в осадок выпадает труднорастворимый трехкальциевый сахарат. Осадок сахарата отфильтровывают и промывают на вакуум-фильтре, размешивают с промоями, подогревают до температуры 85<sup>0</sup>С и подают на дефекацию в виде «сахаратного молока». Фильтрат (черный щелок) нагревают до 85-90<sup>0</sup>С. В полученном горячем сахарате дополнительно выпадает трехкальциевый сахарат, образовавшийся из остатков сахарозы. Суспензию сгущают в многоярусном отстойнике, фильтруют на вакуум-фильтре, промывают и смешивают с «сахаратным молоком». Фильтрат и промой являются отбросным щелоком.

На дефекации сахарат гидролизуется с образованием сахарозы и гидроксида кальция. Гидроксид кальция реагирует с несахарами, а сахароза идет в основной поток сока.

Для извлечения сахара из мелассы методом известковой сепарации применяют и другие схемы.

Данный метод имеет существенные недостатки.

При известковой сепарации наряду с сахарозой осаждается также содержащаяся в мелассе раффиноза. При смешивании сахарата с соком раффиноза остается в нем. Накапливаясь на верстате она мешает процессу кристаллизации сахарозы. Поэтому периодически (через 25-30 суток) выводят мелассу из производства. В это время необходимо делать перерыв в работе цеха или брать мелассу с завода, где нет известковой сепарации.

С сахаратом возвращаются в сок и другие несахара (особенно красящие вещества)



Данный метод достаточно широко использовался на сахарных заводах СССР в 60-е годы XX века. Но в силу выше указанных и других причин работа сепарационных отделений была прекращена.

Кроме известковой сепарации, обессахаривание мелассы проводят по баритовому и стронциевому методам, которые также основаны на способности сахарозы при определенных условиях образовывать нерастворимые сахараты. Однако метод известковой сепарации выгодно отличается от других методов тем, что для обессахаривания мелассы используется та же известь, которая применяется на сахарном заводе для очистки соков.

При использовании выше указанных методов требуются дорогостоящие реагенты и осложняется процесс их регенерации. В нашей стране они не нашли применения, так же как, и метод с использованием уксусной кислоты.

### **1.5.5 Использование мелассы методами брожения**

#### **Производство этилового спирта**

Значительное количество мелассы идет на производство этилового спирта. Основой мелассоспиртового производства является сбраживание сахаров мелассы при температуре 20-25<sup>0</sup>С дрожжами и превращение их в спирт и углекислый газ. Сахароза при помощи инвертазы дрожжей преращается в смесь глюкозы и фруктозы, которые затем другим ферментом – зимазой дрожжей – сбраживаются в спирт и углекислый газ.

Из 100 кг сахарозы мелассы получается 58-60л. спирта.

Спирт легко выделяется из сбродившего мелассового раствора перегонкой, причем имеющаяся примесь нес сахаров нисколько не мешает.

Этиловый спирт получают следующим способом.

Мелассу подкисляют серной кислотой до рН4,8-5,4, чтобы создать благоприятные условия для брожения. Затем её нагревают до 80<sup>0</sup>С для стерилизации и выдерживают при этой температуре в течение 15-20 минут. После этого мелассу разбавляют до содержания сухих веществ 20-25%, добавляют питательные соли ( сульфат аммония и суперфосфат) и дрожжи. Подготовленный раствор подвергают сбраживанию при начальной температуре 18<sup>0</sup>С. Брожение протекает 49-96 часов. Спирт отделяется путем дистилляции. Затем спирт подвергается очистке (ректификации) в колонных аппаратах. После отгонки спирта остается барда, в которой накапливаются все нес сахара мелассы. Барда может быть использована для получения ценных продуктов: минеральных солей, аминокислот, глицерина, витамина В<sub>12</sub>, бетаина и др.

## Производство дрожжей

Основным сырьем для производства дрожжей служит меласса.

Дрожжи – живые микроорганизмы( грибы). Сухое вещество дрожжей состоит в основном из белков и богато витаминами.

Производство дрожжей основано на размножении дрожжей на жидких питательных средах с последующим их выделением в прессованном виде. Для более полного выхода дрожжей мелассу разбавляют до СВ =5%. При этом дрожжи получают необходимые питательные вещества, но не имеют избытка сахара для его превращения в спирт. В раствор мелассы добавляют определенное количество аммиачных солей, а также фосфорные соединения.

Для получения максимального количества дрожжей из мелассы требуется энергичное продувание воздуха через питательную среду, т.к кислород воздуха способствует расщеплению сахара и сильно ускоряет брожение и рост дрожжевых клеток.

Выделение дрожжей проводится на сепараторах. Полученное дрожжевое молоко промывают и направляют на фильтры. После фильтра дрожжевая масса формуется и упаковывается. Влажность прессованных дрожжей 75%. Выход прессованных дрожжей составляет 100кг на 100кг мелассы.

## Получение лимонной кислоты

### *Основы технологии*

Биохимический способ получения лимонной кислоты основан на превращении сахара в лимонную кислоту плесневым грибом *Аспергиллюс нигер*, с помощью ферментных систем

Гриб обладает высокой активностью и способен превращать в лимонную кислоту свыше 90% всего сахара, содержащегося в питательной среде.

В состав питательной среды входят: углеводы, азот, кадмий, фосфор, сера, цинк, железо и магний.

Углеводы – основное сырье – применяется в виде сахарозы, содержащейся в мелассе. Концентрация в сбраживаемой среде сахара 7,5%

Азот добавляется в количестве 0,07% в виде соли хлористого аммония (NH<sub>4</sub> Cl) -3,5 г/л среды

Фосфор 0.016 – 0.021% P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> – в виде однозамещенного фосфорнокислого калия (0,5 г/л)

Сера -71,1 мг/л в виде сернокислых солей железа, цинка и магния: FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O-0,005г/л, ZnSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O-0,05г/л (цинка) 1,5мг и MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O -0,5г/л (магния-49,5мг). Среда подкисляется до рН 3-4 соляной кислотой ρ = 1,19г/см в количестве 0,075мл/л Брожения ведут при t =31-32 С.

Существует два варианта ведения процесса: поверхностный и глубинный.

Поверхностный способ требует больших производственных площадей. Более рациональный способ глубинный.

### ***Глубинный способ получения лимонной кислоты***

Мелассу разбавляют до содержания 2,5- 3% сахара и в питательный раствор добавляют (в г/л) : 1,7-2,5 азотнокислого аммония, 0,16 однозамещенного фосфорнокислого калия или фосфорной кислоты, 0,24 сернокислого магния и 0,015 сернокислого цинка.

В течение процесса для подкормки погруженного мицелия в исходный раствор добавляют мелассу с СХ = 25-28 %, чтобы общее содержание сахара в растворе составляло 12,5%

Меласса подается в емкость для взвешивания, а затем самотеком поступает в варочный котел, где разбавляется водой.

Для установления рН 7,0-7,2 в раствор мелассы добавляют 10% -ный раствор серной кислоты. Затем разбавленная меласса обрабатывается 10%-ным раствором желтой кровяной соли.

Приготовленный раствор мелассы фильтруют и направляют в стерилизатор непрерывного действия. Стерильный мелассовый раствор охлаждают до  $t = 35^{\circ}\text{C}$  и направляют в ферментатор.

После заполнения ферментатора до заданного объема исходной питательной средой её засевают смоченными спорами гриба.

За 10-12ч до посева навеска сухих спор замачивается в 2л питательной среды, в 1л которого содержится 100г сахара, 2,5г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 0,16 г  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  и 0,25г  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Через определенное время для подкормки в исходный питательный раствор дается определенное количество раствора мелассы, подготовленного аналогичным способом.

Воздух для аэрации погруженной культуры гриба очищается в фильтре, температурный режим поддерживается с помощью змеевиков, в которые подается холодная или теплая вода.

По окончании процесса раствор переводится в запарник, где нагревается до  $t = 60^{\circ}\text{C}$  и поступает на вакуум – фильтр.

Фильтрат поступает в нейтрализатор, куда подают 20%-ный раствор  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

В осадок выпадают кальциевые соли лимонной и щавелевой кислот.

Нейтрализованный сироп фильтруют на вакуум – фильтрах, хорошо промывают осадок и направляют на разложение.

К осадку кальциевых солей добавляют расчетное количество раствора серной кислоты

После разложения соли в растворе образуется лимонная кислота, а в осадок выпадает  $\text{CaSO}_4$  (гипс) и остается оксалат кальция. Гипс и оксалат кальция отфильтровывают на вакуум – фильтрах, хорошо промывают и удаляют.

Раствор лимонной кислоты уваривают до  $\rho = 1,24-1,26\text{г}/\text{см}^3$ . После этого еще раз фильтруют для более полного удаления гипса, выпавшего в осадок при сгущении. Затем раствор лимонной кислоты уваривают до  $\rho = 1,35 - 1,36\text{г}/\text{см}^3$  и направляют в кристаллизаторы.

В кристаллизаторах раствор медленно охлаждают и получают кристаллическую массу.

На центрифугах отделяют кристаллы лимонной кислоты, высушивают до  $W = 0,2-0,3\%$ . Обрабатывают в сушильном отделении и упаковывают. На получение 1 т кристаллической лимонной кислоты расходуется до 4,85 т мелассы.

### **Производство молочной кислоты**

Молочная кислота весьма ценна для пищевой промышленности (кондитерской, консервной, хлебопекарной, при производстве безалкогольных напитков и др.) Она имеет важное значение в фармацевтической промышленности.

Молочная кислота получается сбраживанием сахарозы посредством молочнокислых бактерий при  $50^{\circ}\text{C}$ .

Сахароза сначала расщепляется на глюкозу и фруктозу, которые затем сбраживаются в молочную кислоту.

Брожение ведется в растворах мелассы, имеющих концентрацию около 15% СВ.

В течение брожения добавляют понемногу мел, чтобы нейтрализовать образующуюся молочную кислоту, так как она иначе останавливает дальнейшее сбраживание. Таким образом, молочная кислота накапливается в растворе в виде её кальциевой соли (10-12%). Брожение длится 6 дней. Выход молочной кислоты составляет 90% от теоретического.

Раствор фильтруют, очищают активным углем, концентрируют и при охлаждении выкристаллизовывают из него молочнокальциевую соль. Маточный раствор можно вторично сгущать и кристаллизовать.

Выделенную молочнокальциевую соль разлагают, прибавляя серную кислоту. При этом образуется и выпадает в осадок сернокальциевая соль (гипс), а молочная кислота переходит в раствор. После отфильтровывания осадка получается довольно чистый раствор молочной кислоты, имеющий концентрацию около 25%.

Для дальнейшего сгущения раствор молочной кислоты выпаривают под разрежением в кислотоупорных вакуум-аппаратах, до концентрации 50-75%.

Для получения чистой молочной кислоты её перегоняют с перегретым острым паром под разрежением.

### **Производства витамина В12**

Ряд микроорганизмов, особенно актиномицеты и бактерии, образуют в процессе биосинтеза витамин В12

В качестве основной питательной среды используется меласса, которая предварительно гидролизует для превращения сахарозы в инвертный сахар. В среду добавляется также кукурузный экстракт и хлористый кобальт

Технология производства В12 включает: приготовление питательной среды; выращивание культуры бактерии; ферментацию, сопровождаемую

выделением в среду витамина В<sub>12</sub>, отделение биомассы от жидкости сепарированием; сушку биомассы, размол и упаковку готового продукта.

### **1.5.6 Производство из мелассы глютаминовой кислоты, глютамата натрия, бетаина**

Глутаминовая кислота играет огромную роль в организме человека (1, с 81-82) является единственной кислотой, интенсивно потребляемой нервными клетками при окислительных процессах в мозгу (при детских нервных заболеваниях, эпилепсии, шизофрении и т д; при усталости)

Глутамат натрия используется как добавка в продуктах питания.

Разработано несколько способов получения данных веществ (Италия, Франция, Япония). Способ получения с применением ионообменных смол (Франция).

Мелассу разбавляют примерно в 7 раз, охлаждают и направляют на катионообменник для отделение ионов калия, натрия и бетаина.

Затем меласса поступает на анионообменник. Здесь из мелассы задерживается глютаминовая и пиромидокарбоновая кислоты.

После насыщения смол солями реакторы переключают на процесс регенерации.

Катионообменник обрабатывают разбавленной серной кислотой. Из полученного раствора можно выделять бетаин.

Анионообменик обрабатывают раствором соды. Полученный промой сгущают, обрабатывают NaOH, фильтруют и обрабатывают HCl. Образовавшиеся кристаллы солянокислой глютаминовой кислоты отделяют на фильтре и затем растворяют в реакторе.

Полученный раствор фильтруют, осветляют, нейтрализуют раствором соды, и направляют в кристаллизаторы. Выкристаллизовавшаяся глютаминовая кислота отфильтровывается, сушится, упаковывается.

### **Контрольные вопросы**

1. Что собой представляет меласса?
2. Какие наиболее ценные вещества входят в состав мелассы?
3. Для каких целей используется меласса в нашей стране в настоящее время?
4. Каковы пути использования мелассы?
5. Почему на сахзаводе стремятся снизить выход мелассы?
6. Каким требованиям должна отвечать меласса, реализуемая «на сторону»?
7. По какой схеме проводится извлечение сахара из мелассы методом известковой сепарации?
8. Перечислить достоинства и недостатки метода известковой сепарации?
9. На чем основано получение этилового спирта из мелассы?

## 2. ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОГО КУКУРУЗНОГО КРАХМАЛА

### 2.1 Схема производства сырого кукурузного крахмала



Перед подачей в переработку зерно кукурузы очищают от сорной и зерновой примеси. Очищенное зерно замачивают в чанах сернистой кислотой с содержанием 0,25% диоксида серы, в течение 36 – 48 ч. при температуре 48 – 50<sup>0</sup>С. Затем промывают водой с температурой 45<sup>0</sup>С и замоченное зерно направляют на грубое дробление. На стадии замачивания получают кукурузный экстракт – замочная вода с перешедшими в нее и образовавшимися при замачивании растворенными веществами (азотистые вещества, жир, зола, растворимые углеводы, молочная кислота и др ).

В экстракт переходит около 7% СВ зерна. Выход экстракта с СВ = 7 – 10%, 100 – 70% к массе абсолютно сухой кукурузы.

Из полученного после дробления зерна кашки выделяют зародыш. В зародыш переходит 5 – 6 % СВ зерна.

Из кашки, после удаления зародыша, выделяют первую крахмальную суспензию, а крупку подвергают тонкому измельчению для окончательного освобождения крахмала.

Продукт, полученный после измельчения направляют на выделение мезги. В зависимости от схемы завода мезга выделяется отдельно ( крупная и мелкая ) и совместно – крупная и мелкая.

В крупную мезгу переходит 5 – 7 % СВ зерна, в мелкую около 3%.

Рафинированную (отчищенную от мезги) суспензию подают на станцию разделения крахмала и белка ( глютена). В глютен переходит 8 – 10% СВ зерна. Крахмал после отделения белка промывают чистой водой и направляют в цех готовой продукции.

Из сырого кукурузного крахмала получают сухой крахмал, модифицированный крахмал, патоку, глюкозу.

В таблице 3 дается классификация отходов крахмало-паточного производства

**Таблица 3.** Классификация отходов крахмало – паточного производства

<b>Наименование</b>	<b>Источник образования</b>	<b>Физико – химическая характеристика</b>	<b>Способ использования</b>
Зерновой отход	Очистка зерна кукурузы	Частицы зерна, прошедшие через сито с отверстиями 2,5мм.химический состав: крахмал около 70%; белок 10 – 13%; жир- 1%; пентозаны, зола и др. вещества	Добавляют в сухой смешанный кукурузный корм; повышает ценность корма
Стержни початков	Обрушивание зерна с початков	В состав в основном входит клетчатка 57 – 60%, пентозаны 31 – 35% и др. вещества	В измельченном виде добавляют при производстве смешанных кукурузных кормов не более 30% от массы корма

Наименование	Источник образования	Физико – химическая характеристика	Способ использования
Кукурузный экстракт	При замачивании зерна кукурузы в 0, 25% -ном в растворе $H_2SO_3$	Жидкость с СВ = 8-10%. В состав входят азотистые вещества, растворимые углеводы, зола и прочие вещества	После выпаривания до СВ = 35-40% и используется для производства сухих кормов, кормовых дрожжей, микробиологической промышленности
Кукурузный зародыш	Выделяется из кукурузной каши после грубого дробления зерна	Сушеный кукурузный зародыш должен соответствовать требованиям ОСТ 18-165-74 Влажность $\leq 5\%$ Содержание жира на СВ $\geq 48\%$ Органических примесей $\leq 4\%$ Крахмала $\leq 10\%$ Дробленого зародыша $\leq 15\%$	Используют на производство кукурузного масла, жмых на производство смешанного кукурузного корма.
Мезга	Выделяется из кукурузной каши после грубого дробления зерна	Выход сухих веществ мезги 8-12% к массе безводной кукурузы. В состав мезги входит значительное количество клетчатки, крахмала, белка, жира	Используется в качестве корма, высушивается до $W = 12\%$ или используется для производств смешанных кукурузных кормов
Глютен	Выделяется на сепараторной станции из рафинированной крахмальной суспензии	Выход сухих веществ глютена 8-10% к массе СВ зерна. В состав глютена более половины составляет белок, 15-20% крахмала, 5-10% жира и др.	Используется для производства смешанных кормов, зерна глутаминовой кислоты. За рубежом глютен используют для производства белковых гидролизатов.
Отходы паточного производства (жирная и диатомитовая грязь)	Жирная грязь из нейтрализованного паточного сиропа, полученного из кукурузного крахмала. Диатомитовая грязь отделяется на фильтрах	Жирная грязь вместе с диатомитной грязью в качестве компонента при производстве смешанного кукурузного корма.	



Отходы производства мальтозной патоки. Мальтозный жмых.	В производстве мальтозной патоки используют кукурузную муку и солод. При фильтрации сиропа получают отход-мальтозный жмых.	Мальтозный жмых имеет: влажность 50-68% Состав в % на СВ: протеин сырой-48%. Выход жмыха влажностью 60% составляет около 90% СВ муки, жмых содержит хорошо разваренный белок, обогащенный витаминами солода.	Жмых реализуется на корм скоту в прессованном виде. Он хорошо силосуется, его можно сушить.
Отходы глюкозного производства	При вильтровании сиропов выделяется угольно-диамитовая грязь.  При центрифугировании глюкозного утфеля II кристаллизации образуется оттек-гидрол. Отход производства	По свойствам и составу близка к диатомитовой грязи паточного производства.  Гидрол-сиропообразная жидкость темнокоричневого цвета содержание СВ: 65-66%. Редуцирующих веществ-68-72%, золы -5-6%.	Используется в качестве добавки при производстве смешанных кукурузных кормов.  Применяют в основном для производства антибиотиков, для дубления кожи, производства спирта.

## 2.2 Экстракт

### 2.2.1 Характеристика жидкого экстракта

При замачивании зерна кукурузы получают отход (побочный продукт) экстракт. В экстракт переходит около 7% СВ зерна. Концентрация экстракта зависит от схемы замачивания зерна, качества зерна и условий замачивания. При стационарном методе замачивания концентрация составляет 5-6%, при противоточном 8-10%. Количество отбираемого экстракта составляет 100-120% к массе сухих веществ зерна.

Жидкий экстракт после отбора из замочного чана содержит некоторое количество примесей-мелкие частицы зерна, крахмал, оболочки и т.п.; имеет рН 4,2 – 4,4, содержит значительное количество молочной кислоты: при стационарном замачивании – 0,3 – 0,5%, а при противоточном – 0,7 – 1,2%.

Состав экстракта, % на сухое вещество

Белок (азотистые вещества)	35-52
Растворимые углеводы	22-27
Зола (минеральные вещества)	15-25
Жир	1- 3
Крахмал	до 0,5
Прочие вещества	4 - 7

Состав экстракта зависит от состава зерна, схемы и режима замачивания.

### **2.2.2 Пути снижения выхода экстракта и улучшения его качества**

Одной из основных задач процесса замачивания является извлечение из зерна основной части растворимых веществ, содержащихся в зерне и образовавшихся в процессе замачивания. Чтобы эффективно использовать экстракт, необходимо получать его в меньшем количестве, с высокой концентрацией и определенного состава.

Для этого необходимо:

- использовать для переработки зерно высокого качества (высокой всхожести (отсутствие гнилого и поджаренного) и хорошо очищенного от сорной и зерновой примеси;
- замачивание зерна проводить по непрерывной противоточной схеме с использованием эрлифтов;
- строго соблюдать параметры технологического режима в зависимости от качества и сорта зерна;
- для дальнейшей переработки экстракта важную роль играет молочная кислота. Необходимо создавать условия для молочнокислого брожения, чтобы содержание молочной кислоты было около 1%, а сернистого ангидрида не более 0,06%.

### **2.2.3 Выпаривание экстракта**

Чтобы использовать экстракт на своем предприятии, а тем более, если направлять на реализацию, его необходимо сгустить. Сгущение экстракта проводят на выпарных установках.

Экстракт содержит термолабильные вещества, образующие при тепловой обработке окрашенные соединения. Поэтому выпаривание экстракта производят в двух- или трехкорпусных выпарных установках, работающих под разрежением. Предварительно экстракт осветляют отстаиванием, отстой направляют в кормоцех. Концентрирование экстракта протекает с определенными трудностями. По мере работы аппаратов на поверхности нагрева происходит довольно быстрое отложения осадка органических и минеральных веществ. Экстракт обладает склонностью к пенообразованию.

Свойства экстракта необходимо учитывать при компоновке выпарной установки, обслуживании и очистки. При использовании экстракта на производство сухих смешанных кукурузных кормов, его сгущают до концентрации 35 – 40% СВ. если экстракт подвергается длительному хранению или реализуется, то экстракт сгущают до концентрации не менее 48%.

## 2.2.4 Использование экстракта в производстве антибиотиков

В производстве биомицина, пенициллина, стрептомицина и др антибиотиков кукурузный экстракт применяется в качестве одного из основных компонентов питательной среды для выращивания плесневых грибов. В соответствии с ОСТ 18 – 206 – 74 сгущенный кукурузный экстракт должен иметь цвет от желтого до коричневого (медицинская промышленность ), для других потребителей – до темнокоричневого.

Физико – химические показатели

Кислотность в пересчете на молочную кислоту, норма, % по СВ	не менее	17
Содержание СВ	не менее	48
Азота	не менее	6,4
Общей золы	не более	21
Диоксида серы	не более	0,35
Минерального растворимого фосфора	не менее	0,6

Поставку сгущенного экстракта потребителям осуществляют в железнодорожных цистернах с нижним сливом продукта или металлических бочках. Цистерны в нижней части должны быть оснащены змеевиком или паровой рубашкой для обогрева экстракта перед сливом.

У потребителей экстракт должен храниться в специальных ёмкостях, оснащенных мешалками. При хранении не допускается попадание в экстракт воды, так как разбавление продуктов создаст благоприятные условия для развития микроорганизмов.

## 2.3 Зародыш

### 2.3.1 Характеристика зародыша

При грубом дроблении замоченного зерна кукурузы зародыш отделяется от эндосперма и оболочек. Зародыш содержит значительное количество жира, поэтому плотность его гораздо меньше плотности остальных частей зерна. На этом свойстве основано выделение его из каши на гидроциклонах. Выделенный зародыш тщательно промывают в три стадии на дуговых ситах, после чего механически обезвоживают на шнек – прессах.

Сырой зародыш должен соответствовать следующим требованиям:

Показатель, %	
Влажность, не более	60
Содержание пелевы , не более	18
Содержания жира в сухом веществе, не менее	48
Содержания крахмала в сухом веществе ,не более	11

Сырой зародыш быстро портится, поэтому его подвергают высушиванию предпочтительно в паровых сушилках. Зародыш, высушенный в паровой сушилке имеет светло-желтый цвет, а влажность не более 3%.

При реализации сухого зародыша или использовании на данном заводе для получения масла его очищают от мелких частиц и основной массы оболочек, оставшихся в зародыше после высушивания. Высушенный и очищенный зародыш должен содержать 6,5 – 7,5% пелевы. Сухой зародыш, поступающий на реализацию, должен соответствовать требованиям ОСТ 18-165-74.

Показатель, %	
Влажность, не более	5
Содержание жира на СВ, не менее	48
Содержание органических примесей, не более	3
Содержание испорченного зародыша, не более	4
Содержание крахмала, не более	10
Содержание дробленого зародыша, не более	15

### 2.3.2 Пути улучшения качества зародыша

В зерне кукурузы содержится зародыш 6-7% к массе СВ и зависит в основном от сорта кукурузы. В процессе кукурузо - крахмального производства очень важно наиболее полно выделить его из кашки. В зародыше крахмала нет, а содержится в основном жир. Поэтому при неполном выделении его из кашки возрастают потери жира, а жир поступающий в крахмальную суспензию ухудшает качество крахмала. Для наиболее полного выделения зародыша необходимо:

- строго соблюдать режим замачивание зерна; не допускать его затвердевания;
- обеспечивать правильное дробление зерна, не допуская измельчения зародыша, так как это приводит к прямым потерям зародыша, жира;
- для выделения зародыша применять прогрессивное оборудование.

Качественное масло можно выделить из качественного зародыша. Для получения зародыша, отвечающего требованиям ОСТ 18 – 165 – 74 необходимо:

- обеспечивать хорошее хранение зерна, так как при нарушении условий хранения в первую очередь портится зародыш;
- не допускать измельчение зародыша при дроблении зерна, так как при сушке дробленого зародыша жир окисляется, ухудшается его качество и увеличиваются потери жира;
- тщательно промывать зародыш от крахмала и растворимых веществ;

- соблюдать режим сушки зародыша. Сушить зародыш целесообразно в паровых сушилках или очищенным горячим воздухом, не допуская поджаривания зародыша.

### **2.3.3 Производство кукурузного масла**

#### ***Общие сведения***

Выделенный из зерна зародыш используют для производства масла. Получение масла осуществляют или непосредственно на предприятиях, производящих крахмалопродукты из кукурузы, или высушенный зародыш отгружают предприятием масложировой промышленности. Извлечение масла из зародыша осуществляют по схеме: прессование – рафинация или по схеме: прессование – экстракция с последующей рафинацией масла.

#### ***Технологическая схема производства кукурузного масла***

На предприятиях крахмало - паточной промышленности производство сырого (нерафинированного) масла проводят в основном по схеме двукратного прессования зародыша. Такой метод извлечения масла позволяет выделить на первом прессовании основную часть масла в более мягком режиме обработки сырья, что обеспечивает его высокое качество.

По этой схеме сырой обезвоженный на шнек - прессах зародыш направляют на высушивание. После сушки зародыш влажностью не более 3% направляют на зерновой сепаратор для очистки. Чистый зародыш, содержащий около 7% пелевы, взвешивают на автоматических весах и через электромагнитный сепаратор направляют в вальцовый станок для измельчения. Хорошо измельченный продукт (масличная мятка) должны иметь такой фракционный состав, при котором 50% частиц при просеивании проходят через сито с отверстиями диаметром 1мм, а остаток на сите с отверстиями 1,5мм составляет 10%. Измельченный зародыш через электромагнитный сепаратор подают в жаровню, установленную перед шнековыми прессами первого прессования зародыша, а затем в прессы. Влажность готовой к прессованию мятки 4-4,5%, а ее температура 90-110 °С. Увлажнение и нагревание мятки размягчает стенки клеток, снижает вязкость масла и облегчает отжим.

Масло после прессования направляют на очистку, так как оно содержит мелкие частицы зародыша, пелевы, осыпь и другие взвешенные вещества. Осыпь отделяют на ситах различной конструкции, а взвешенные вещества на осадительных центрифугах.

Затем масло фильтруют в две ступени. На первой ступени из масла выделяют основную часть взвешенных веществ. После этого масло охлаждают до  $t = 25^{\circ}\text{C}$ . При этом выпадают в осадок белковые и другие вещества. После охлаждения масло снова фильтруют (целесообразно с фильтровальным порошком). Масло хорошего качества используются для пищевых целей. Кукурузное масло содержит много витаминов и полезных веществ. Жмых после первого прессования содержит значительное количество масла. Поэтому его измельчают, увлажняют, подогревают и

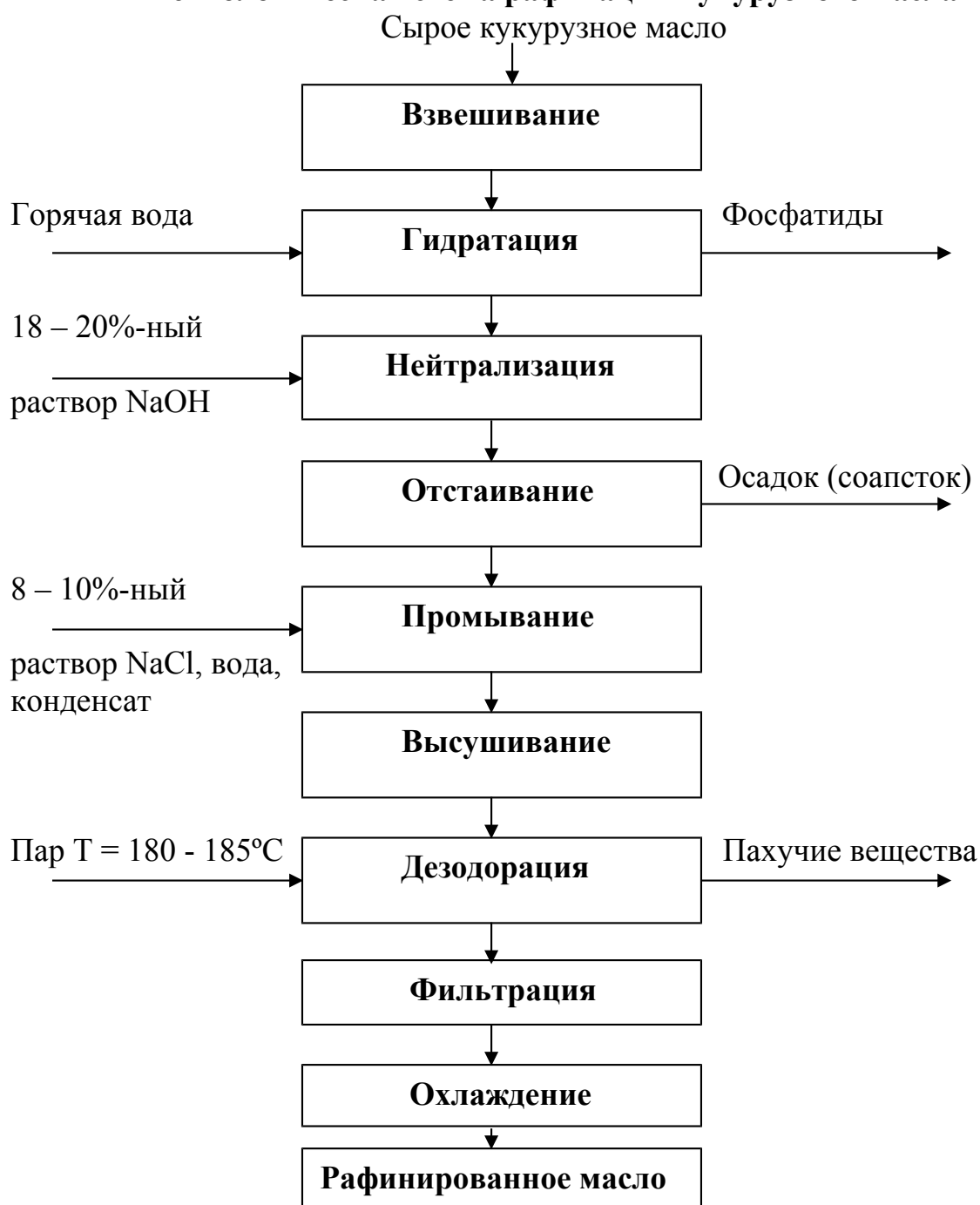
вторично прессуют при более высоком давлении. Масло очищают отдельно и используют для технических целей.

Жмых вторичного прессования подвергают измельчению, пропускают через электромагнитный сепаратор, взвешивают и направляют в цех сухих кукурузных кормов или на реализацию.

### 2.3.4 Рафинирование кукурузного масла

Сырое кукурузное масло имеет высокую кислотность, сильно окрашено и обладает характерным неприятным привкусом, который усиливается при хранении. Поэтому для подготовки к пищевому применению масло подвергают рафинационной очистки.

#### Технологическая схема рафинации кукурузного масла



### ***Гидратация масла***

Обработку масла водой производят с целью удаления из него фосфатидов. При гидратации растворенные в масле фосфатиды как гидрофильные вещества поглощают воду с образованием взвешенных хлопьев, выпадающих в осадок.

Гидратацию производят в аппарате, используемом и для нейтрализации масла. После заполнения аппарата масло нагревают при перемешивании до температуры 45- 50 °С и вводят в него распыленную горячую воду в количестве до 9% к массе масла. Масло перемешивают 30 мин, обеспечивая укрупнение хлопьев и отделение их от масла. Для облегчения осаждения хлопьев масло нагревают до температуры 60 - 65 °С и прекращают перемешивание. Хлопья осаждаются в течение 1 – 2 ч. Осадок удаляют из аппарата. В результате гидратации содержание фосфатидов в масле снижается на 40%.

### ***Нейтрализация масла***

Для снижения кислотности масла в аппарат при перемешивании и температуре продукта 60 – 65 °С вводят распыленный 18- 20%-ный раствор NaOH . Избыток щелочи должен быть от 50 до 300% к теоретически необходимому количеству. После отстаивания осадок (соапсток) удаляют и используют в производстве мыла. Кислотность масла после нейтрализации снижается до 0,12 – 0,25 мг КОН. Одновременно уменьшается цветность масла и содержание в нем фосфатидов.

### ***Промывание и сушка***

Для удаления остатка мыла масло промывают последовательно 8 – 10 %-ным раствором поваренной соли, нагретым до температуры 90 – 95 °С, затем несколько раз водой и наконец - конденсатом. Расход промывной жидкости составляет 8 – 10% к массе масла. Каждый раз после очередного промывания производят отстаивание масла в течение 40 – 60 мин удаление промывного раствора. Промывание проводят для полного удаления из масла мыла.

В этом же аппарате при остаточном давлении не более 21 кПа производят высушивание масла при температуре 90 - 95 °С. Содержание влаги и летучих веществ в масле после высушивания не должно превышать 0,2%.

### ***Фильтрация и дезодорация масла***

Для окончательного удаления взвешенных частиц и получение прозрачного продукта масло фильтруют через двойную тканевую перегородку и слой бумаги. Фильтрованное масло дезодорируют для удаления пахучих веществ. Дезодорацию проводят продуванием через масло перегретого пара при низком остаточном давлении (не более 21 кПа). Температура пара при обработке 180 -185°С; продолжительность операций 5 – 11 ч в зависимости от качества масла.

После окончания дезодорации масло охлаждают в том же аппарате, снижая его температуру сначала до 100 а затем до 20 – 30°С, после чего направляют на фасовку.

Цветность рафинированного масла должна быть не выше 20 мг йода, кислотность – не более 0,4 мг КОН, содержание влаги и летучих веществ до 0,1 %, фосфатидов – до 0,5 %. Рафинированное масло не должно иметь отстоя.

Рафинированное кукурузное масло используют в пищевых целях. Его применяют как высококачественное салатное, столовое масло, используют при производстве хлебобулочных изделий, майонеза, консервированных продуктов. Кукурузное масло содержит ненасыщенные жирные кислоты и жирорастворимые витамины ( витамин Е ) что повышает его ценность как пищевого и диетического продукта.

Сырое кукурузное масло, полученное из нестандартного сырья за частую содержит примеси и имеет низкое качество. Его применяют для различных технических цели – производство олифы, технических масел, мыла и т.п.

## 2.4 Кукурузная мезга

Мезгу на кукурузокрахмальном заводе получают из кашки тонкого измельчения кукурузной крупки. При отдельной схеме выделения мезги, крупная мезга получается при отцежке на пробивном сите с отверстиями диаметром 0,6 мм. Отцеженную мезгу подвергают трехкратной противоточной промывке. Промытую мезгу механически обезвоживают на шнек – прессах с влажности 82 – 84% до 60 %. В крупной мезге остается около 1,5 % свободного крахмала.

После отделения крупной мезги подситовой продукт направляют на выделение мелкой мезги на дуговых ситах, оснащенных капроновой сеткой №43, а затем на рафинировальных - №67 – 73. Мелкую мезгу подвергают 4<sup>х</sup> кратной противоточной промывке. Мелкую мезгу обезвоживают на фильтр-прессах или другом оборудовании до влажности 64 – 68%

При совместном выделении и промывании крупной и мелкой мезги первоначально обезвоживание проводят на центорбежно - лопастных ситах а затем на шнековых винодельческих прессах до влажности 60 – 65 %. Выход СВ крупной мезги 5 – 7 % к массе СВ кукурузы, а мелкой - 3,5 – 4,5 %.

**Таблица 4.** Химический состав мезги (% на СВ)

Компонент	Крупная мезга	Мелкая мезга
Крахмал	6 - 12	25 – 45
Белок	6 – 9	11 – 18
Жир	4 – 7	2 – 4
Зола	0,5- 1	0,8– 1,5
Клетчатка	40 – 55	15 – 25
Растворимые углеводы	3 – 5	4 – 7
Прочие вещества	3 - 6	2 - 5



Механически обезвоженная крупная и мелкая мезга подвергается сушке на специальной сушилке до влажности 12% и идет на реализацию.

Мезга используется в сыром виде в качестве корма для животных, а так же идет на приготовление сухих смешанных кукурузных кормов.

## 2.5 Глютен

### 2.5.1 Характеристика глютена

Глютен выделяют из рафинированной крахмальной суспензии. Он получается в виде суспензии светло – желтого цвета с содержанием СВ 7 - 10%. Выход сухих веществ глютена составляет 8 – 10% к массе сухих веществ зерна.

Химический состав глютена, % на СВ

Крахмал	15- 20
Белок	50- 70
Жир	5- 10
Зола	0,8-1,5
Клетчатка	2 - 4
Растворимые углеводы	0,5-2
Прочие вещества	4 - 6

Кукурузный глютен содержит значительное количество зеина, глутаминовой кислоты, незначительное количество таких незаменимых аминокислот, как лизин и триптофан.

Концентрирование глютена до содержание СВ 68-72% осуществляют на вакуум - фильтрах со сходящим полотном, с шнуровым съемом осадка и обычных вакуум-фильтрах со съемом осадка резиновым валиком.

Обезвоженный глютен используют для приготовления смешанного кукурузного корма. Глютен сушат также в паровых сушилках до влажности 8-9% в чистом виде.

Глютен содержит значительное количество белковых веществ, жира. Он служит белковой добавкой к кормам, богатым углеводами. Особенно ценен этот корм для крупного рогатого скота. Для молодняка крупного рогатого скота и свиней глютен не может быть единственной белковой добавкой, так как он не обладает всеми необходимыми аминокислотами. Сухой глютен может быть использован для производства белковых гидролизатов – соусов, глутаминовой кислоты и глутамата натрия, зеина.

### 2.5.2 Производство зеина

Зеин-белок кукурузы типа проламинов, растворимый в спирте. Зеин может быть использован для приготовления водонепроницаемого клея. Он стоек к микробиологическому воздействию, его используют для покрытия

бумаги, изготовления волокон и волокнистого материала, покрытия таблеток, связывания пробки и т.п.

Промышленное производство зеина из глютена довольно широко развито в США, Японии, Корее.

Зеин можно получать следующим образом. Сухой кукурузный глютен направляют в закрытую емкость с паровым обогревом и пропеллерной мешалкой. В эту же емкость подают 80%-й технический спирт и бензол. (3 части спирта и 1,4 части бензола по массе сухого глютена). Смесь при перемешивании нагревается до температуры 50-60°C и выдерживается в этих условиях в течение 4-х часов. Затем смесь направляется на центрифугу. Осадок выводится из производства, а фильтрат направляется в сосуд с мешалкой. После перемешивания в течение 20-30 мин. содержимое сосуда оставляют в покое на 20 мин. Жидкость расслаивается: в верхнем слое находится в основном бензол с растворенным в нем жиром, а нижнем-спирт с растворенным в нем зеином.

Сначала сливают нижнюю часть, затем верхнюю. Раствор зеина в спирте направляют в емкость с холодной водой. Когда в емкости получается водно-спиртовой раствор крепостью 40% по спиртомеру, смешивание прекращают. При отстаивании зеин всплывает и его снимают. Мутный раствор направляют на центрифугу. Выделенный зеин объединяют, затем высушивают и упаковывают. Спирт и бензол подвергают отгонке.

### **2.5.3 Получение глутаминовой кислоты**

В глютене содержится значительное количество глутаминовой кислоты (16-18% к СВ глютена). В ряде зарубежных стран и в нашей стране разработаны различные способы получения глутаминовой кислоты. Один из них состоит в следующем.

Кукурузный глютен обрабатывают слабым раствором соляной кислоты для удаления углеводной примеси (крахмала). Обезвоженный глютен гидролизуют при кипячении с применением 20%-ной соляной кислоты. Полученный белковый солянокислый гидролизат нейтрализуют 35%-м раствором NaOH до pH 5-6, уваривают, удаляют примеси, выпавшие в осадок, очищают путем обработки активированным углем, подкисляют до pH 3,2 и в течение 5-8 суток на холоду выкристаллизовывают глутаминовую кислоту. Для получения чистой кислоты ее растворяют, очищают и проводят перекристаллизацию.

## **2.6 Производство сухих смешанных кукурузных кормов**

### **2.6.1 Характеристика исходного сырья**

Смешанный сухой кукурузный корм изготавливается из следующих побочных продуктов (отходов):

- крупной и мелкой мезги, глютена, экстракта, получаемых при выработке сырого кукурузного крахмала;

- жмыха и пелевы (верхняя часть зерна), образующихся при выработке кукурузного масла из зародыша кукурузы;
- диатомитовой и скиммерной грязи, получаемой при выработке крахмальной патоки и глюкозы из кукурузного крахмала;
- сечки (дробленого кукурузного зерна), а также частично из стержней початков при очистке кукурузного зерна и обмолоте початков.

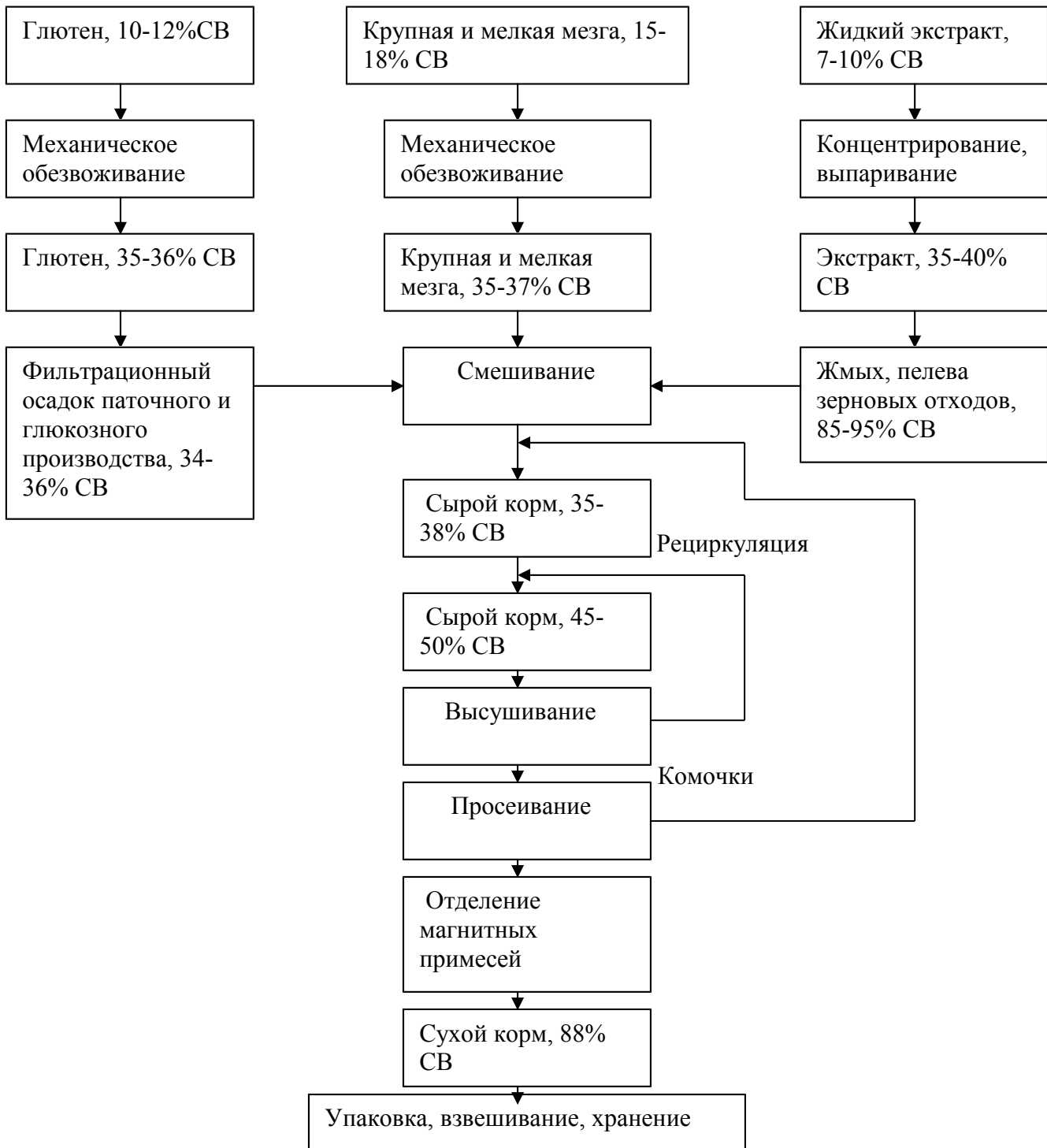
На долю глютена, экстракта и жмыха приходится более половины сухих веществ смешанного корма; они и определяют белковую ценность корма. Мезга и пелева, содержащие значительное количество клетчатки, придают рыхлость корму, что повышает его усвояемость. Добавление сечки, почти аналогичной по составу кукурузе, повышает ценность смешанного корма.

Диатомитовая грязь не превышает 6-8% общего количества корма и диатомит не сказывается отрицательно на качестве корма, а присутствие активного угля даже повышает ценность корма.

Стержни початков добавляют не более 30% к массе корма, чтобы не снижать белковой ценности корма. Перед подачей на смешивание с остальными компонентами корма стержни початков дробят на специальных дробилках.

Состав кормов может меняться в зависимости от того, какие производства имеются на данном крахмало-паточном комбинате и как будет решен вопрос с переработкой того или иного отхода. Поэтому в готовом кукурузном корме может отсутствовать тот или иной компонент, может меняться соотношение компонентов. Главное, чтобы корм отвечал требованиям, т.е. имел высокую питательную ценность, хорошо усваивался организмом животных.

## 2.6.2 Схема производства сухих кормов



Крупная и мелкая мезга при совместном промывании на дуговых ситах отцеживаются на центробежно-лопастных ситах до содержания 15-18% СВ в цехе получения сырого крахмала. Более полное обезвоживание осуществляют на шнек-прессах до 35-37% СВ.

Кукурузный экстракт с СВ = 7-10% сгущают в выпарной установке до концентрации 35-40%. Глютен концентрируют на центробежных сепараторах до содержания 10-12% СВ, после чего обезвоживают на вакуум-фильтрах до содержания СВ 35-36%.

Обезвоженные компоненты корма подают в шнек-смеситель. Сюда же подают фильтрационные осадки паточного и глюкозного производства, содержащие 35-36% СВ, измельченный жмых, пелеву, зерновые отходы, стержни початков после измельчения.

После смешивания всех компонентов влажность их не должна превышать 65%. Чтобы сделать сырой корм более рыхлым к нему добавляют сухой корм в таком количестве, чтобы влажность смеси была не более 55%.

При высушивании корма в пневматических сушилках одновременно происходит его измельчение в рыхлителе. Сухой корм просеивают и через магнитный сепаратор направляют на весы и в склад. Комки возвращают в шнек-смеситель. Влажность корма не более 12%.

### **Качество кормов**

Качественные показатели вырабатываемых сухих смешанных кукурузных кормов должны соответствовать требованиям ОСТ 18-291-76.

Кукурузные корма имеют желто- или темно-серый цвет, потемнение корма происходит при высушивании его топочными газами.

**Таблица 5.** Основные физико – химические показатели кормов

<b>Показатель</b>	<b>Корм с экстрактом</b>	<b>Корм без экстракта</b>
Содержание влаги, %, не более	12	12
Содержание сырого протеина, %, не менее	19	18
Кислотность по водной вытяжке, град, не более	56	6
Содержание песка, %, не более	0,7	0,7
Содержание металлопримесей, мг/кг		
частиц размером не более 2 мм	30	30
частиц с острыми режущими кромками, а также размером более 2 мм	Не допускается	Не допус.
Крупность помола, проход через сито с отверстием диаметром 5 мм, %	100	100
Зараженность амбарными вредителями	Не допускается	Не допус.

Кукурузные корма кроме белковых веществ включают 18 – 25% крахмала, 7 – 9% жира, 1 – 4% золы и др. веществ. Кукурузный корм применяется непосредственно для скармливания животным в смеси с другими кормами или для приготовления комбикормов на специальных заводах, где он используется как составная часть.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие отходы получают при производстве сырого кукурузного крахмала?
2. Что собой представляет кукурузный экстракт?
3. Какие трудности возникают при выпаривании экстракта?

4. Какой основной компонент содержит зародыш?
5. Какие условия необходимы для получения качественного зародыша?
6. Что собой представляет жмых?
7. Какую обработку проходит кукурузное масло при рафинировании?
8. Что такое дезодорация масла и чем она проводится?
9. Что собой представляет кукурузный глютен?
10. Какое применение находит зеин?
11. Из каких компонентов состоит смешанный кукурузный корм?

### **3 ОТХОДЫ ПАТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Патока – продукт неполного гидролиза крахмала разбавленными минеральными кислотами или ферментами. В качестве сырья для производства патоки используют картофельный или зерновой крахмал (кукурузный, пшеничный и др.)

Зерновой крахмал всегда содержит значительное количество белковых соединений, кукурузный – кроме того, жира.

При производстве патоки из зернового крахмала в результате гидролиза его соляной кислотой получают сироп.

В кислом паточном сиропе кроме белковых веществ в виде эмульсии находится жир. Кислый сироп нейтрализуют раствором кальцинированной соды. После нейтрализации белки коагулируют и эмульсия разрушается. Молекулы жира сливаются в крупные капли, которые быстро поднимаются на поверхность, захватывая с собой хлопья белка. Эта смесь жира и белка называется жиро-белковым осадком и подлежит удалению из сиропа. Для отделения осадка используют центробежные сепараторы или жиροотделители – скиммеры.

Выделенный жиро-белковый осадок содержит и паточный сироп.

Жиро-белковый осадок является отходом производства. Он содержит 45-60% влаги, 41,5-42,5% углеводов, протеина, жира и золы.

Окончательную очистку сиропов проводят на фильтрах с использованием в качестве наполнителя диатомита, улучшающего фильтрацию. После фильтрации сиропов получают диатомитовую фильтпресную грязь, в состав которой после промывки входят белки, хлористый натрий, соли железа, диатомит, СВ патоки и жир.

Диатомитовая грязь-отход производства - используется вместе с жиро-белковым осадком в качестве компонентов при производстве смешанного кукурузного корма.

#### 4. ОТХОДЫ ГЛЮКОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА

При производстве кристаллической глюкозы крахмальную суспензию гидролизуют, полученный сироп нейтрализуют и затем очищают от жирной грязи фильтрованием с использованием диатомита.

Диатомитовая грязь-отход производства, в состав которого входят жиры, протеины, углеводы, минеральные соли. Грязь используется как компонент при производстве смешанных кукурузных кормов.

Очищенные глюкозные сиропы уваривают, проводят кристаллизацию глюкозы при охлаждении. Кристаллы глюкозы отделяют центрифугированием. Из межкристального оттека после проведения определенных процессов получают утфель II кристаллизации. При центрифугировании его получают желтый сахар II продукта и гидрол. Гидрол является отходом производства.

Гидрол представляет собой сиропообразную жидкость темно-коричневого цвета, содержащую 65-66% СВ.

Гидрол имеет следующий состав (в % на СВ): РВ 68-72 ; зола 5-6. Выход гидрола составляет 55% по массе вырабатываемой глюкозы.

Так как гидрол содержит значительное количество глюкозы, то предлагались различные методы для её извлечения. Однако большое содержание красящих веществ в гидроле осложняет очистку сиропа и кристаллизацию глюкозы.

Поскольку извлечение глюкозы из гидрола нерентабельно, он находит иное применение. Гидрол используют главным образом для технических целей: в кожевенном производстве при дублении кож, в производстве искусственного волокна как восстановитель, в качестве связующего материала в литейных цехах.

Применяют гидрол в производстве антибиотиков для приготовления питательных сред, из оставшихся в гидроле сахаров сбраживанием получают спирты. По химическому составу гидрол представляет собой ценный продукт для введения в комбикорма. Кроме того, гидрол обладает следующими положительными свойствами: равномерно распределяется в рассыпных комбикормах; является хорошим связующим элементом при производстве гранулированных комбикормов; улучшает прочность и внешний вид гранул; повышает питательность гранулированных кормов за счет введения глюкозы и минеральных компонентов; служит хорошим растворителем мочевины при приготовлении кормовой смеси из стержней кукурузы; сохраняет подвижность при относительно низкой температуре (минус 10<sup>0</sup>), что позволяет исключить подогрев его при приготовлении кормов.

Гидрол используют также для непосредственного добавления в кормовые рационы животных.

## 5. ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА МАЛЬТОЗНОЙ ПАТОКИ

При производстве мальтозной патоки сырьем является кукурузная мука, а для гидролиза используется ячменный солод (8 – 10%).

Очищенное зерно кукурузы поступает на размол. Крупность помола должна быть такова чтобы выход муки составлял 90%

Приготовление свежепросоженного солода состоит из операций замачивания и проращивания ячменя. Зерно замачивают до влажности 42-48% и проращивают при температуре 8-15<sup>0</sup>С и относительной влажности 75-90%. Длительность проращивания 8-12 суток. В проросшем ячмене активизируются ферменты – амилазы, необходимые для гидролиза крахмала.

Ячмень дробят. Полученную солодовую кашку направляют на гидролиз.

Кукурузную муку в виде водной суспензии разваривают и крахмал гидролизуют ферментами солода. Полученный сладкий затор представляет собой смесь растворимых углеводов, продуктов распада белков и большого количества взвешенных веществ – клетчатки, коагулированных белков и др. Отход производства, отделяемый при фильтрации на фильтрпрессах, называется мальтозным жмыхом (влажность его 50 – 60%)

Состав жмыха, % на СВ

Протеины сырые	48
Крахмал и растворимые углеводы	12
Жир сырой	5,5
Клетчатка	11
Зола	32

Выход жмыха товарной влажности около 90% к массе СВ зерна (муки)

Мальтозный жмых представляют собой хорошо разваренный белковый корм, обогащенный витаминами солода. Он хорошо силосуется, сохраняя ценные кормовые качества. Его можно сушить. Обычно жмых реализует на корм скоту в прессованном виде.

### Контрольные вопросы

1. Что собой представляет солод?
2. При каких условиях проращивают ячмень?
3. Зачем проращивают ячмень?
4. При каком процессе получается мальтозный жмых?
5. Какие вещества содержит мальтозный жмых?
6. Для какой цели и в каком виде используется жмых?



## 6. ОТХОДЫ КАРТОФЕЛЕКРАХМАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 6.1 Схема производства картофельного крахмала

Современная схема производства картофельного крахмала состоит в следующем. Хорошо очищенный от примесей и отмытый картофель после взвешивания поступает на 1 измельчение. Кашка отцеживается на дуговом сите и поступает на 2 измельчение. При этом освобождается 92 – 93 % крахмала. Кашка после этого измельчения и крахмальная суспензия после дугового сита поступают в сборник и подаются через фильтр в накопительную емкость. Отделение крахмала от мезги и картофельного сока осуществляется на гидроциклонной установке. Установка состоит из 13 ступеней гидроциклонов, из которых 1 – 4 ступени являются обескрахмаливающими, а 5 – 13 ступени – промывными. Крахмальная суспензия после 12-ой ступени гидроциклонов (нижний сход) разбавляется свежей водой и поступают на дуговое сито рафинирования (отделения мелкой мезги), а затем на 13-ю ступень. Верхний сход с гидроциклонной установки представляет собой смесь мезги с картофельным соком, содержание СВ в которой составляет 8 – 9 % в зависимости от качество перерабатываемого картофеля и количества подаваемой свежей воды в установку.

С верхним сходом практически полностью удаляется весь картофельный сок и мезга (около 99%), а также 12% крахмала ( в том числе 8% связанного и 4% свободного ). Количество смеси составляет 1т на 1т картофеля

Таким образом, отходом производство является смесь мезги и картофельного сока, в которую переходит около 10% СВ картофеля. Распределение СВ между мезгой и соком приблизительно одинаковое (50/50), но химический состав их различный

### 6.2 Характеристика отходов

Смесь мезги и сока является ценным отходом, так как содержит комплекс веществ, которые усваиваются организмом животных, а также могут являться сырьем для других производств. Недостатком отхода полученного после гидроциклонной установки является низкое содержание СВ. Концентрировать смесь мезги и сока практически сложно. Поэтому смесь разделяют центрифугированием на осадительной центрифуге на мезгу и картофельный сок.

#### Химический состав мезги , % на СВ

Крахмал	45
Клетчатка	30
Раствор углеводов	2
Азотистые вещества	6

Минеральные вещества	6
Прочие вещества	11
Итого	100

### **Химический состав картофельного сока, % на СВ**

Азотистые вещества	35
Растворимые углеводы	24
Крахмал	10
Минеральные вещества	14
Прочие вещества	17
Итого	100

### **6.3 Производство углеводно – белкового гидролизата и белкового корма**

Смесь мезги и сока подогревают паром до 50<sup>0</sup>С в сборнике с мешалкой и насосом подают в разварник. Здесь мезга разваривается паром давлением 0,4 мПа. Пар непосредственно впрыскивается в продукт. Смесь нагревается до 110 – 120<sup>0</sup>С. При этом достигается стерильность среды, а также максимальная коагуляция белковых веществ сока и разваривание мезги.

Из разварника смесь направляется в испаритель, где происходит частичное охлаждение ее вследствие самоиспарения, а также высвобождение крахмала из клеток. Затем смесь охлаждают до  $t = 62 - 64^{\circ}\text{C}$ . Охлажденную смесь подают в осахариватель, куда добавляют ячменный солод в виде 20% - ной суспензии. ( 7% к массе уваренного гидролизата до СВ 50%). После осахаривания перед фильтрацией суспензия нагревается до  $t = 70 - 80^{\circ}\text{C}$ . После фильтров получается осадок (белковый корм) и фильтрат. Белковый корм с содержанием СВ 20% подается в сушилку, где высушивается до 86 – 87 % СВ (  $W = 13 - 14\%$ )

Фильтрат подогревается и направляется на выпарку, где уваривается до СВ = 50%.

Уваренный углеводно – белковый гидролизат может быть использован в качестве биостимулятора при выращивании кормовых дрожжей, при выпечке темных сортов хлеба.

### **6.4 Использование мезги**

Мезга является хорошим кормом для животных. Чтобы эффективно использовать мезгу, ее необходимо максимально обезвоживать. В свежем виде мезга хранится плохо. Целесообразно мезгу силосовать. В таком виде мезга может храниться длительное время не теряя питательной ценности.

Мезгу можно высушивать в обычных барабанных сушилках отходящими топочными газами.

Высушенная, размолотая и просеянная сквозь сито с отверстиями размером 0,1\* 0,1мм мезга содержит 75- 76 %крахмала и может быть

использована для выработки мальтозной патоки, декстринового клея и др. продуктов.

## 6.5 Использование картофельного сока

Картофельный сок содержит ряд ценных веществ, которые необходимо эффективно использовать. В противном случае картофельный сок необходимо направлять на очистные сооружения, так как сброс сока в водоемы недопустим. Он оказывает вредное воздействие на обитателей водоемов (рыбу и др. живых существ).

Химический состав картофельного сока в % на СВ:

Азотистые вещества (небелковый азот)	30
Минеральные вещества	17
Белок	25
Растворимые углеводы	18
Прочие вещества	10

Состав сока может сильно изменяться в зависимости от сорта и состояния картофеля.

Концентрация картофельного сока зависит от схемы переработки картофеля на крахмал.

При наличии концентрированного картофельного сока перспективна тепловая коагуляция части белка с отделением его от жидкой части.

При нагревании картофельного сока паром через барботер до  $t = 100^{\circ}\text{C}$  можно скоагулировать до 40% белка от массы общего азота, содержащегося в выделенном в картофельном соке. Влажность осадка составляет 88 – 96%.

Для снижения влажности белкового шлама его обрабатывают на ситах, а затем на прессах. Отделенную от белка соковую воду целесообразно использовать для удобрительного полива или направлять на очистные сооружения.

Белковый шлам можно добавлять к мезге. Это повышает ее питательную ценность.

За рубежом на ряде заводов картофельный сок сгущают выпариванием до концентрации 30%, а затем высушивают в распылительной сушилке до влажности 80% и добавляют к сухой мезге. Возможно и др. варианты отделения ценных веществ и обработка отходов картофельного производства.

Чтобы отходы можно было эффективно использовать, необходимо внедрять более совершенные схемы производства крахмала из картофеля и получать отходы в меньшем количестве и более высокой концентрации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Денщиков М.Т. Отходы пищевой промышленности и их использование.-М.: Пищепромиздат, 1963-615с.
2. Образование и пути использования вторичных материальных ресурсов сахарной промышленности СССР. – М.: АгроНИИТЭИПП. Серия 23.Сахарная промышленность. Выпуск 3. 1988г.
3. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. – М.: Колос, 1998.-495с.
4. Силин П.М. Технология сахара.-М: Пищевая промышленность.1967.-625с.
5. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Н.Н.Трегубов, Е.Я.Жарова, А.И. Жушман, Е.К. Сидорова;/ под ред. Н.Н.Трегубова.-М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.-472с.
6. Утилизация вторичных сырьевых ресурсов картофелекрахмального производства.- М.:ЦНИИТЭИПищепром. Серия 19. Крахмало-паточная промышленность. Выпуск 3. 1985г.
7. Журналы «Сахар», 2000 – 2009гг.