

# ТОВАРОВЕДЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ

КРАХМАЛ, САХАР,  
КОНДИТЕРСКИЕ, ВКУСОВЫЕ,  
МОЛОЧНЫЕ ТОВАРЫ, ЖИРЫ

Г. Л. ДИККЕР, Л. Н. ДРУЖИНИНА, А. А. ИСКЕНДЕРОВ,  
Т. К. КЛЮЕВА, И. С. ЛОГОТКИН, М. Е. МЕЛЬМАН,  
И. А. МИСНИК, В. А. РУШ

# КРАХМАЛ, САХАР, МЕД, КОНДИТЕРСКИЕ, ВКУСОВЫЕ ТОВАРЫ, ЖИРЫ, МОЛОКО И МОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ

Под редакцией доц. А. Н. РУКОСУЕВА

*Рекомендовано Управлением учебных заведений  
Министерства торговли РСФСР в качестве учебника  
для товароведных факультетов экономических  
высших учебных заведений*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО ТОРГОВОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
Москва 1961

Данный учебник является второй книгой курса товароведения продовольственных товаров для заочных институтов советской торговли.

**В рецензировании учебника принимали участие:**

по разделу «Крахмал, сахар, мед и кондитерские товары» — проф. Б. В. Кафка, доц. Г. И. Фертман, доц. М. И. Соболева;

по разделу «Вкусовые товары» — доц. Г. И. Фертман, канд. техн. наук Р. С. Будницкая, канд. техн. наук Е. Н. Волков, инж. И. И. Арефьев, А. Ф. Харитонов, Е. С. Гуревич-Гурьев, М. М. Кузьминский;

по разделу «Пищевые жиры, молоко и молочные товары» — проф. Г. С. Инихов, доц. Б. И. Хомутов, доц. З. Н. Бородина.

# РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

## КРАХМАЛ, САХАР, МЕД И КОНДИТЕРСКИЕ ТОВАРЫ

---

### ГЛАВА ПЕРВАЯ

#### КРАХМАЛ И КРАХМАЛОПРОДУКТЫ

Крахмал, как резервный углевод, является одним из самых распространенных веществ в растительном мире. Он содержится во многих растениях, однако промышленное значение имеют только те из них, из которых крахмал можно извлечь в больших количествах.

Много крахмала (60—70%) накапливается в зернах злаков (пшеница, кукуруза, рис), клубнях картофеля (18—24%), сердцевине стволов некоторых пальм. Из указанных растений выделяют крахмал в чистом виде.

В России крахмал начали добывать из пшеницы. Производство крахмала из картофеля возникло в конце XVIII в., а из кукурузы — в первой половине XIX в.

Производство патоки из крахмала является сравнительно молодой отраслью промышленности. Паточная промышленность своим созданием обязана адъюнкту Российской академии наук К. С. Кирхгофу, который в 1811 г. сделал сообщение об открытии им реакции превращения крахмала в глюкозу при помощи серной кислоты. Этот метод лег в основу промышленного производства патоки из крахмала.

Первый крахмало-паточный завод в России был построен в 1812 г. в Ярославской губернии.

В 1836 г. был построен Волжский паточный завод (ныне Ярославский кукурузно-паточный комбинат), в то время крупнейший в мире.

В дореволюционной России многие крахмало-паточные заводы были слабо оборудованы и, в основном, вырабатывали крахмал из картофеля.

Только в 1909—1914 гг. было освоено производство крахмала из кукурузы и введено в эксплуатацию несколько мелких заводов.

После Великой Октябрьской социалистической революции наряду с восстановлением крахмало-паточных заводов были

построены новые заводы, а также реконструированы и укрупнены старые предприятия.

В первой пятилетке на Северном Кавказе был построен Беслановский комбинат — самый крупный в Европе по объему производства крахмалопродуктов из кукурузы. Уже в 1932 г. крахмалопродукты, вырабатываемые из кукурузы, составили 20,6% от всего количества этих продуктов, производимых в СССР.

Накануне Великой Отечественной войны (1941 г.) Советский Союз по выпуску крахмалопродуктов занял первое место в Европе.

В послевоенные годы была проведена большая работа по восстановлению разрушенных предприятий и созданию мощной крахмало-паточной промышленности. В результате проведенных мероприятий значительно увеличился выпуск продукции.

В 1913 г. выработка крахмалопродуктов составляла 145 тыс. т, в 1940 г. — 247, в 1950 г. — 242, а в 1958 г. — 260 тыс. т. Таким образом, по сравнению с дореволюционным периодом выработка крахмалопродуктов увеличилась в 1,8 раза.

Чтобы обеспечить растущий спрос населения и промышленности страны на крахмалопродукты, ЦК КПСС и Совет Министров СССР в своем постановлении от 27 января 1960 г. «О мерах по увеличению производства и улучшению качества пищевых продуктов из картофеля, кукурузы, овощей, фруктов и винограда и по расширению торговли этими продуктами» предусмотрели дальнейшее значительное развертывание производства крахмалопродуктов и увеличение мощности крахмальной промышленности.

В 1965 г. намечается выработать крахмальной патоки 553 тыс. т, сухого крахмала 317 тыс. т, глюкозы 34 тыс. т, саго 15 тыс. т и столовых сиропов 9 тыс. т.

В постановлении предусматривается резкое увеличение производства крахмалопродуктов уже в 1960 г.; в этом году будет произведено 265,6 тыс. т крахмальной патоки, 154 тыс. т сухого крахмала, 6,1 тыс. т глюкозы, 1200 т саго и 500 т столовых сиропов.

В 1959—1965 гг. будут построены крупные крахмало-паточные комбинаты на Украине (Верхне-Днепровский и Вознесенский) и в Молдавии. Будут проведены значительные работы по освоению новых видов оборудования, механизации трудоемких процессов и переводу многих крахмало-паточных заводов на передовые технологические схемы производства. Устаревшее оборудование будет заменено новым, в частности скоростные сепараторы заменят желоба, специальные сепараторы-сгустители — глютеневые отстойники и т. д.; найдут применение также ротационные ситовые агрегаты, скоростные терки, пневматиче-

ские сушилки, непрерывные осахариватели. В производство патоки внедряются ферментативные препараты.

Увеличение производства крахмалопродуктов даст возможность в ближайшие годы полностью удовлетворить потребность в этих продуктах.

Крахмал вырабатывают почти во всех странах мира, но основными странами, его производящими, являются СССР, Венгрия, Румыния, Чехословакия, Польша, Голландия, США и др.

Из стран народной демократии крахмало-паточная промышленность получила значительное развитие в Чехословакии и Польше. Главным видом сырья для производства крахмалопродуктов в Чехословакии является картофель. Но наряду с ним используются также кукуруза и пшеница. В Польше для производства крахмала в основном используется картофель.

\* \* \*

Крахмало-паточная промышленность вырабатывает из крахмала весьма широкий и разнообразный ассортимент продуктов.

Крахмало-паточные продукты подразделяются на две основные группы:

продукты из натурального крахмала — крахмал картофельный, кукурузный, рисовый и пшеничный, а также саго искусственное (картофельное или кукурузное);

продукты из химически измененного крахмала — патока крахмальная, мальтозная, ферментативная и сухая; мальц-экстракт; глюкоза техническая, пищевая и кристаллическая; декстрин и крахмал модифицированный (картофельный или кукурузный).

Крахмалопродукты используют как для пищевых, так и для технических целей.

Картофельный крахмал применяют при приготовлении подливок, киселей, мороженого, разных кулинарных изделий, а также в колбасном производстве. Широкое применение находит кукурузный крахмал, который используют при изготовлении мучных кондитерских изделий и как формовочный материал. Рисовый крахмал применяют для изготовления пудры и для крахмаления белья.

Крахмал также применяется в текстильной, картонажной, спичечной, табачной и многих других отраслях промышленности.

Саго используется в кулинарии для изготовления начинок, гарниров и т. п.

Патока, являющаяся антикристаллизатором, широко применяется в кондитерской промышленности для изготовления

карамели, ириса и др. Патока также используется при изготовлении пряников, мармелада, пастилы, варенья, консервов и при производстве безалкогольных напитков. Мальтозную патоку иногда добавляют в хлебобулочные изделия.

Кристаллическая глюкоза применяется при изготовлении мороженого, сгущенного молока, фруктовых консервов, а также применяется для синтеза органических соединений (аскорбиновой кислоты, сорбитола и др.). Кристаллическая глюкоза является также диетическим продуктом. Она очень легко усваивается организмом, а поэтому широко применяется в медицине.

Модифицированный крахмал и декстрин, которые обладают лучшими клеящими свойствами, чем обычный крахмал, используются в качестве клеящих средств в текстильной, бумажной, полиграфической, картонажной промышленности, а также в литейном деле. Модифицированный крахмал также находит разное применение и в пищевой промышленности.

Техническая глюкоза и патока находят применение в кожевенно-обувной промышленности и при производстве искусственного волокна.

В СССР, Польше и особенно в Чехословакии очень широко используются крахмалопродукты для приготовления различных изделий. Из крахмала готовят специальные сорта печенья, картофельные кнелики, ванильный крем, пудинговые порошки.

В 1959—1965 гг. намечается организовать производство из крахмала новых ценных видов продукции, в том числе несколько видов растворимого крахмала и декстрина, столового сиропа, пудинговых порошков и других товаров.

## КРАХМАЛ

### Основные свойства крахмала

Крахмал  $(C_6H_{10}O_5)_n$  является конечным продуктом синтеза углеводов.

Под действием амилолитических ферментов крахмал превращается в мальтозу, а при кислотном гидролизе — в глюкозу. И в первом и во втором случаях имеет место образование промежуточных продуктов гидролиза — декстринов. На этом свойстве крахмала основано получение из него патоки и глюкозы.

Крахмал не является однородным веществом, существуют два основных полисахарида крахмала — амилоза и амилопектин. Соотношение амилозы и амилопектина в крахмале различных видов неодинаково и зависит от сорта растений, степени зрелости зерна или клубней. Обычно амилозы в крахмале содержатся 17—24%, а амилопектина — 76—83%. Исключение составляют восковидная кукуруза и глютинозный рис, у которых крахмал состоит почти из одного амилопектина.

Молекулы крахмала могут иметь различное строение: линейное и ветвистое. Цепи глюкозных остатков, образующих молекулу амилозы, очень длинны и не разветвлены, у амилопектина они имеют ветвистое строение (рис. 1)

Амилоза — это соединение, в котором остатки  $\alpha$ -глюкопиранозы соединены друг с другом гликозидными связями между 1-м и 4-м углеродными атомами. В связи с указанным, ее молекулы

представляют собой длинные неразветвленные цепи, схематическое строение которых изображено ниже.

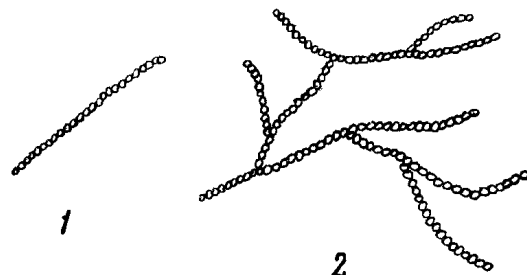
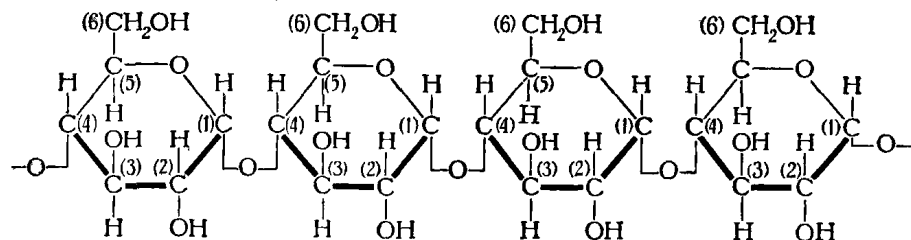
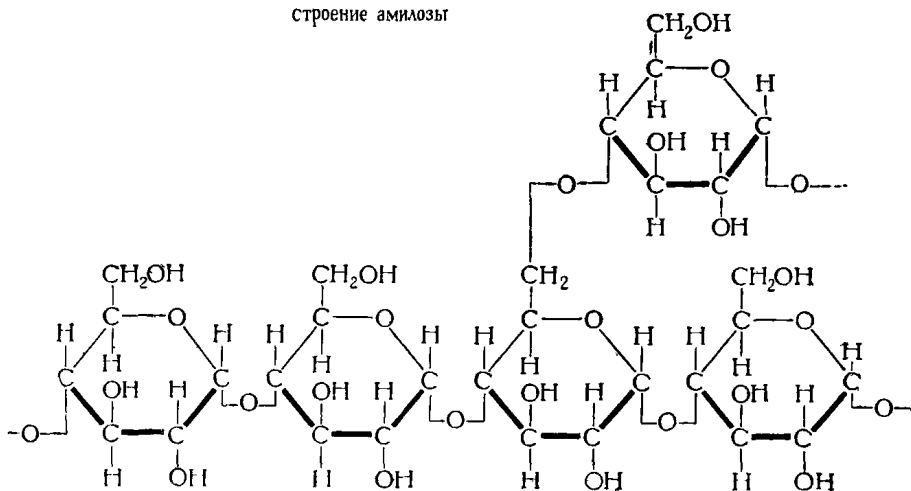


Рис. 1. Строение молекулы

1 — амилозы 2 — амилопектина



строение амилозы



строение амилопектина

Молекулы амилозы содержат в среднем от 200 до 1000 остатков глюкозы, в связи с чем молекулярный вес амилозы колеблется в пределах от 32 000 до 160 000.

Амилоза растворяется в теплой воде, йодом окрашивается в синий цвет и содержит ничтожное количество эфирно-образносвязанного фосфора (до 0,03%).

В молекуле амилопектина (см. выше) остатки глюкозы соединены друг с другом не только между 1-м и 4-м углеродным атомами, но также между 1-м и 6-м, поэтому каждая молекула амилопектина представляет собой разветвленную цепь.

Молекула амилопектина в силу своего строения содержит от 600 до 6000 остатков глюкозы, ее молекулярный вес колеблется в пределах от 100 000 до 1 000 000.

В противоположность амилозе амилопектин растворяется в воде лишь при нагревании под давлением, йодом окрашивается в фиолетовый цвет и содержит около 0,2% фосфора, который связан значительно более прочно, чем в молекуле амилозы.

В настоящее время считают, что свойства крахмала или любой его фракции главным образом зависят от длины основной крахмальной цепи и ее разветвлений. Помимо полисахаридов, составляющих главную массу крахмалов (97,3—98,98% сухого веса), последние содержат также небольшое количество примесей (белковые вещества 0,28—1,5%, клетчатку 0,2—0,69%, зольные вещества 0,30—0,62%, в том числе фосфорную и кремневые кислоты). В препаратах крахмала, выделенного из зерна злаков, найдено также небольшое количество высших жирных кислот — пальмитиновой, стеариновой и других (0,04—0,83%) и  $\beta$ -глицерино-фосфорной кислоты.

**Строение крахмальных зерен.** При исследовании зерен крахмала в поляризационном микроскопе установлено, что они обладают типичным двойным лучепреломлением. В поляризованном свете под микроскопом они выглядят как несколько искаженные сферокристаллы, т. е. обладают кристаллической структурой.

Изучение микроструктуры крахмала показало, что крахмальные зерна, как правило, построены неоднородно: структура поверхности крахмальных зерен иная, чем структура внутренних частей. Амилоза имеет кристаллическое строение и образует внутреннюю часть крахмального зерна, а амилопектин является аморфным веществом и образует наружную часть зерна. Кристаллические свойства крахмала обуславливаются кристаллической структурой амилозы.

Обнаружено два основных типа кристаллов, которые в литературе обозначаются следующим образом: тип А — зернового крахмала и тип В — крахмала из клубней.

**Размер крахмальных зерен.** Размер крахмальных зерен определяется длиной наибольшей их оси в микронах. Крахмал разных видов различается по величине зерна, но и у одного

вида крахмала могут быть также зерна крупные и мелкие. Для определения размеров крахмального зерна обычно отмечают размеры наиболее крупных и наиболее мелких зерен и результат выражают как пределы колебаний величин, указывая также преобладающие размеры.

Размеры зерен картофельного крахмала относительно крупные: от 15 до 100  $\mu$ . Зерна крахмала пшеницы, как и ржи и ячменя, бывают крупные (от 20 до 35  $\mu$ ) и мелкие (от 2 до 10  $\mu$ ). Размер зерен кукурузного крахмала бывает от 5 до 25  $\mu$ . Из всех видов вырабатываемого крахмала наиболее мелкие зерна у рисового крахмала — от 3 до 8  $\mu$ .

Исследованиями установлено, что содержание фосфора в мелких крахмальных зернах больше, чем в крупных, а температура клейстеризации и максимальная вязкость клейстеров любого типа крахмала падают по мере уменьшения размера зерен.

**Форма крахмальных зерен.** Форма зерен крахмала разных видов также неодинакова. Крахмалы, образуемые в условиях постоянной повышенной влажности и при отсутствии кремнистых клейких веществ (например, зерна картофельного крахмала), получают более крупными, однородными и более хрупкими. Крупные зерна картофельного крахмала под микроскопом имеют овальную форму и вследствие резко выраженной концентрической слоистости по внешнему виду напоминают устричные раковины (рис. 2). Зерна пшеничного крахмала плоские эллиптические или круглые без бороздок. Зерна крахмала кукурузы мучнистых сортов округлой формы, а кукурузы кремнистых сортов — многоугольной формы. Форма зерен рисового крахмала многогранная, они часто бывают собраны в кисти или образуют сложные зерна, состоящие из многочисленных мелких зерен.

Разнообразие форм и величин зерен позволяет распознать происхождение крахмала и определить примесь одного вида крахмала к другому.

Рассматривая сухой крахмал под микроскопом, можно отчасти установить степень его очистки. В плохо очищенном крахмале заметны остатки клетчатки и белковых веществ.

**Набухание и клейстеризация крахмала.** В естественном состоянии крахмал нерастворим в холодной воде, но способен адсорбировать от 25 до 30% воды и при этом заметно не набухает.

В теплой воде зерна крахмала набухают.

По данным некоторых исследователей кукурузный крахмал при 60° поглощает до 300% воды, при 70° — около 1000%, а при максимальном набухании — до 2500% воды к своему исходному весу.

Клейстеризация крахмала, т. е. превращение его в вязкий коллоидный раствор, характеризуется вначале набуханием крахмальных зерен, а затем их разрывом и диспергированием. Степень разрыва и степень дисперсии зерен сильно колеблется и

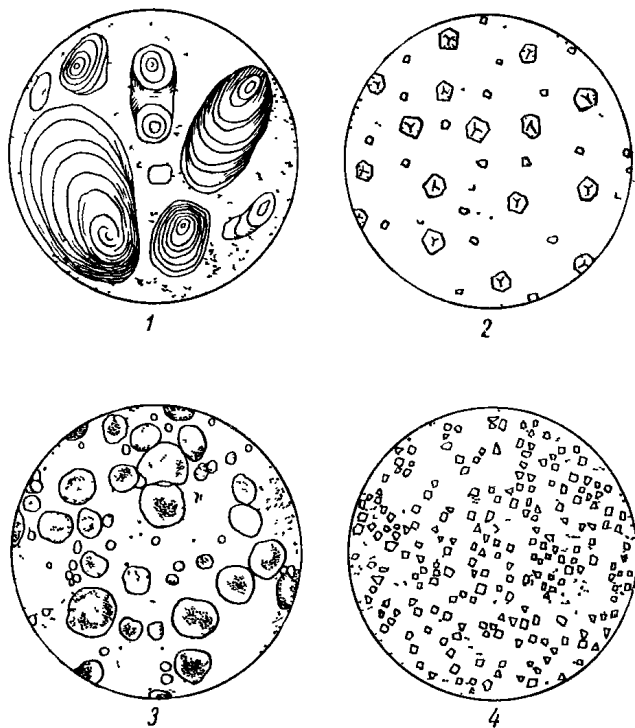


Рис. 2. Зерна крахмала под микроскопом

1 — картофельного, 2 — маисового, 3 — пшеничного, 4 — рисового

почти всегда разнородна, т. е. обладает заметной гетерогенностью.

Процесс клейстеризации, как предполагают, заключается в разрыве водородных связей, соединяющих структурные элементы крахмальных зерен. Температура, при которой крахмальный клейстер приобретает наибольшую вязкость, называется температурой клейстеризации.

Каждый вид крахмала имеет свою температуру клейстеризации: зоны клейстеризации картофельного крахмала лежат в пределах  $59-64^{\circ}$ , кукурузного — около  $80^{\circ}$  и рисового —  $65-73^{\circ}$ .

Способность крахмала клейстеризоваться и приобретать при этом определенную вязкость имеет очень важное значение для использования отдельных крахмалопродуктов

Увеличение вязкости при клейстеризации происходит за счет набухания амилопектина. Предполагают, что оклейстеризованная масса крахмала представляет собой образовавшуюся из разветвленных цепочек молекул амилопектина сетку, ячейки которой заполнены раствором амилозы.

Так как студни образуются только в тех случаях, когда молекулы имеют неразветвленное цепочное (линейное) строение, то свойства и образование крахмальных студней будут зависеть главным образом от амилозной фракции крахмала. Свойства крахмальных студней также зависят от вида крахмала, его концентрации, продолжительности хранения студня и других факторов.

С раствором йода крахмальный клейстер дает интенсивное синее окрашивание, исчезающее при кипячении и вновь появляющееся при охлаждении.

### Картофельный крахмал

Для производства крахмала используют клубни картофеля наиболее крахмалистых сортов.

По хозяйственному назначению сорта картофеля подразделяются на столовые, технические, кормовые и универсальные.

Для производства крахмала используют преимущественно технические, так называемые заводские сорта картофеля. Эти сорта картофеля должны отличаться от остальных повышенным содержанием крахмала (от 18 до 25%), крупностью крахмального зерна, а также легкой перетираемостью на терках и малой скоростью потемнения свежего среза. Желательно, чтобы этот картофель содержал небольшое количество белковых веществ, сахара и клетчатки, поскольку эти вещества при производстве крахмала являются отходами и удаляются с мезгой и сточными водами.

Технический картофель должен быть высокоурожайным, обладать устойчивостью к различным болезням и хорошо сохраняться длительное время.

У нас выращиваются такие технические сорта картофеля: Вольтман, Вольтман 1117, Герой, Заводской, Корневский, Крахмалистый, Меркер, Остботе, Приска, Свитезь, Силезия, Советский и Червоноспиртовый.

Для производства крахмала можно использовать и универсальные сорта картофеля, которые также обладают достаточно высоким содержанием крахмала.

К универсальным сортам картофеля с повышенной крахмалистостью следует отнести Корнеа, Курьер, Лорх, Народный, Октябренок и Парнассия.

Картофельный крахмал вырабатывают сырой (фугованный) и сухой. Сырой крахмал (полуфабрикат) вырабатывают на картофелетерочных предприятиях, в крахмальных цехах овощесушильных заводов и плодокомбинатах, а также в колхозах и совхозах.

В зависимости от типа технологического оборудования, которым располагает производство, крахмал можно вырабатывать по различным технологическим схемам.

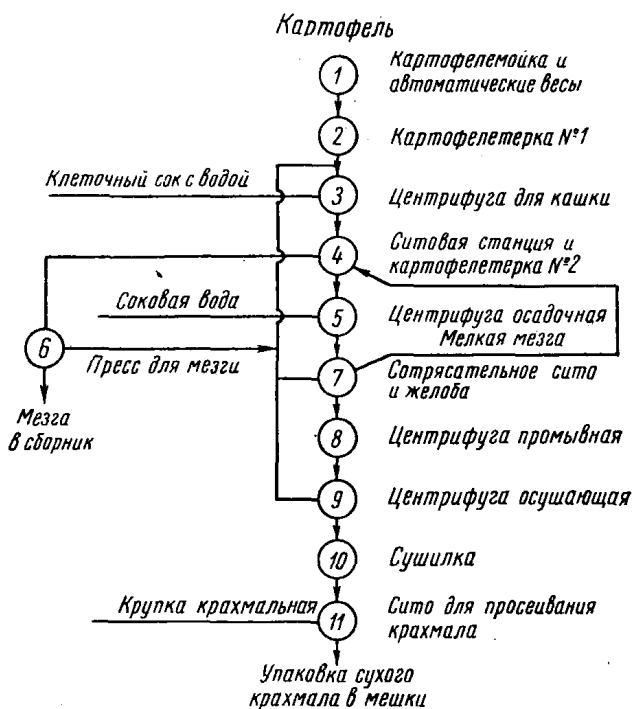


Рис. 3. Новая технологическая схема производства сухого картофельного крахмала

Наряду с обычной технологической схемой производства крахмала в настоящее время широко внедряется новая технологическая схема производства сухого картофельного крахмала. В производстве крахмала по этой схеме используется технологическое оборудование более совершенных типов. В производство крахмала также широко внедряются высокопроизводительные картофелеперерабатывающие агрегаты марок АПЧ-25 и ПКА-10.

Новая технологическая схема производства сухого картофельного крахмала приведена на рис. 3. По этой схеме картофель подается на переработку при помощи воды, т. е. гидравлическими транспортерами. Эти транспортеры представляют со-

бой кирпичные, бетонные или деревянные желоба с уклоном к заводу.

Гидравлические транспортеры не только доставляют картофель на завод, но и частично отмывают его от грязи, а также при помощи камне- и соломоловушки освобождают его от посторонних примесей (песка, камней, соломы).

**Мойка картофеля.** Клубни картофеля перед измельчением должны быть хорошо очищены от грязи и освобождены от всех посторонних примесей. Тщательная мойка обеспечивает бесперебойную работу картофелегерки. Вследствие удаления грязи и песка увеличивается выход крахмала высших сортов.

На крупных заводах для мойки картофеля применяют комбинированные картофелемойки, состоящие из камер с подводными и надводными билами.

Чистый картофель взвешивают на автоматических весах и через бункер равномерно подают в первую картофелетерку посредством винтового шнека или ленточного транспортера.

**Измельчение картофеля.** Крахмал вместе с другими веществами находится в клетках клубней картофеля. Чтобы извлечь его оттуда, необходимо разорвать (вскрыть) клеточные оболочки и освободить крахмальные зерна. Для освобождения крахмала картофель измельчают на картофелетерках. Чем тоньше измельчен картофель, тем выше степень извлечения крахмала из кашки.

Картофелетерка представляет собой стальной барабан, заключенный в кожух. Поверхность барабана состоит из большого числа установленных на ребро мелких острых пилок, которые отделены одна от другой стальными планками. Кожух терки плотно охватывает барабан. Поступающий сверху через загрузочную воронку картофель падает на быстро вращающийся барабан (1450 оборотов в минуту), пыльная поверхность которого тонко его измельчает и в виде кашки подает на центрифугу.

Новые скоростные непрерывно действующие терки отличаются большим диаметром барабана при малой его ширине. В таких терках с большой скоростью на горизонтальной оси вращается барабан, что способствует значительному повышению степени измельчения картофеля. Но даже скоростные терки при первичной перетирке картофеля не обеспечивают достаточного его измельчения, поэтому мезгу измельчают повторно.

**Выделение клеточного сока из кашки.** Картофельная кашка представляет собой механическую смесь, которая содержит наряду с зернами крахмала клетчатку и растворенные в клеточном соке сахара, азотистые, минеральные и другие вещества.

В клеточном соке содержится аминокислота тирозин, при окислении ее кислородом воздуха образуются меланины, кото-

рые окрашивают клеточный сок и поглощаются крахмальными зернами, что вызывает потемнение готового крахмала.

При производстве крахмала по устаревшим технологическим схемам переработка кашки проводится без предварительного сокоудаления, что затрудняет осаждение и очистку крахмала.

При производстве крахмала по новым технологическим схемам измельченный картофель — кашку разбавляют водой и жидким крахмальным молоком, получаемым на ситовой станции, фильтратом с осушающей центрифуги или отпрессованной от мезги водой и перекачивают в кашковую центрифугу для отделения клеточного сока.

**Выделение крахмала из картофельной кашки.** Крахмал удается отделить от остальной массы кашки потому, что он нерастворим в воде, обладает высоким удельным весом (удельный вес абсолютно сухого картофельного крахмала — 1,65, а содержащего 48% влаги — 1,2) и небольшим размером зерен — от 6 до 100  $\mu$  в поперечнике.

Чтобы отделить крахмал от прочих составных частей картофельной кашки, применяют специальные сита. Эта операция заключается в том, что картофельная кашка захватывается щетками, которые ее протирают над ситовой поверхностью при непрерывном перемешивании и обильном орошении водой. Вода, протекая через сито, уносит крахмальные зерна и все растворимые вещества картофеля, а более крупные волокнистые части (клетчатка и другие вещества) остаются на сите и поступают в прессы в виде мезги. На этих прессах окончательный отход крахмального производства — мезгу — прессуют, или, точнее, отжимают.

По новой схеме производства для вымывания крахмала из кашки используют не одно, а ряд сит, составляющих вместе со второй картофелетеркой (перетиром) и насосами так называемую ситовую станцию.

Наиболее совершенной считается ситовая станция системы Барабанова, которая состоит из четырех полуцилиндрических сит, расположенных по ярусам одно над другим.

Измельченная кашка поступает на сито с самого нижнего яруса, где она промывается, передвигаясь щетками из одного конца сита в другой. После прохождения через второе сито кашка поступает в перетир, а затем насосом на третий и на четвертый (верхний) ярус. Для лучшего выделения тонкой измельченной мезги молочко повторно пропускают через густое сотрясательное сито.

На ситовой станции наиболее полно вымывается крахмал и получается крахмальное молочко с плотностью 14—15° Брикса<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> То есть 14,49—15,84 сухого вещества в 100 мл крахмального молочка.

**Выделение крахмала из крахмального молочка.** Прошедшая через ситовую станцию соковая вода вместе с крахмалом носит название крахмального молочка. Оно содержит, кроме крахмала, некоторое количество мелкой мезги (частицы клеточных стенок), а также свернувшийся белок и растворимые вещества. Дальнейшая задача производства состоит в механическом разделении крахмальных суспензий на крахмал и соковую воду. Эта операция осуществляется на непрерывно действующих осадочных центрифугах и сотрясательных ситах. Под действием центробежной силы крахмальные зерна вследствие своего высокого удельного веса отбрасываются к стенке центрифуги, а соковая вода, имеющая более низкий удельный вес, образует внутренний слой, который располагается ближе к центральной оси центрифуги. Образующийся на стенках центрифуги слой крахмала непрерывно подвигается шнеком и выводится из аппарата на сотрясательное сито.

Крахмал, выделенный из молочка на центрифугах, нуждается в окончательной очистке, так как в нем содержатся еще хлопья белка, частицы мелкой мезги и остаток клеточного сока. Чтобы удалить примеси и соковую воду, крахмал рафинируют на сотрясательных ситах и промывают на центрифугах.

Вместо осадочных центрифуг в настоящее время начинают применяться гидроциклоны, в которых очень эффективно происходит разделение молочка на составляющие его фракции.

**Промывание крахмала.** Осевший крахмал удерживает около 50% соковой воды. Чтобы избежать порчи крахмала, необходимо освободиться от остатков соковой воды промывкой крахмала.

На предприятиях, работающих по старой технологической схеме, промывание крахмала осуществляется в размывных чанах с мешальными механизмами. Крахмал промывают два, а иногда для повышения качества и три раза.

На предприятиях, работающих по новой технологической схеме, для промывания крахмала используют центрифуги. Промывание крахмала ведут до тех пор, пока вся соковая вода не будет заменена чистой водой и крахмал не освободится от посторонних примесей.

На этом заканчивается процесс получения полуфабриката, который носит название сырого крахмала.

Сырой крахмал используется для дальнейшей переработки на патоку, саго, глюкозу, сухой крахмал и другие крахмалопродукты.

По стандарту сырой картофельный крахмал делится на три сорта: 1-й, 2-й и 3-й. Крахмал первых двух сортов должен иметь однородный белый цвет, без прожилок, пятен, темных вкраплений и свойственный ему запах. Для крахмала 3-го сорта

допускается слабый кисловатый запах. Влажность крахмала всех сортов не должна превышать 52%.

На предприятиях, работающих по обычной схеме, выход сырого крахмала 1-го сорта равен 80%, 2-го — 15% и 3-го — 5%. На предприятиях, работающих по новой схеме, выход сырого крахмала составляет соответственно 87, 10 и 3%.

Общий выход сырого крахмала всех сортов с влажностью 50% колеблется от 26 до 32%, в зависимости от крахмалистости картофеля.

Сырой крахмал хранят в специальных охлаждаемых складах, но лучше всего он сохраняется в замороженном состоянии. При длительном хранении в крахмале нарастает кислотность, изменяется цвет, крахмалопродукты получают невысокого качества. Для предупреждения закисания сырого крахмала при загрузке в резервуары его смешивают с небольшим количеством сернистой кислоты.

Для получения сухого крахмала крахмальное молочко (см. стр. 14—15) механическим способом обезвоживают на осушающей центрифуге.

При обезвоживании (фуговке) к стенкам барабана центрифуги (рис. 4) в первую очередь отбрасываются зерна крахмала, а взвешенные частицы, загрязняющие его (грязь, слизистая масса, мельчайшие волокна), отлагаются на верхнем слое. Грязный верхний слой крахмала снимают скребком (после остановки центрифуги) или механической лопатой на ходу. Таким образом в процессе центрифугирования крахмал очищают от загрязнений, что повышает качество сухого крахмала.

В новой схеме предусматривается хорошая очистка сырого крахмала до его обезвоживания на осушающих центрифугах. В результате этого исключается необходимость удаления верхнего слоя крахмала и создается возможность полной автоматизации процесса фуговки.

**Сушка.** Влажность крахмала, полученного с центрифуги, 38—40%, поэтому его высушивают до влажности 20%. Крахмал фугованный сушат не только на крахмальных заводах, имеющих сушильные цехи, но и в специальных крахмалосушильных предприятиях, куда доставляют сырой картофельный крахмал.

Для сушки крахмала применяют непрерывно действующую металлическую барабанную сушилку системы Грачева (рис. 5), карусельную сушилку, полóтенные многоярусные ленточные сушилки, сушилки карусельные бесполóтенные и вакуум-сушилки периодического действия.

Во всех этих аппаратах крахмал высушивают нагретым теплым воздухом.