

## СОВРЕМЕННЫЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КРАХМАЛОВ

*Литвяк В.В., Москва В.В. (НПЦ НАН Беларуси по продовольствию)*

*В настоящее время сотрудниками Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию разрабатываются современные высокоэффективные технологии получения физически модифицированных крахмалов, путем облучения и экструзии. Полученные модифицированные крахмалосодержащие продукты обладают хорошими органолептическими и микробиологическими показателями и могут найти широкое применение в пищевой и других отраслях промышленности.*

В Республике Беларусь большое внимание уделяется вопросам развития крахмалопаточной отрасли, разработке эффективных способов получения крахмалов, возможности широкого их применения, созданию современных методов исследования крахмалов, а также изучению свойств крахмала и крахмалосодержащего сырья [1–5].

Высокий темп инноваций, наблюдаемый в последнее время в крахмалопаточной отрасли, прежде всего, связан с разработкой различных технологий модификации нативного крахмала, т.е. целенаправленного физико-химического воздействия, позволяющего управлять его практически ценными свойствами, что крайне важно для пищевой и других отраслей промышленности.

Модифицированные крахмалы – крахмалы с измененными (улучшенными) физико-химическими свойствами под влиянием физического, химического, биологического или смешанного фактора.

Модификация крахмала позволяет управлять его практически ценными свойствами, например, гидрофильностью, параметрами клейстеризации и студнеобразования, реологическими характеристиками студней и т.д.

Для разработки современных высокоэффективных технологий модифицированных крахмалов весьма успешно применяют разнообразные физические факторы воздействия: температуру, влажность, давление, механовоздействие, различные виды излучения и т.д. [1–5].

Достоинствами физических методов модификации крахмалов является их высокая эффективность, экономичность и сравнительная простота реализации технологического процесса.

Цель – разработка высокоэффективных технологий получения физически модифицированных крахмалов.

### ***Общая характеристика методов физической модификации крахмалов***

#### ***Облученные крахмалы.***

***Механизм облучения.*** Под действием радиации (например,  $\gamma$ -облучение) происходит разрыв глюкозидных связей и изменение глюкозных остатков в цепях полисахаридов с дегидротацией и окислением спиртовых групп. Облучение образует слабые точки в молекулярных цепях, что облегчает разрыв цепи на этих участках при последующем нагревании крахмала или его кислотной обработке [1, 3].

***Получение.*** При облучении картофельного крахмала  $\gamma$ -лучами (излучение  $^{60}\text{Co}$ ) с поглощенной дозой излучения от 20 до 50 Мрад получают продукты, обладающие повышенной растворимостью, кислотностью и низкой вязкостью. По свойствам они близки к декстринам [1, 3].

При облучении картофельного крахмала электронами с высокой энергией дозами до 10 Мрад получают продукт, сохраняющий зернистую структуру, двойное лучепреломление,

но образующий клейстеры пониженной вязкости и обладающий меньшей способностью связывать йод [1, 3].

*Свойства.* Облучение крахмалов снижает вязкость их клейстеров и повышает студнеобразующую способность. Деполимеризация крахмала при облучении приводит к такой структурной модификации молекул, которая снижает ферментативную атакуемость крахмала. Это особенно проявляется при использовании высокой дозы излучения [1, 3].

#### Предварительно клейстеризованные (набухающие) крахмалы.

*Получение.* Процесс приготовления набухающих крахмалопродуктов обычно включает следующие операции: подготовку сырья с увлажнением его, а иногда и с обработкой химическими реагентами; клейстеризацию крахмала; образование тонкой плёнки клейстера; высушивание клейстера; измельчение полученных плёнок и просеивание порошкообразного продукта. Сушку клейстера производят тонким слоем с использованием специального оборудования. Широкое распространение получили набухающие крахмалы, приготовляемые путём предварительной клейстеризации 35–45% водной суспензии крахмала и последующего высушивания клейстера в тонком слое на паровых барабанных вальцовых сушилках при температуре 120–180°C [1–5].

*Свойства и применение в пищевой промышленности.* Общей особенностью не химически модифицированных крахмалов является их способность набухать в холодной воде, в основе которой лежат физические превращения не вызывающие существенной деструкции крахмальной молекулы. Данную способность используют в технологии различных десертов, желей, мармелада, сдобного теста, содержащего ягоды, которые при отсутствии стабилизатора оседают на дно до начала выпечки [1–5].

Набухающие крахмалы используют для приготовления загущенных продуктов питания, когда нежелательна варка или необходимо их быстрое приготовление. Набухающие крахмалы применяются в качестве компонента пудингов быстрого приготовления. Их используют для выпуска сухих смесей кексов. Здесь набухающие крахмалы (особенно модифицированный амилопектиновый крахмал) повышают адсорбцию влаги и способствуют удержанию воздуха. Набухающие крахмалы с повышенным содержанием белка используют в производстве сбивных кондитерских изделий.

Данные крахмалы применяют для загущения начинки пирогов. Для получения хорошей прозрачности и эластичности, а также стабильной вязкости наполнителей пирогов предпочтение отдаётся набухающему амилопектиновому крахмалу. Применение таких крахмалопродуктов снижает потерю летучих веществ, облегчает труд работников пекарен.

Набухающий крахмал применяют в качестве связующего средства и стабилизатора влажности в производстве мясных полуфабрикатов. В суповых смесях они предохраняют жир от окислительного прогоркания [1–5].

*Применение в других отраслях промышленности.* Набухающие крахмалы используют также для различных технических целей [1–5]:

- в производстве бумаги, клеев, керамических изделий, красок, эмульсий;
- в качестве компонента песко-бентонитовых смесей литейного производства;
- для стабилизации глинистых суспензий при бурении скважин;
- для ускорения осветления воды;
- для брикетирования древесного или каменного угля;
- для агломерации руд с низким содержанием железа и других металлов;
- для подкрамаливания белья в быту и в прачечных.

#### Экструзионные крахмалы.

*Получение.* Для экструзионной обработки крахмалов применяют различные экструдеры. Наиболее распространёнными являются одношнековые и двухшнековые экструдеры. Получение модифицированного крахмала предусматривает следующие последовательно осуществляемые операции: подготовку крахмала к экструзии, загрузку, термомеханическое воздействие на крахмал методом низкотемпературной экструзии,

приемку, измельчение, просеивание, магнитную очистку и упаковку [1–5].

*Применение в пищевой промышленности.* Путём экструзионной обработки осуществляется капсулирование ароматических масел, горчицы, лука, хрена, перца, чеснока, цитрусовых и других вкусовых добавок в матрице из крахмала. При экструзионной обработке эти вещества оказываются включёнными в матрицу, стенки которой представляют собой высушенный крахмальный клейстер, хорошо защищающий от контактов с воздухом и исключаяющий потери при хранении. Добавка амилопектинового крахмала в исходную смесь в количестве 30–35% существенно повышает качество изделий [1–5].

Экструзионная обработка смеси крахмалсодержащего сырья и карбамида позволяет получить концентрат для кормления животных с повышенным содержанием азотистых веществ [1–5].

*Применение в других отраслях промышленности.* Экструзионные крахмалопродукты широко применяют для технических целей [1–5]:

- в качестве стабилизаторов глинистых суспензий, используемых при бурении скважин;
- стабилизаторов влаги в составе песко-бентонитовой формовочной смеси, используемой в литейном производстве.

#### ***Разработка отечественных технологий физически модифицированных крахмалов*** ***Технология облученных крахмалов.***

*Получение.* Сотрудниками Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию разработана современная высокоэффективная технология получения. Нативный крахмал с естественной влажностью, облучают электронным пучком на линейном ускорителе электронов УЭЛВ-10-10 (НПО «Торий», Москва). Энергия пучка ускоренных электронов составляет 6–7 МэВ, а величины доз облучения – 110–440 кГр. Поскольку облучение проводится при большой мощности и значительных величинах доз, процесс сопровождается разогревом облучаемых материалов. Для предотвращения чрезмерного перегрева облучение выполняется в несколько приемов. Поддон с крахмалом периодически выводится из зоны действия пучка электронов для охлаждения, при этом температура облучаемых материалов не превышает 50–60°C.

*Технология экструзионных крахмалов.* В рамках выполнения ГНТП «Агропромкомплекс – возрождение и развития села», задание: «Разработать и освоить производство новых видов желатинированных продуктов из крахмалосодержащего сырья» сотрудниками Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию разработана современная высокоэффективная технология получения экструзионных крахмалов.

*Получение.* Физическая модификация на двухшнековом пищевом экструдере РЗ-КЭД-88. Физическую модификацию нативного картофельного ГОСТ 7699 и кукурузного ГОСТ 7697 крахмалов проводят на двухшнековом экструдере РЗ-КЭД-88 (рис. 1) при следующих технологических параметрах: рабочая температура 140–200°C; частота вращения шнека дозатора 90–92 мин<sup>-1</sup>; частота вращения рабочих шнеков 90–94 мин<sup>-1</sup>; частота вращения режущего устройства 80–84 мин<sup>-1</sup>; диаметр используемой фильеры – 4 мм; при чем подача воды в экструдер дополнительно не проводилась.

После экструзии крахмал подают при помощи пневматического транспорта в накопительный бункер и далее на измельчение. Измельчение экструдата проводят в дробилке молоткового типа КХЧ-5.

Экструдат просеивают через бурат с отверстиями сита 0,67 мм, а крупные фракции подают на повторное измельчение. Магнитную очистку проводят постоянными магнитами, толщина слоя 6–8 мм, скорость не более 0,5 м/с. Измельченный экструдат подают в бункер хранения и затем на взвешивание, фасовку и упаковку.

*Физическая модификация на одношнековой литьевой машине «Термопластавтомат Д-3328».* Картофельный крахмал подвергают физической модификации также при помощи

метода экструзии на неспецифическом для пищевой промышленности технологическом оборудовании: одношнековой литьевой машине «Термопластавтомат Д-3328» (число оборотов шнека –  $94 \text{ мин}^{-1}$ , диаметр отверстия матрицы 4 мм) при разных температурных режимах:  $120\text{--}150^\circ\text{C}$ .

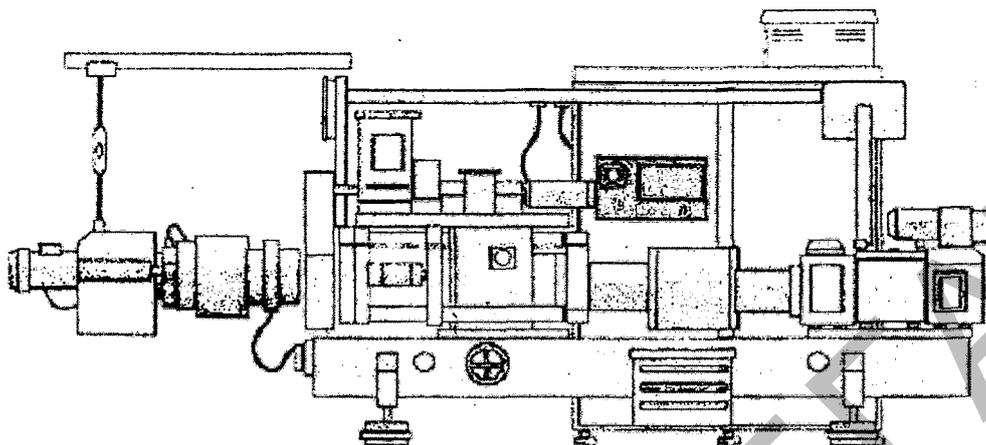


Рисунок 1 – Двухшнековый экструдер РЗ-КЭД-88

**Особенности экструзии крахмала.** В процессе экструзии сырье переходит из дисперсного сыпучего состояния в упруго-вязкопластичную массу. Эти превращения происходят при действии на сырье, с необходимым количеством влаги (20%), высоких температур (до  $200^\circ\text{C}$ ) и давления (до 25 МПа). Продукт, уплотняясь, нагревается за счет сил трения частиц о поверхности вращающихся рабочих органов и деформации сдвига в самом продукте, а также за счет дополнительного регулирования нагрева от внешнего источника теплоты. Образующаяся масса перемещается шнеком к матрице и при определенном давлении выпрессовывается через ее отверстия. Величина давления в значительной мере обусловлена размером отверстий матрицы и структурно-механическими свойствами обрабатываемой массы. После выхода продукта из отверстий матрицы в результате резкого перепада температуры и давления происходит мгновенное испарение влаги, аккумулированная продуктом энергия высвобождается. Экструдат увеличивается в объеме, в нем появляется большое число разных по форме и размеру пор, стенки которых являются высушенными плёнками клейстера крахмала.

**Применение.** Белорусские физически модифицированные крахмалы (рис. 2, 3) обладают хорошими органолептическими и микробиологическими показателями и могут найти широкое применение в пищевой и других отраслях промышленности.



Рисунок 2 – Крахмал картофельный  
экструзионный



Рисунок 3 – Крахмал кукурузный  
экструзионный

### **Заключение**

В результат проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Сотрудниками Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию разработаны современные высокоэффективные технологии получения физически модифицированных крахмалов: облученных и экструзионных.
2. Белорусские физически модифицированные крахмалы обладают хорошими органолептическими и микробиологическими показателями и могут найти широкое применение в пищевой и других отраслях промышленности.

### **Литература**

1. Ловкис З.В., Литвяк В.В., Петюшев Н.Н. Технология крахмала и крахмалопродуктов: учеб. пособие / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». – Мн: Асобный, 2007. – 178 с.
2. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Н.Н. Трегубов, Е.Я. Жарова, А.И. Жушман, Е.К. Сидорова. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – 421 с.
3. Справочник по крахмало-паточному производству / Под ред. Е.А. Штырковой, М.Г. Губина. – М.: Пищ. пром-сть, 1978. – 430 с.
4. Модифицированные крахмалы: Пособие / Авт. сост.: Н.Н. Петюшев, Е.В. Рощина, В.В. Литвяк, Д.П. Лисовская, Л.А. Галун (под ред. Е.В. Рощиной). – Гомель: УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», 2004. – 72 с.
5. Крахмал и крахмалопродукты / Н.Г. Гулюк, А.И. Жушман, Т.А. Ладур, Е.А. Штыркова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 240 с.

УДК. 637.1/5.004.18

## **РЕЗЕРВЫ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЯХ МЯСО-МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Мелещя А.В., Шамаль Л.А., Корако В.Б.*

*(РУП «Институт мясо-молочной промышленности»)*

*В настоящее время в Республике Беларусь большое внимание уделяется экономии и рациональному использованию тепловой и электрической энергии. На основании проведенного анализа энергоэффективности работы ряда перерабатывающих предприятий мясо-молочной отрасли предложен ряд рекомендаций по экономии энергии.*

### **Введение**

Предприятия по переработке мясного и молочного сырья относятся к энергоемким производствам. Существенная доля энергии приходится на холодильную обработку, выработку и хранение мясо - молочной продукции. На выработку холода на перерабатывающих предприятиях расходуется до 70% потребляемой энергии. Наиболее энергоемкими видами продукции мясо - молочной промышленности являются сухие мясные и молочные изделия и смеси, сгущенное молоко, сыры жирные, масло животное, пищевые жиры. На перерабатывающих предприятиях потребляется также значительное количество топлива в собственных котельных или тепловой энергии от сторонних источников. Поэтому вопросы эффективного использования топлива, тепловой, электрической энергии и холода, повышения надежности систем энергоснабжения имеют важное значение для рентабельной работы предприятий и повышения конкурентоспособности производимой ими продукции.

### **Анализ использования топлива, тепловой и электрической энергии**

В РУП «Институт мясо-молочной промышленности» проведен анализ энергоэффективности работы перерабатывающих предприятий мясо - молочной отрасли: 21 мясокомбината и 49 предприятий по переработке молока. Обработка исходных данных