

DOI 10.25741/2413-287X-2018-07-3-012

УДК 636.084:610.2

# ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ КРАХМАЛОПАТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА — КОРМОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

**В. ГОЛЬДШТЕЙН**, канд. техн. наук, **Н. ЛУКИН**, д-р техн. наук, ВНИИ крахмалопродуктов —

филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

**О. РАДИН**, президент ассоциации «Роскрахмалпатока»

E-mail: oleg.radin@starchcu.com

Показаны схемы производства кукурузного, пшеничного и картофельного крахмала, побочных продуктов. Приведены характеристики побочных продуктов, получаемых при переработке различного сырья, и обзор публикаций по их практическому использованию. Рассмотрены перспективы совершенствования производства сухих побочных продуктов картофелекрахмального производства.

Ключевые слова: крахмал, глютен, белок, мезга, клетчатка, экстракт, кормовой продукт, зародыш, клейковина.

Schemes of production of corn, wheat and potato starch and by-products are shown. The characteristics of by-products obtained during processing of various raw materials and the review of publications on their practical use are given. Prospects of improvement of production of dry by-products of potato starch production are considered.

Keyword: starch, corn gluten, protein, pulp, fiber, extract, feed product, corn germ, wheat gluten.

Эффективность переработки зерна кукурузы, картофеля и пшеницы на крахмал и крахмалопродукты в значительной мере достигается путем выработки и реализации ценных побочных продуктов: глютена, клейковины, кукурузного зародыша, кукурузного экстракта, сухой картофельной мезги, картофельного белка, кормовых продуктов. Из кукурузы на крахмалопаточных предприятиях извлекается 90–95% содержащегося в ней крахмала, а из картофеля — 82–86%.

Различия в технологиях производства крахмала из кукурузы, пшеницы и картофеля обусловлены особенностями строения и химического состава каждого вида сырья.

## ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПРОИЗВОДСТВА КУКУРУЗНОГО КРАХМАЛА

При глубокой переработке кукурузного зерна, в частности, на крахмал и крахмалопродукты в качестве побочных продуктов получают сухой зародыш, сухой глютен, сгущенный экстракт (рис. 1), который при производстве кормового продукта смешивается с промытой от крахмалобелковой суспензии мезгой (кукурузная клетчатка с небольшим количеством крахмала). Качественные характеристики этих продуктов приведены в таблице.

**Кукурузный глютен** представляет собой белковый концентрат. Вырабатывается он в соответствии с ГОСТ Р 55489-2013 «Глютен кукурузный. Технические условия» с массовой долей сырого протеина не менее 55%. В нем содержатся также натуральные пигменты, комплекс ви-



Рис. 1. Схема переработки кукурузного зерна на крахмал и побочные продукты

### Основные показатели качества побочных продуктов глубокой переработки кукурузного зерна на крахмал

Показатель	Кукурузный корм	Сухой глютен	Сухой зародыш	Сгущенный экстракт
Влажность, %	10	10	10	50
Протеин, % СВ	20	60	18	56
Жир, % СВ	3	2	45	—
Клетчатка, % СВ	8	3	7	—
Крахмал, % СВ	12	18	8	—
Зола, % СВ	7	2	1	17
Молочная кислота, %	—	—	—	26
Энергетическая ценность, ккал/кг:				
для свиней	2491	3527	4305	2028
для птицы	1830	3880	2370	1598

таминов (Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>) и минеральных веществ. Как ценный белковый компонент глютен находит применение в кормах для птицы, высокоэффективен в кормлении дойных коров, свиней и рыб, в частности телупии [1, 2]. В Российской Федерации объем производства кукурузного глютена составляет 36 тыс. т в год. Учитывая перспективное введение новых мощностей на предприятиях, специализирующихся на глубокой переработке зерна кукурузы, к 2025 г. ежегодно будет вырабатываться 80–87 тыс. т сухого кукурузного глютена.

**Кукурузный зародыш** используется в основном для производства кукурузного масла. Этот продукт, так же как и глютен, эффективно используется в качестве компонента кормов для птицы и рыбы [3]. Ценность высушенного кукурузного зародыша, полученного мокрым способом отделения, обусловлена высоким содержанием физиологически полезных веществ. В нем сосредоточено около 82% жира, входящего в состав зерна, значительное количество фосфатидов и жирорастворимых витаминов, в том числе альфа-токоферола (Е). Российская промышленность ежегодно вырабатывает около 50 тыс. т сухого кукурузного зародыша. К 2025 г. это количество, возможно, возрастет до 120 тыс. т в год.

**Кукурузный экстракт** — побочный продукт замачивания зерна. Жидкий экстракт концентрируют под разрежением (вакуумом) на выпарных установках до содержания сухих веществ 40–50%. Он содержит значительное количество ростовых факторов: токоферолы, тиамин (В<sub>1</sub>), рибофлавин (В<sub>2</sub>), никотиновую кислоту (В<sub>3</sub>), пиродоксин (В<sub>6</sub>), биотин (В<sub>7</sub>) и пантотеновую кислоту (В<sub>5</sub>). Экстракт применяется в качестве компонента корма для крупного рогатого скота, в том числе в кормлении молочных коров [4–7].

**Кукурузный корм** производится в виде рассыпной массы или гранул и используется в кормлении молочных коров, молодняка крупного рогатого скота, повышая эффективность его выращивания на 30–37%.

Объем ежегодного производства кукурузного корма составляет 80–86 тыс. т, предполагаемое увеличение к 2025 г. — до 200 тыс. т.

### ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНОГО КРАХМАЛА

Упрощенная технологическая схема переработки пшеничного зерна на крахмал и побочные продукты показана на рисунке 2.

**Пшеничная клейковина** (пшеничный глютен) производится в соответствии с ГОСТ 31934-2012 «Глютен пшеничный. Технические условия» с массовой долей сырого протеина в глютене марки А — 70%, марки Б — 60% и калорийностью 350 ккал на 100 г продукта. Основные потребители пшеничной клейковины — мукомольная и хлебопекарная отрасли, а также она применяется в качестве компонента корма для рыб. Пшеничная клейковина производится в количестве 40–42 тыс. т в год. К 2025 г. объемы могут возрасти до 80–82 тыс. т.

**Пшеничный кормовой продукт** используется в кормлении крупного рогатого скота, выращиваемого для производства молока и мяса. По уровню содержания обменной энергии (8,5–10 МДж/кг) и клетчатки он может быть отнесен к концентрированным кормам. Влажность продукта — 10%, массовая доля белка — 12–17%, жира —

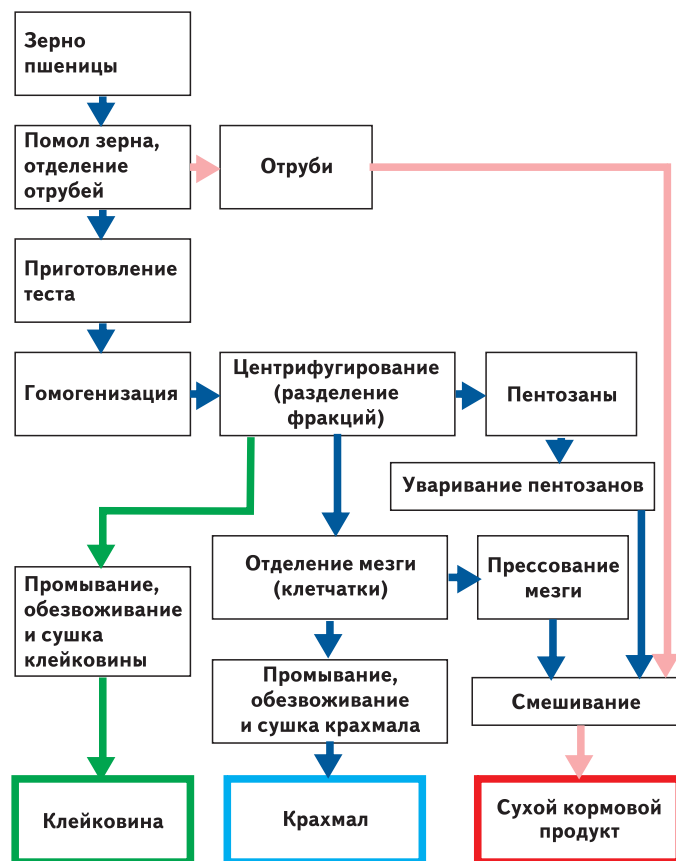


Рис. 2. Схема производства пшеничного крахмала и побочных продуктов

не менее 2,5%. Минеральный состав (СВ): массовая доля кальция — 0,7%, фосфора — 1,4%, натрия — 0,5%, калия — 0,2%, железа — 0,02%.

Возможности отечественной промышленности в производстве пшеничного кормового продукта оцениваются в 13 тыс. т в год.

### ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА

Сегодня в Российской Федерации на крахмал перерабатывается около 30 тыс. т картофеля. Производственные мощности действуют только в Брянской, Нижегородской, Орловской и Липецкой областях, республиках Мордовия и Чувашия.

На рисунке 3 приведена упрощенная технологическая схема производства картофельного крахмала с получением сухих побочных продуктов — мезги (клетчатки) и белка.

Картофельная мезга с содержанием 7–8% сухого вещества может быть использована в качестве кормового продукта. В 1000 кг смеси мезги и картофельного сока содержится 70–80 корм. ед. На 1000 кг переработанного картофеля вырабатывается около 1050 кг смеси. Мезгу и картофельный сок рекомендуется использовать для скармливания животным в сыром виде или для приготовления запаренного корма.



Рис. 3. Схема производства картофельного крахмала с получением сухих побочных продуктов

**Сухая картофельная мезга** имеет следующий химический состав (СВ): крахмал — 48–52%, клетчатка — 23–26%, растворимые углеводы — 2–4%, жир — 0,4–0,5%, минеральные вещества — 5–7%. Норма расхода картофельной мезги с массовой долей сухого вещества 12% на приготовление 1 т сухого корма 12%-ной влажности составляет 8,88 т. Обменная энергия — 11–12 МДж/кг.

**Картофельный белок** получают извлечением из картофельного сока методами термической и/или химической коагуляции. Влажность продукта — 10%. Химический состав (СВ): белки — 70–75%, углеводы — 9–11%, жир — 2,0–2,5%, сырая клетчатка — 0,5–1,0%, зола — 1,2–1,9%. Энергетическая ценность — 1545 кДж.

Перспективное направление в увеличении использования малоценных побочных продуктов крахмалопаточного производства — улучшение их кормовой ценности путем выращивания биомассы микроорганизмов. Такая технология применима к процессовым водам и экстрактам, образующимся при переработке зерна, а также к картофельному соку после выделения из него белка.

#### Литература

1. Захаров, Л.М. Глютен кукурузный как отход крахмального производства в рационах кормления высокопродуктивных коров / Л.М. Захаров // Материалы IV Международной научной экологич. конф. «Проблемы рекультивации отходов быта промышленного и сельскохозяйственного производства». — Краснодар: Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина, 2015. — С. 119–121.
2. Мусаев, Ф.А. Молочная продуктивность голштинских коров при использовании в рационе кормления глютена кукурузного / Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова, Л.М. Захаров. — Рязань: РГАТУ имени П.А. Костычева, 2016. — 195 с.
3. Гольдштейн, В.Г. О качестве кукурузного зародыша влажного способа отделения / В.Г. Гольдштейн [и др.] // Достижения науки и техники АПК. — 2015. — №12. — С. 119–120.
4. Трусов, О.Н. Кукурузный экстракт как кормовая добавка / О.Н. Трусов, Н.Н. Сорокина, П.А. Афанасьев // Материалы XX Международной научно-произв. конф. «Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий». — Майский: Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, 2016. — С. 312–313.
5. Сорокина, Н.Н. Мясная продуктивность бычков при использовании в рационах кукурузного экстракта / Н.Н. Сорокина, А.Н. Добудько, П.И. Афанасьев // ВНИИ «Агроэкоинформ», 2016. — С. 10.
6. Лукин, Н.Д. Зерновой экстракт как сырье для получения кормовых добавок / Н.Д. Лукин [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2015. — №12. — С. 6–10.
7. Андреев, Н.Р. Утилизация вторичных продуктов переработки тритикале с получением кормового микробно-растительного концентрата для прудовых рыб / Н.Р. Андреев [и др.] // Юг России: экология, развитие. — 2017. — Т. 12. — №4. — С. 90–104. ■