

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литвяк, В.В. Биохимические факторы, определяющие вкус картофеля / В.В. Литвяк, И.М. Почижская // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – №9. – С. 38-42.
2. Белорусские сорта картофеля, пригодные для вакуумирования /Л. Козлова [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – №3. – С. 60-63.
3. Производство картофеля: возделывание, уборка, послеуборочная доработка, хранение: справочник / Б.А. Писарев [и др.]. – Москва: Росагропромиздат, 1990. – 221 с.
4. Еременко, О. Potato Europe 2016: картофель по-французски / О. Еременко // Наше сельское хозяйство. Агрономия. – 2016. – № 19. – С. 38-43.
5. Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества: ГОСТ 7194-81. – Введ. 1982-06-01. Межгосударственный стандарт, 2010. – 13 с.
6. Картофель свежий продовольственный, заготовляемый и поставляемый: ГОСТ 7176-85. – Введ. 1985-09-01. Межгосударственный стандарт, 2010. – 16 с.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследования / Б.А. Доспехов. – Москва: Колос, 1979. – 416 с.
8. Войтковская, А.А. Биохимическая характеристика развития клубней основных сортов картофеля БССР: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: /А.А. Войтковская; Белорус. НИИ картофелеводства и плодовоощеводства. – Минск. – 1970. – 21 с.
9. Химический состав клубней картофеля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://megaobuchalka.ru/5/5413.html>. –Дата доступа: 16.12.2018.
10. От чего зависит вкус картофеля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.potatosystem.ru/ot-chego-zavisit-vkus-kartofelya/>. – Дата доступа: 16.12.2018.
11. Картофель и топинамбур – продукты будущего /Д.Д. Королев [и др.]. –Москва: ФГНУ: Росинформротех. – 2007. – С.163-170.
12. Resistant Starch: Promise for Improving Human Health / Birt, F Dianel [et al] // Advances in Nutrition, 2013. – №4 (6). – P. 587-601.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 21.01.2019

УДК 664.721.012.1

## ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КРАХМАЛА ИЗ КАРТОФЕЛЯ

А.М. Мазур,

*профессор каф. технологий и технического обеспечения процессов переработки  
сельскохозяйственной продукции БГАТУ, докт. техн. наук, профессор*

*Определены основные факторы, влияющие на технологию производства крахмала из картофеля при проектировании предприятий по переработке сельскохозяйственного сырья.*

*Ключевые слова: ассортимент продукции, вид сырья, способ производства.*

*The basic principles of the choice of the production technology of potato starch in the design of enterprises for the processing of agricultural raw materials are determined.*

*Keywords: product range, type of raw materials, method of production.*

### Введение

Промышленность по переработке сельскохозяйственного сырья – одна из наиболее прогрессирующих отраслей страны, предприятия которой стремятся соблюдать мировые тенденции развития, а это требует повышения конкурентоспособности нашей продукции на мировом рынке.

В современных условиях прогрессивное развитие техники и технологии переработки сельскохозяйственного сырья становится одним из главных рычагов развития сельского хозяйства и производственно-машиностроения путем создания предприятий, оснащенных конкурентоспособной техникой и технологией. Следовательно, при проектировании или модернизации перерабатывающих предприятий должны внедряться передовые технологии в технических си-

стемах перерабатывающих и машиностроительных производств. Проектирование предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственное сырье, представляет собой сложный, многообразный и трудоемкий процесс, который необходимо рассматривать как совокупность целого ряда социально-организационных и инженерно-технических стадий. [1].

Организация предприятий по переработке сельскохозяйственного сырья связана со значительными затратами денежных средств, материальных и трудовых ресурсов, и поэтому они должны вестись по проектам, которые обеспечивают:

- реализацию последних достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта;
- комплексное использование сырья и материалов, разработку безотходных, экологически чистых технологий;

– внедрение высокопроизводительного энергосберегающего оборудования, максимальную механизацию и автоматизацию технологических процессов.

Все это требует от ведущих специалистов проектных организаций глубокого знания технологических процессов и аппаратов перерабатывающих отраслей, постоянного повышения качества проектной документации, умения определять и разрабатывать технологическую схему производства, рассчитывать и выбирать основное оборудование, сроки выполнения и технико-экономические показатели проекта, нести ответственность за правильность решений [2, 4].

Целью работы является определение основных факторов выбора технологии производства при проектировании предприятий по переработке картофеля на крахмал.

### **Основная часть.**

Основным фактором, определяющим выбор технологии производства проектируемого предприятия, является ассортимент продукции.

Так, из картофеля можно получить крахмал и продукты его переработки: патоку карамельную, глюкозу пищевую, глюкозу медицинскую, модифицированный крахмал (240 видов), глюкозно-фруктовые сиропы, а также спирт, белок, клетчатку и сухие, быстрозамороженные, охлажденные, обжаренные, консервированные картофелепродукты.

Из других сельскохозяйственных культур также можно получить широкий ассортимент продуктов.

Следующим фактором является вид сырья. При определении фактора выбора сырья для конкретного вида продукта главным является экономическая целесообразность переработки, исходя из наличия этого сырья, его качества, количества, стоимости и применяемой технологии. Виды сырья для производства крахмала и его стоимость приведены в табл. 1.

В разных странах используют различное сырье. Так, в Германии и Голландии крахмал получают из картофеля. Чтобы производство было экономически оправдано для переработки используют картофель с содержанием крахмала 24-26 %, белка до 4-5 % при урожайности до 400 ц/га, применяя самую современную безотходную, экологически чистую технологию с высокой рентабельностью при выходе крахмала 22-24 %, белка – 1,5-2,0 %, клетчатки – 1,5-1,8 % [3].

В США для производства крахмала используют преимущественно кукурузу, в Монголии и Чехии распространена технология производства крахмала из

пшеницы, в Финляндии – из ячменя [5].

Важным фактором выбора технологии производства является качество исходного сырья. Рассмотрим это на примере картофеля – для производства крахмала в Республике Беларусь и Германии (табл. 2).

Данные таблицы показывают, что основным показателем качества является содержание сухих веществ в сырье, при увеличении которых с 13-15% до 21-25% расход сырья на 1т готовой продукции уменьшается с 8,6 т до 4,5 т, воды – с 4,5 м<sup>3</sup>/час до 2,5 м<sup>3</sup>/час, пара – с 3,1 т/ч до 2,5 т/ч. Если сопоставить показатели с учетом урожайности картофеля с 1га земли, то в Германии получают крахмала на сумму 552 долл. США против 182 долл. США в Республике Беларусь.

Одним из факторов выбора технологии производства является количество перерабатываемого сырья. Из зарубежного опыта известно, что переработка лишь 600-1000 т картофеля в сутки на крахмал при работе предприятия не менее 250 сут. обеспечивает рентабельное производство [6].

Следующим важным фактором при выборе технологии производства является способ производства. Способы переработки картофеля в Республике Беларусь и Германии принципиально отличаются.

В Республике Беларусь технология картофельного крахмала несовершенна. В виде готового продукта получают только 68-70 % крахмала от массы сухого вещества, а остальные сухие вещества – это белок, растворимые углеводы, минеральные вещества, часть свободного и связанного крахмала переходит в соковую воду и мезгу, которые не утилизируются и загрязняют окружающую среду. В Германии из соковой воды получают белок, из мезги – клетчатку. Стоимость белка и клетчатки в 1,5-2 раза выше стоимости нативного крахмала. Технология безотходная и высокоэффективная.

Технико-экономические показатели указанных технологий приведены в табл. 3.

Данные таблицы показывают, что при переработке 1 т картофеля на крахмал в Германии получают готового продукта на 166 долл. США, а в Республике Беларусь – только на 90 долл. США, что в 2,2 раза меньше, а если увязать с урожайностью картофеля, которая в Республике Беларусь – 20 т/га и 40 т/га в Германии, то получаем продукции с 1 га земли на 1800 долл. США в Республике Беларусь и 6640 долл. США в Германии. Разница составляет 3,7 раза.

При этом увеличение содержания крахмала в картофеле с 16 % до 22 % дает дополнительно 42 долл. США, а утилизация отходов – 34 долл. США

**Таблица 1. Виды сырья для производства крахмала и его стоимость**

Наименование сырья	Содержание крахмала, %	Стоимость 1т сырья, долл. США *	Выход продукции, %	Количество крахмала, полученного из 1т сырья, кг	Стоимость готовой продукции, долл. США **
Картофель	15-25	50-75	92-94	138-235	82,8-141
Кукуруза	63-75	130-170	92-95	625-712	281-320
Пшеница	63-66	130-170	60-65	378-390	170-175
Ячмень	60-63	145-150	60-65	360-410	162-184

\* расход картофеля на 1т крахмала – 6-7 т при содержании крахмала в сырье – 18-22 %.

\*\* стоимость картофельного крахмала – 600 долл. США, кукурузного – 450 долл. США

**Таблица 2. Влияние качества картофеля на технико-экономические показатели производства крахмала**

Показатели	Республика Беларусь	Германия
Содержание сухих веществ, %	13-15	21-25
Урожайность, ц/га	180-220	350-400
Однородность по размерам, %	50	90
Наличие глазков от поверхности картофеля, %	8-10	0,5-1
Количество сухих веществ, полученных с 1 га, ц	23,4-33,0	73,5-100,0
Получено крахмала, долл. США	182	552
Расход сырья на 1 т готовой продукции, т	8,6	4,5
Расход воды, м <sup>3</sup> /час	4,5	2,5
Расход пара, т/час	3,1	1,8
Сточные воды, м <sup>3</sup> /час	3,8	1,5

**Таблица 3. Технико-экономические показатели переработки 1 т картофеля в Республике Беларусь и Германии**

Наименование продукта	РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ				ГЕРМАНИЯ			
	содержание крахмала, %	кол-во крахмала, т	стоимость 1т крахмала, долл. США	общая стоимость, долл. США	содержание крахмала, %	кол-во крахмала, т	стоимость 1т крахмала, долл. США	общая стоимость, долл. США
Крахмал	16	0,15	600	90	22	0,2	600	132
Белок	–	–	–	–	–	0,020	1200	24
Клетчатка	–	–	–	–	–	0,010	1000	10
		0,15		90		0,23		166

при переработке 1 т картофеля.

Следующим фактором при выборе технологии является подбор технологического оборудования. Технологическое оборудование должно соответствовать эксплуатационным, энергосберегающим, теплотехническим, конструктивным, экономическим, эстетическим требованиям и требованиям охраны труда с достаточной механической антикоррозийной прочностью.

Так, в крахмальной промышленности постоянно проходят модернизации и замена технологического оборудования с усовершенствованием технологии производства. Вместо камнеловушек устанавливают моечные машины с встроенными камнеловушками, вместо барабанных сит – дуговые сита, вместо центрифуг и барабанно-струйных сит – гидроциклонные установки, что значительно улучшает технологический процесс, повышает качество готовой продукции, снижает потери производства, увеличивая выход и снижая затраты. Так, коэффициент извлечения крахмала вырос с 80-85 % до 90-95 %, потери крахмала (% к весу картофеля) с 3-3,5 % до 1-1,5 %, при доброкачественности крахмала 98 % [6].

#### Заключение

Определены основные факторы, влияющие на выбор технологии производства крахмала из картофеля. Установлено, что каждый вид сельскохозяйственного сырья пригоден для переработки и получения из него широкого ассортимента продуктов. Объемы производства продукции из сельскохозяйственного сырья зависят от количества, качества, стоимости сырья, технологии производства и состава технологического оборудования. Качество сырья является определяющим фактором при выборе технологии производства и его эффективности, снижая расходы сырья и теплоэнергоресурсов в 2 раза.

Технологии производства и применяемое оборудование определяют возможность создания безотходного, экологически чистого и рентабельного предприятия, что дает возможность на примере выращивания и переработки картофеля на крахмал получить продукции с 1 га земли в 3,7 раза больше в Германии в сравнении с Республикой Беларусь.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов, Ю.Н. Проектирование предприятий мясомолочной отрасли и рыбообработывающих производств. Теоретические основы общестроительного проектирования: учеб. пос. / Ю.Н. Виноградов, В.Д. Косой, О.Ю. Новик. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005 – 336 с.
2. Славянский, А.А. Проектирование предприятий отрасли: учебник / А.А. Славянский. – Москва: ФОРУМ, 2015. – 320 с.
3. Картофель и картофелепродукты: наука и технология / З.В. Ловкис [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2008. – 537 с.
4. Дворецкий, С.И. Основы проектирования пищевых производств: учеб. пос. / С.И. Дворецкий, Е.В. Хабарова. – Тамбов, 2008. – 92 с.
5. Оборудование пищевых производств. Материаловедение: учебник для вузов / Ю.Л. Солнцев [и др.]; под общ. ред. Ю.П. Солнцева. – Санкт-Петербург: Профессия, 2003. – 526 с.
6. Личко, Н.М. Технология переработки продукции растениеводства / Н.М. Личко. – М.: КолоС, 2000. – С.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 07.02.2019