

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-
техническому обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГНУ «Росинформагротех»)

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ
КАРТОФЕЛЯ**

Научный аналитический обзор

Москва 2009

УДК 664.834.2
ББК 36.912
С 33

Рецензенты:

В.Н. Водяков, д-р техн. наук, проф. Мордовского государственного университета; **И.Е. Карнаухов**, канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой Российского государственного аграрного заочного университета

Серпова О.С., Борченкова Л.А.

Ресурсосберегающие технологии переработки картофеля:

С 33 Науч. ан. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 84 с.

Рассмотрено состояние производства и переработки картофеля. Приведены требования к картофелю, предназначенному для переработки, применяемые ресурсосберегающие технологии и оборудование, варианты использования отходов, а также перспективность, целесообразность и эффективность переработки картофеля.

Предназначен для специалистов, занимающихся переработкой картофеля.

УДК 664.834.2
ББК 36.912

©ФГНУ «Росинформагротех», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Картофель является одним из важнейших продуктов питания. Его переработка в картофелепродукты получила широкое распространение в мировой практике и приобретает все бóльшую популярность в России, особенно картофель замороженный фри, хрустящий, чипсы, сухие пюре, крупка и др.

По литературным источникам, потери урожая картофеля при хранении достигают 20%, а в ряде хозяйств – до 30%. Обеспечение населения и перерабатывающей промышленности картофелем связано с созданием специализированных предприятий по его переработке на различные продукты питания длительного срока хранения с использованием ресурсосберегающих технологий.

Комплексная переработка картофеля на базе безотходных и малоотходных технологий позволяет решить ряд социальных задач, создать государственный резерв запасов продукции длительного хранения на случай неурожая, значительно снизить потери при хранении, затраты на транспортировку и хранение, затраты труда при приготовлении блюд из картофеля в сети общественного питания, в детских и других учреждениях.

Об эффективности переработки картофеля в большой ассортимент продуктов питания свидетельствует зарубежный опыт развития картофелеперерабатывающих стран. В Англии, США, Франции, Германии, Голландии перерабатывают до 20-60% продовольственного картофеля, в России – около 1%.

Внедрение на перерабатывающих предприятиях ресурсосберегающих технологий переработки картофеля является одним из существенных резервов увеличения выпуска готовой продукции и повышения эффективности производства.

1. СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ

По масштабам производства картофель занимает четвертое место после главных пищевых сельскохозяйственных культур – пшеницы, риса и кукурузы. Ежегодно в мире производят до 350 млн т картофеля, 52% этого объема приходится на развивающиеся страны, где он – важный источник пищи, рабочих мест и доходов. За последние 15 лет производство картофеля в этих странах увеличи-

лось более чем в 2 раза. Более 40% мирового объема картофеля сосредоточено в Китае, Российской Федерации и Индии.

Производство картофеля в десяти ведущих странах мира, по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО ООН), представлено в табл. 1 [26].

Таблица 1

Производство картофеля в 2005 г., млн т

Страна	Производство
Китай	73,037
Российская Федерация	36,400
Индия	25,000
Украина	19,480
США	19,111
Германия	11,158
Польша	11,009
Белоруссия	8,185
Голландия	6,836
Франция	6,347

Рост мировых масштабов производства картофеля является важнейшим условием достижения продовольственной безопасности.

В настоящее время Китай является крупнейшим производителем картофеля в мире.

В 2007 г. Россия произвела 36,78 млн т картофеля (11% мирового производства) и занимает второе место в мире после Китая [1].

Данные по производству и потреблению картофеля в Российской Федерации приведены в табл. 2.

Производство картофеля в России практически не увеличивается и в основном сконцентрировано в личных подсобных хозяйствах.

Картофель является практически единственной сельскохозяйственной культурой массового потребления, объемы производства которой остаются на стабильно высоком уровне, несмотря на общее падение показателей развития сельского хозяйства Российской Федерации. Анализ потребления картофеля показывает, что в настоящее время рынок картофеля сбалансирован, спрос соответствует предложению [20].

Таблица 2

**Основные показатели производства и потребления картофеля
в Российской Федерации (по данным Минсельхоза России), тыс. т**

Показатели	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Валовой сбор в хозяйствах всех категорий, тыс. т	35914	37280	38573	36784
Производство на одного человека, кг	249	261	271	259
Потребление на одного человека, кг	128	133	132	132

Потребление картофеля на душу населения в Российской Федерации превышает рациональную норму (табл. 3).

Таблица 3

**Потребление отдельных видов продуктов питания в России
в расчете на душу населения, кг**

Пищевые продукты питания	Рациональная норма питания	Потребление на душу населения			
		1990 г.	2006 г.	2006 г. к 1990 г., %	рациональная норма, %
Мясо и мясопродукты	78	75	57	76,7	73,0
Молоко и молокопродукты	392	386	237	61,4	60,4
Яйца, шт.	292	297	257	86,5	88,1
Рыба и рыбопродукты	23	20	12	60,0	52,2
Масло растительное	16	10,2	13	127,4	81,2
Сахар	41	47	39	83,0	95,1
Картофель	118	106	132	129,2	116,1
Овощи и бахчевые	139	89	106	119,1	76,3
Фрукты и ягоды	-	35	47	134,4	-
Хлебопродукты	110	119	122	102,5	110,9

Тем не менее необходим резкий подъем отрасли картофелеводства.

Картофель для России – это социально значимая культура, которой в той или иной мере занимается более 30 млн человек. Раз-

витие картофелеводства может быть важным компонентом государственной Программы развития сельского хозяйства и регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы – «Новая эффективная политика» по устойчивому развитию сельских территорий и повышению ресурсов домашних хозяйств.

Однако для увеличения объемов производства картофеля необходимо расширять и искать новые ниши его потребления.

Среди направлений, вытекающих из задач, связанных с реализацией программы, является развитие производства картофеля для переработки и соответственно увеличение объемов его переработки.

Потенциальные возможности картофелеперерабатывающей отрасли в перспективе могут быть сопоставимыми с объемами использования картофеля на корма: 5-7 млн т в год.

Опыт зарубежных стран показывает, что переработка картофеля в различные виды продуктов и полуфабрикаты экономически целесообразна. В США, Англии, Франции, Германии, Голландии перерабатывается до 60% продовольственного картофеля, а в России объемы картофеля, перерабатываемого на продукты питания, составляют менее 1% от его валового сбора. Это связано с высокой себестоимостью картофеля в ЛПХ из-за низкой урожайности и высоких затрат, большими налогами на перерабатывающие предприятия, высокой стоимостью тепло-, энергоресурсов, с отсутствием государственной поддержки. Объемы производства и импортные поставки продуктов питания из картофеля приведены в табл. 4.

Производство картофелепродуктов в Российской Федерации в 2007 и 2008 г. составило 93,2 и 100,6 тыс. т соответственно.

Объемы промышленной переработки картофеля и производства картофелепродуктов упали в начале 90-х годов с 60 до 4 тыс. т и в последние годы начинают восстанавливаться (в основном за счет производства продуктов питания из картофеля). В 2004 г. было произведено 25 тыс. т продуктов питания из картофеля и 2,8 тыс. т крахмала, импортировано 65 тыс. т продуктов питания из картофеля и около 40 тыс. т модифицированных крахмалов.

В 2006 г. произведено уже более 67 тыс. т продуктов питания из картофеля и 3,8 тыс. т крахмала, импорт составил 128 тыс. т продуктов питания из картофеля и 33,5 тыс. т сухого крахмала.

Таблица 4

Производство/импорт продуктов из картофеля, т

Наименование продукта	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2006 г.
Продукты питания из картофеля, т	26645	5370	7852	22461	67852/ 128000
В том числе:					
продукты из картофеля быстрозамороженные	16460	1523	129	3314	6698/ 56900
пюре картофельное и крекеры, в том числе картофельные хлопья и крупка	4045	1226	80	626	2482/ 19000
Производство обжаренных продуктов из картофеля, из них:					
картофель хрустящий (в ломтиках и соломкой)	6140	2621	7643	17247	57350
сушеный картофель	7931	1467	362	1184	1932
Крахмал сухой картофель- ный, тыс. т	98,8	32	4,3	3,4	3,8/33,5

В 2008 г. производство картофелепродуктов возросло и составило более 100 тыс. т, темп роста — 107,9%. В настоящее время к крупнейшим предприятиям по производству хрустящего картофеля можно отнести ООО «Фрито Лейз» (Московская область), ЗАО «Русский продукт» (Москва), ЗАО «Р.С.К.» (Московская область) и ОАО «Пищекombинат «Вологодский» [1].

Картофелеперерабатывающие предприятия предъявляют требования к качеству клубней, обусловленные технологией изготовления конкретного вида картофелепродуктов и возможностью получить максимальный выход продукта высокого качества при минимальных затратах, и используют ресурсосберегающие технологии переработки картофеля. В Российской Федерации работают крупные предприятия и агрохолдинги по производству картофелепродуктов. Завод «Касимовский картофель» перерабатывает до 10 тыс. т в год в пюре и картофель фри, а завод по производству хрустящего картофеля и натуральных чипсов «Фрито Лейз» —

120 тыс. т сырья в год. Производством картофелепродуктов занимаются следующие предприятия: «Вологодский картофель», «Колосс», «Русский картофель», «Улыбка лета» (г. Екатеринбург), «Картофельная нива» (Брянская область) и др. Реконструирован крупнейший в России Климовский крахмалопаточный завод, перерабатывающий 120 тыс. т сырья в год. В Ярославской области создано ЗАО «Р.О.С.Т» по производству и переработке 15 тыс. т картофеля в год. Для этих предприятий важнейшей проблемой стало обеспечение их сырьем с заданными свойствами. Востребованы специальные сорта картофеля, обладающие параметрами, заданными для конкретного вида переработки.

В последние годы большие инвестиции направляются в предприятия, выращивающие и перерабатывающие картофель в едином цикле. Так, в холдинге «Дмитровские овощи» организовали производство очищенного вакуумированного картофеля. Предприятие «Горби» Белгородской области производит картофель фри. Самая крупная в России фирма по производству картофеля НЗК также развивает первичную переработку, в ближайшей перспективе объем ее составит 200 тыс. т.

В условиях энергетического кризиса картофель является эффективной энергоемкой культурой для производства биоэтанола. Перспективность его резко возрастает при использовании не только клубней, но и стеблей, ботвы. Создание новых ферментов по расщеплению ботвы позволит развивать это направление. Одновременно может быть решена важная проблема получения высококачественных сухих кормов для животноводства.

Важные составляющие инновационного развития картофелеводства Российской Федерации – его глобальная концентрация и специализация. Пример этого – концентрация переработки картофеля в Брянской, Московской, Рязанской, Тульской областях с созданием крупных производственных кластеров [20].

Необходим коренной перелом в развитии переработки картофеля на основе ресурсосберегающих технологий, направленный на увеличение производства сухого пюре, замороженных картофелепродуктов, крахмала и другой продукции.

2. ВИДЫ КАРТОФЕЛЕПРОДУКТОВ

При промышленной переработке картофеля получают готовые продукты или полуфабрикаты с длительным сроком хранения:

- обжаренные (хрустящий картофель, чипсы, крекеры и др.);
- замороженные (гарнирный и мелкий картофель, фри, биточки, вареники, котлеты, клецки);
- консервированные (картофель, очищенный от кожуры, сырой и вареный, в вакуумной упаковке, консервированный);
- сухие (сушеный картофель, пюре в виде хлопьев, гранул, крупки, полуфабрикат крекеров, крахмал);
- экструдированные (пеллеты, крекеры и др.);
- жидкие (напитки, крахмальный сахар, спирт, биоэтанол, сброженные корма и др.).

Переработка картофеля в картофелепродукты получила широкое распространение в мире. Например, в Германии перерабатывается около 40% производимого картофеля, в США – 54, в Великобритании – более 20%. За последние 30 лет объемы переработки картофеля в США увеличились в 3 раза, в Нидерландах – в 25 раз.

Картофелепродукты приобретают все большую популярность в России, особенно картофель хрустящий, чипсы, замороженный фри, пюре и крупка.

Продукты промышленной переработки имеют преимущества по сравнению со свежим картофелем: длительный срок хранения (сушеные), высокую сохраняемость исходных свойств сырья (замороженные) и питательную ценность благодаря введению различных пищевых и вкусовых добавок (обжаренные, замороженные), транспортабельность.

Расход картофеля на производство 1 кг готовой продукции приведен в табл. 5.

Таблица 5

Ориентировочный расход картофеля на производство 1 т готовой продукции (при базисном содержании сухих веществ 20%*) [19]

Наименование картофелепродуктов	Расход картофеля в натуре, кг/т
Сухое картофельное пюре в виде:	
хлопьев	7276
крупки	7886

Наименование картофелепродуктов	Расход картофеля в натуре, кг/т
Биточки картофельные быстрозамороженные	1555
Картофель быстрозамороженный:	
в необжаренном виде	2285
в обжаренном	2105
Картофель хрустящий «Московский» в виде:	
ломтиков	3545,5
соломки	3604,6
пластинок	3717,0
Клецки быстрозамороженные	1326,0

* В случае переработки картофеля с массовой долей сухих веществ, несоответствующей базовой, производится перерасчет по формуле

$$A_k = \frac{1000 \cdot C_{\sigma} \cdot P_u}{C_z \cdot (100 - n) \cdot C_{\phi}}$$

где A_k – норма расхода картофеля;

C_{ϕ} – фактическая массовая доля сухих веществ картофеля, %;

C_z – массовая доля сухих веществ готового продукта, %;

P_u – рецептурное содержание сухих веществ в картофеле, %;

n – величина отходов и потерь картофеля;

C_{σ} – базисное содержание сухих веществ в картофеле, %.

Базовая массовая доля сухих веществ картофеля устанавливается для каждого региона индивидуально.

** Значение потерь принять для хрустящего картофеля – как при механической очистке, для остальных картофелепродуктов – как при паровом способе очистки.

В настоящее время в связи с популярностью чипсов увеличился импорт полуфабриката (пеллет) для их производства. Пеллеты в Россию поставляются из Италии, Германии, Голландии, Швейцарии, Республики Беларусь, Польши, Китая. Производство пеллет в России осуществляет Торжокский картофелеперерабатывающий завод.

Импорт сухого картофельного пюре и чипсов составляет порядка 12 тыс. т, замороженных картофельных полуфабрикатов – более 30 тыс. т.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КАРТОФЕЛЮ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОМУ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ НА КАРТОФЕЛЕПРОДУКТЫ

Пригодность картофеля к переработке – это ряд требований к качеству клубней, обусловленных технологией изготовления конкретного вида картофелепродукта с достижением максимального выхода продукта высокого качества при минимальных затратах. Эти требования можно разделить на общие и специальные.

Общие требования к картофелю для переработки. Для переработки должен использоваться картофель, соответствующий ГОСТ 26832-86 «Картофель свежий для переработки на продукты питания»:

внешний вид – клубни целые, сухие, незагрязненные, непозеленевшие, без наростов, трещин, увядшие, однородные по форме и окраске мякоти, одного сорта, запах – свойственный картофелю, без постороннего;

низкое содержание нитратов (не более 150 мг/кг, а для раннего картофеля – не более 250 мг/кг), радионуклидов, тяжелых металлов, остатков пестицидов, т.е. должен быть сертифицирован;

содержание клубней размером на 5 мм менее установленных – не более 10% по массе;

содержание клубней с механическими повреждениями глубиной более 3 мм и длиной 10 мм (порезы, вырвы, вмятины, трещины) – не более 2% от массы, поврежденных сельскохозяйственными вредителями – не более 2%, пораженных болезнями, в том числе паршой или оспорозом – не более 5% от массы;

не допускаются клубни раздавленные, поврежденные грызунами, проволоочником, позеленевшие, подмороженные, запаренные с признаками «удушья», с железистой пятнистостью (ржавостью), мокрой, сухой, пуговичной, кольцевой гнилью, фитофторой, меланозом;

кондиция картофеля должна быть не менее 90% стандарта.

Специальные требования к картофелю для переработки.

К этим требованиям относятся сортовая чистота; содержание сухих веществ, редуцирующих сахаров, крахмала (размер крахмальных зерен); форма клубней; глубина залегания глазков; развариваемость; отсутствие потемнения мякоти после очистки; опреде-

ленная динамика изменения количества сухих веществ и сахаров в процессе хранения; реакция на воздействие низких и высоких температур при обжарке и замораживании.

В зависимости от вырабатываемого картофелепродукта требования меняются.

Качество готовой продукции – это вкус, цвет, запах, консистенция, связанные с содержанием сухих веществ, крахмала, редуцирующих сахаров, аминокислот, жирных кислот, летучих соединений. Ряд требований взаимосвязан, например, сортовой аспект (пригодность к механической очистке, содержание сухих веществ) и урожайность вызывают противоречия между производителями сырья и переработчиками. Они могут быть решены в рамках создания предприятий с полным циклом «производство – переработка картофеля».

Для производства хрустящего картофеля (американские чипсы) необходим зрелый картофель с содержанием сухих веществ не менее 17% в период с августа по сентябрь, в остальное время года – не менее 20-24%, плотностью – 720 кг/м³. Форма клубней – округлая, округло-овальная. Размеры по наибольшему поперечному диаметру от 35-45 до 60 мм. Цвет мякоти – от белого до желтого. Содержание редуцирующих сахаров не более 0,25%, распределение их по всему объему клубня – равномерное.

Фирма «Колосс» (г. Москва) предъявляет требования к картофелю для производства чипсов, несколько отличающиеся от указанных выше, а именно: размер клубней 50-100 мм, содержание редуцирующих сахаров – не более 0,4%, залегание глазков – неглубокое.

Некоторые перерабатывающие предприятия также корректируют требования к сырью.

Для производства пюре необходим зрелый картофель с содержанием сухих веществ от 22% и более, плотностью 720 кг/м³. Форма клубней округлая, овально-округлая, овальная и т.д. Размеры по наибольшему поперечному диаметру 35-40 мм и более, залегание глазков – неглубокое, отсутствие потемнения после варки, получение рассыпчатой, однородной консистенции без признаков клейстеризации.

Специальные требования, предъявляемые к картофелю для получения крахмала:

используемый картофель должен соответствовать ГОСТ «Картофель свежий для переработки»;

массовая доля крахмала не менее 15% (для позднего картофеля), массовая доля крахмала для раннего картофеля не нормируется;

высокое содержание средних и крупных крахмальных зерен (диаметром более 31 мкм), желательного не менее 55%.

Стабильность показателей в процессе длительного хранения и переработки, т.е. в период от уборки до следующего лета, также относится к требованиям, характеризующим пригодность сорта к переработке, прежде всего, на обжаренные картофелепродукты.

Во время уборки и первые один-два месяца от начала хранения все сорта картофеля, за редким исключением, дают продукцию высокого качества.

В России в силу большого временного интервала между уборкой и посадкой хранение картофеля осуществляется при низкой температуре (2-4°), что приводит к накоплению сахаров. Картофель, предназначенный для переработки на картофель хрустящий, рекомендуется хранить при температуре 8-10°С. Однако сохранить сырье при высокой температуре до 11 месяцев сложно. Поэтому перед переработкой с целью снижения уровня редуцирующих сахаров проводят рекондиционирование клубней – выдерживание при температуре около 20°С в течение двух-трех недель.

Кроме того, технологией предусмотрено бланширование долек картофеля, а именно: обработка в течение 1,5-2 мин горячей водой температурой 90-95°С.

4. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ

4.1. Подготовительные операции

При переработке картофеля на картофелепродукты проводятся следующие подготовительные технологические операции: отделение прилипшей земли и камней, калибровка, мойка, сортировка, очистка от кожуры, доочистка от глазков и оставшейся кожуры. Клубни моют в щеточных барабанных и других машинах, инспектируют, отделяют нестандартное сырье. На технологических линиях перед мойкой проводят сухую очистку, что позволяет уменьшить расход воды и снизить нагрузку на очистные сооружения. В

настоящее время появились моечно-очистительные машины для одновременной мойки и отделения кожуры.

Очистку клубней от кожуры можно проводить механическим, паровым, щелочным, щелочно-паровым и другими способами. Способ играет существенное значение, так как основное количество отходов и потерь перерабатываемого сырья образуется при очистке и доочистке.

Для качественной механической (абразивной) очистки клубни должны быть откалиброваны, без ростков, сохранять упругость. Механическая очистка применяется в основном при производстве чипсов, где недопустимо изменение структуры очищенного картофеля.

Себестоимость картофелепродуктов во многом зависит от величины отходов при механической (абразивной) очистке клубней. Принято считать, что величина отходов зависит от формы клубня и глубины залегания глазков. В ГНУ «ВНИИКХ им. А.Г. Лорха» проведены исследования по определению допустимого уровня неочищенной поверхности клубня по критерию обеспечения высокого качества хрустящего картофеля и минимума отходов. Установлено, что без ухудшения качества готового продукта при толщине долек 1,2 мм достаточно очищать поверхность клубня до 80%. В этом случае величина отходов снижается в несколько раз по сравнению со 100%-ной очисткой. Форма клубней и глубина глазков при этом не играют роли. Для производства фри и картофельного пюре необходима полная 100%-ная очистка клубней [21].

Паровой способ очистки применяется при производстве сухого картофельного пюре. Способ основан на кратковременной обработке клубней паром высокого давления (0,4-0,5 МПа) в течение 15-60 с последующим удалением кожуры в моечно-очистительной машине. При этом происходит неглубокое разваривание и отслаивание поверхностного слоя картофеля. При выгрузке картофеля из аппарата из-за перепада давления создается эффект взрыва и усиливается отделение поверхностного слоя кожуры. Не требуется калибровка, картофель любых форм и размеров очищается достаточно хорошо.

4.2. Производство быстрозамороженных продуктов из картофеля

Быстрое замораживание является одним из приоритетных направлений в развитии современного агропромышленного производства продуктов питания. Их потребление в разных странах составляет от 40 до 100 кг в год на человека. Привлекательность быстрозамороженных продуктов заключается в том, что они почти полностью свободны от несъедобных включений, практически не отличаются от свежих, сохраняют исходные натуральные свойства. Продукты обладают высокой потребительской готовностью: расфасованы, дозированы, требуют минимального времени (минуты) для приготовления.

Быстрое замораживание позволяет отсрочить реализацию сельскохозяйственной продукции во времени и перенести место реализации в пространстве, реализовать ее непосредственно потребителю по более высокой цене, чем свежая.

При замораживании продукты охлаждаются ниже той температуры, которая приводит к их замерзанию. Это гарантирует их быстрое замораживание без образования крупных кристаллов, которые разрушают ткани, что приводит к истечению сока из них при дефростации.

Сохраняют замороженный продукт при температуре не выше -18°C в низкотемпературных камерах и хранилищах при относительной влажности воздуха 95-98%. Оптимальный режим хранения замороженной продукции поддерживается весь период – от выхода из скороморозильного аппарата до реализации. Кратковременное хранение быстрозамороженных овощей и плодов, упакованных в мелкую тару, допустимо при температуре не выше -15°C . Обязательным условием сохранения качества быстрозамороженных продуктов является их правильная транспортировка. Транспорт должен быть специально оборудован для исключения потерь холода.

Высокая скорость шоковой заморозки в камере при температуре от -30 до -35°C с интенсивным обдуванием продукта позволяет форсировать переход жидкой фазы продукта в твердую. За счет скорости замораживания сокращаются периоды активности микроорганизмов. Гибель микроорганизмов происходит как в процессе замораживания, так и при последующем холодильном хранении.

Основными причинами их гибели при замораживании являются замораживание клеточной воды, что приводит к повышению осмотического давления внутри микробной клетки, а также механическое разрушение клетки кристаллами льда при размораживании. Наибольшей устойчивостью к замораживанию обладают споровые микроорганизмы. Из неспоровых бактерий наибольшей устойчивостью отличаются факальные стрептококки, микрококки и лактобактерии. Замораживание не разрушает уже образовавшиеся токсины *Clostridium botulinum* и *Staphylococcus aureus*. Микроорганизмы более чувствительны к быстрому замораживанию, которое устраняет приспособляемость микроорганизмов к низким температурам.

Потери массы при заморозке в обычном режиме – 5-10%. Форсированный режим заморозки сокращает потери массы до 0,8%, т.е. дает значительный экономический эффект. Подготовленные продукты укладывают в картонные коробки с внутренним целлофановым покрытием, в полиэтиленовые или целлофановые пакеты, пластиковые поддоны и направляют на замораживание. Температура в морозильной камере -36°C. При замерзании продукта лед образуется не в самих клетках, а в межклеточных пространствах. В начальной стадии процесс происходит быстрее, чем в дальнейшем. При температуре -15°C в лед превращается около 79% воды, содержащейся в сырье. Для длительного хранения продуктов их необходимо быстро заморозить до температуры ниже -30°C и длительное время сохранять при температуре около -21°C.

Переработка картофеля в замороженные продукты питания в последние годы организовывалась непосредственно в районах массового потребления – крупных городах и промышленных центрах – посредством их быстрого замораживания.

Ассортимент быстрозамороженных продуктов из картофеля: гарнирный и молодой ранний картофель, котлеты, биточки, вареники, клецки.

Гарнирный картофель – быстрозамороженный продукт, нарезанный на кусочки одинаковой формы и размеров (столбики, кубики и т.д.). Вырабатывается в обжаренном и необжаренном виде. Употребляется в пищу после обжаривания до готовности. Для производства гарнирного картофеля рекомендуется картофель сортов Лошицкий, Скороспелка-1, Белорусский ранний, Огонек, Лорх и др.

В России гарнирный картофель вырабатывался производственным объединением «Колосс» на линии фирмы «Florigo» (Голландия) производительностью 1500 кг/ч. Технология предусматривает мойку картофеля, калибрование по размерам, паровую очистку при давлении пара 0,4-0,6 МПа в течение 0,4-2 мин, отмывку от кожуры, ручную доочистку, резку на столбики с поперечным сечением не менее 8x8 мм (длина столбика зависит от размера клубней), промывку, отделение мелочи. Нарезанные столбики подвергают обработке паром в бланширователе при температуре 90-95°C в течение 3-5 мин и промывают холодной водой.

Клубни картофеля отмывают от грязи и посторонних примесей в барабанной моечной машине, калибруют на три фракции, взвешивают и в зависимости от назначения направляют на переработку. Для производства используют клубни размером более 6 см. Откалиброванный картофель инспектируют с удалением некондиционных клубней и направляют на очистку, осуществляемую паровым способом при давлении пара 0,6-0,7 МПа в течение 30-60 с. Обработанный паром картофель отделяют от кожуры в моечно-очистительной машине и дочищают вручную. После доочистки клубни направляют на резательную машину, где режут на брусочки с поперечным сечением 8x8 мм, длиной 30 мм и промывают с целью удаления свободного крахмала и сахара с поверхности столбиков. Нарезанный картофель отделяют от мелочи на роликовой сортировочной машине и направляют на бланширование в воде при температуре 80-95°C в течение 3-5 мин. Бланшированный картофель промывают водой, избыток которой отделяют на вибросите. Вырабатывают гарнирный картофель обжаренный и необжаренный. При изготовлении необжаренного картофеля бланшированные брусочки картофеля после удаления избытка воды охлаждают и замораживают. При изготовлении обжаренного гарнирного картофеля бланшированный промытый картофель загружают непрерывным и равномерным потоком в обжарочную печь, снабженную терморегулятором и фильтрующим устройством для непрерывной фильтрации масла, где обжаривают в растительном масле при температуре 150-155°C в течение 1,5-2 мин до кулинарной полуготовности. Столбики картофеля при прохожде-

нии через ванну с горячим маслом приобретают золотистую окраску, при этом влага из продукта частично удаляется и кусочки впитывают небольшое количество масла (около 5%). Конечная влажность готового продукта зависит от температуры масла и времени пребывания готового продукта в обжарочной печи. Для удаления избытка масла обжаренный продукт пропускают по наклонному сетчатому транспортеру, инспектируют, удаляя недожаренные, подгоревшие кусочки и мелочь. Далее охлаждают в камере предварительного охлаждения до температуры 15-20°C и замораживают в скороморозильном аппарате с виброкипящим слоем при температуре от -26 до -40°C в течение 8-10 мин. Фасуют замороженный продукт в фанерные ящики или короба из гофрированного картона вместимостью по 15 кг, которые выстилают пергаментом. Для розничной торговли замороженный продукт фасуют в коробки по 0,5 кг и упаковывают в ящики. Фасованный продукт хранят при температуре -18°C.

Для улучшения качества готового продукта быстрозамороженные полуфабрикаты из картофеля производят с ароматическими (укроп и др.), вкусовыми (шкварки и др.) и белковыми добавками.

Быстрое замораживание по-прежнему является одним из прогрессивных направлений консервирования продуктов питания. Подвергая продукт замораживанию, следует, прежде всего, сохранить его питательные и вкусовые свойства. Для этого необходимо добиться максимальной необратимости явлений, происходящих в процессе замораживания. В замороженном продукте длительное время сохраняются питательные вещества, если он предварительно прошел необходимую предварительную технологическую обработку. Исследовано влияние технологических факторов на изменение влагоудерживающей способности при производстве замороженных полуфабрикатов из картофеля — пюре в виде гранул и картофеля в виде кружков. Изменение влагоотдачи картофеля и картофелепродуктов при предварительной подготовке к замораживанию представлено в табл. 6.

Влагоудерживающую способность определяли по количеству влаги, отдаваемой под воздействием постоянного во времени водоотнимающего фактора — центрифугирования.

Таблица 6

Изменение влагоотдачи картофеля при технологической обработке

Картофель	Влагоотдача, %	
	максимальная	минимальная
Свежий	3,5	2,0
Хранившийся	17,5	20,8
Бланшированный	12,7	4,1
Вареный	21,9	15,7
Протертый (гранулы)	41,4	21,9
Охлажденный	30,7	21,9
Замороженный при температуре -40°C и скорости воздуха, м/с:		
0	90,4	-
5	58,9	47,7
10	49,7	41,4
15	42,4	39,9

Из приведенных данных видно, что свежий картофель обладает максимальной влагоудерживающей способностью, что характеризуется минимальной влагоотдачей (3,5-2%). В процессе хранения (к его концу) влагоотдача увеличивается и достигает 17,5-20,8%. Предварительная тепловая обработка (бланширование, варка) повышает влагоотдачу (соответственно на 4,1-12,7 и 15,7-21,9%), в то время как кондиционирование снижает ее до 21,9-30,7%.

При замораживании в плотном слое (с естественной циркуляцией воздуха) наблюдается максимальное значение влагоотдачи, что свидетельствует о минимальной влагоудерживающей способности картофелепродуктов при их восстановлении. Это результат механического повреждения кристаллами льда ткани картофеля при медленном замораживании. Увеличение скорости воздуха способствует интенсификации процесса замораживания, что, в свою очередь, уменьшает влагоотдачу картофелепродуктов при их размораживании. Это положительно сказывается на консистенции восстановленных готовых продуктов благодаря увеличению влагоудерживающей способности в 1,5-2 раза. В этом случае при снижении

или минимальной влагоотдаче в структуре картофелепродуктов наблюдаются наименьшие изменения, что позволяет получать продукты с большой технологической обратимостью.

Таким образом, предварительная тепловая обработка картофеля вносит изменения в структуру картофелепродуктов. Эти изменения стабилизируются в процессе охлаждения и быстрого замораживания, что характеризуется показателем влагоотдачи.

Одним из путей сокращения отрицательного воздействия замораживания (повышения обратимости процесса) является увеличение скорости замораживания, которое способствует сокращению длительности фазы льдообразования и формированию мелкокристаллической структуры без значительного распределения влаги в продукте, следовательно, и снижению структурных изменений [10].

В настоящее время продолжают работы по совершенствованию производства быстрозамороженного гарнирного картофеля. Традиционная технологическая схема его производства включает в себя следующие операции: мойка, сортировка, очистка, инспекция, резка, бланширование, отмывка крахмала и охлаждение, замораживание. По существующей технологии быстрозамороженного гарнирного картофеля после бланширования нарезанный картофель ополаскивают холодной водой для смыва свободного клейстеризованного крахмала и частичного охлаждения. Проведены исследования, задачи которых – сохранить свободный клейстеризованный крахмал на поверхности кусочков картофеля и подсушить его до образования плотной поверхностной пленки. Кружки картофеля \varnothing 50 мм и толщиной 10-12 мм после бланширования подсушивают в циркуляционной сушилке воздухом при температуре теплоносителя 70-110°C в плотном слое и скорости воздушного потока до 5 м/с и удельной нагрузке на сетку 30-120 кг/м². Исследования показали, что наилучшими органолептическими показателями обладают кусочки картофеля, подсушенные при температуре 80-90°C в течение 6-8 мин. Применение температурного агента ниже 80°C ведет к увеличению продолжительности процесса, получению неравномерно подсушенного продукта, большим энергозатратам. Более высокие температуры подсушки способствуют получению слишком плотного пересушенного поверхностного слоя, который плохо восстанавливается при кулинарной подготовке, ухудшает внешний вид и вкусовые качества продукта.

Исследования по изучению влияния скорости теплоносителя и удельной нагрузки на продолжительность процесса подсушивания показали, что для нарезанного картофеля допустима скорость воздуха до 3 м/с, которая обеспечивает оптимальное течение процесса поверхностного обезвоживания. Наиболее приемлемая удельная нагрузка для подсушиваемого картофеля – 30-60 кг/м², при данных параметрах продолжительность подсушки при температуре 90°С составила для нарезанного картофеля 6-8 мин. По разработанному способу замороженный с поверхностной плотной пленкой картофель при кулинарной обработке обеспечивает получение продукта с отличающимися от традиционного гарнирного картофеля сенсорными показателями – хрустящей корочкой, рассыпчатой консистенцией и полным вкусовым эффектом. Результаты исследований основных показателей качества картофеля при выбранных режимах подсушивания приведены в табл. 7.

Таблица 7

Изменение качественных показателей картофеля при различных стадиях технологической обработки

Наименование	Массовая доля (на абсолютно сухое вещество), %					
	сухих веществ	сахаров		крахмала	водорастворимых веществ	витамина С, Мг%
		редуцированных	общих			
Картофель свежий	21,9	1,41	2,87	73,52	15,98	81,48
После резки-промывки	21,1	1,27	2,79	63,35	13,0	54,4
После бланширования	22,8	1,4	2,28	53,07	17,54	43,16
После снятия поверхностной влаги	25,8	1,08	2,33	67,59	19,4	27,96
После замораживания	27,12	1,98	3,01	65,37		23,42

Из данных табл. 7 видно, что установленные режимы подсушивания обеспечивают удаление влаги с поверхности высококрахмалистых кусочков картофеля без существенного изменения их качества. В большей степени влияние оказывают способы предварительной обработки картофеля, в частности, процесс бланширования [11].

Быстрозамороженный обжаренный и необжаренный картофель перед употреблением дожаривают в замороженном виде до полной кулинарной готовности. Гарантийный срок хранения гарнирного картофеля в холодильных камерах при температуре -18°C : обжаренного – три месяца, необжаренного – шесть.

За рубежом широкое распространение получило производство сухого картофельного полуфабриката для приготовления гарнирного картофеля на предприятиях общественного питания. Сухой полуфабрикат получают путем смешивания измельченных картофельных хлопьев или гранулята, сушеного картофеля и крахмала. При кулинарной подготовке сухую смесь восстанавливают в холодной воде в соотношении: вода 1:(1,6-2,5), выдерживают в течение 10 мин для набухания, формируют с помощью специального устройства в гарнирный картофель или крекеры различной конфигурации и обжаривают в растительном масле во фритюре при 180°C . Производство гарнирного картофеля в сухом виде позволяет экономично хранить и транспортировать продукт на дальние расстояния без дополнительных затрат на холодильное оборудование.

Картофельные котлеты – формованный, быстрозамороженный обжаренный продукт, полученный из картофельного пюре с добавлением яичного порошка, муки, сухого молока и соли. Они являются полуфабрикатом для приготовления вторых обеденных блюд путем их обжаривания в масле до полной готовности. Картофельные биточки изготавливают так же, как и котлеты, только не обжаривают.

Картофель моют, очищают паровым способом, дочищают, режут на брусочки, варят в воде или паром при температуре $75-98^{\circ}\text{C}$ в течение 5-9 мин. Сваренный картофель непрерывно поступает на ленточный транспортер, под которым установлен механический дозатор смеси, состоящий из порошкообразных компонентов пшеничной муки, сухого молока, яичного порошка, соли и других продуктов, предусмотренных рецептурой. Смесь картофеля с компонентами поступает в картофелемялку, где перемешивается в однородную массу, подаваемую в котлетоделательную машину непрерывного действия, под выходным отверстием которой расположен периодически действующий проволочный нож, режущий массу на равные порции. Размеры и форма биточков обусловлены размерами и формой выходного отверстия котлетоделательной машины.

Сформированные котлеты или биточки направляют на панировочную машину, где наносят слой льезона (смесь пшеничной муки и воды). Далее продукцию направляют на транспортную ленту, покрытую панировочными сухарями, и обсыпают сухарями сверху из бункера. Картофельные котлеты после панировки поступают на обжарку, а биточки — на замораживание. Котлеты обжаривают в растительном масле при 165-195°С в течение 30-50 с.

Перед замораживанием котлеты и биточки охлаждают в камере предварительного охлаждения. Замораживание проводят в скороморозильной камере непрерывного действия при температуре от -25 до -40°С в течение 35-40 мин. Затем изделия фасуют и упаковывают. Картофельные котлеты вырабатывают также с чесноком, луком и другими добавками.

Таким образом, очевидно, что, подвергая продукт замораживанию, стремятся сохранить его питательные и вкусовые качества. Быстрое замораживание является одним из прогрессивных направлений консервирования пищевых продуктов.

Оборудование для заморозки картофелепродуктов. Для производства быстрозамороженных продуктов, полуфабрикатов и готовых блюд применяются следующие типы оборудования.

Флюидизационные скороморозильные аппараты предназначены в основном для замораживания мелкоштучного и измельченного плодоовощного сырья (в том числе картофеля фри и др.). Этот класс аппаратов обеспечивает наибольшую скорость заморозки, минимальную усушку и сохраняет высокое качество продуктов. После замораживания продукт сохраняет рассыпчатую структуру и хорошо фасуется.

Конвейерные быстрозамораживающие аппараты используются для замораживания полуфабрикатов и готовых блюд. Толщина изделий может быть до 25 мм (котлеты, биточки и др.), а длина и ширина до 100x100 мм. Эти аппараты позволяют замораживать до 80% всего ассортимента продуктов, которые традиционно замораживают на импортных быстрозамораживающих спиральных аппаратах, в том числе продуктов растительного происхождения.

Люлочные быстрозамораживающие аппараты предназначены для замораживания фасованных полуфабрикатов, гарниров и готовых блюд. Толщина изделий может достигать 80 мм. Масса одного изделия до 1 кг, время замораживания 2,5 ч [18].

Быстрое замораживание – это оптимальный способ консервирования, при котором вода, содержащаяся в клетках, не успевает организовать в большие кристаллы льда, и продукт держит форму. В продукте при низкотемпературном замораживании максимально сохраняются витамины и другие полезные вещества [5]. Криоконсервирование является наиболее усовершенствованным способом длительного сохранения сырья растительного и животного происхождения. Использование криогенных жидкостей обеспечивает прямой контакт хладагента с сырьем, что позволяет значительно снизить потери и обойтись без сложного технологического оборудования.

Линия производства гарнирного картофеля разработана НПО по продуктам питания из картофеля (НПО «Белтехнопрод», г. Минск). Для обработки картофеля (мойка, очистка, резка, промывка) используется следующее оборудование: элеватор, ванна, паровой аппарат, моечно-очистительная машина, транспортер ленточный инспекционный, корнерезка и сортировочная машина. Для бланширования, промывки и охлаждения нарезанного картофеля в линии установлены ковшовой бланширователь, отмывочная ванна с выносным транспортером-элеватором, агрегат охлаждения; для замораживания – скороморозильный аппарат. В линию включены фасовочно-упаковочный автомат и транспортирующее оборудование.

Обслуживают линию 20 человек.

Техническая характеристика

Производительность, кг/ч	1000
Мощность электродвигателей, кВт	135
Расход:	
пара, т/ч	1,5
воды, м ³ /ч	7,31
Занимаемая производственная площадь, м ²	320

Линия производства картофельных биточков включает в себя элеватор, автоматические весы, загрузочную ванну с транспортером, паровой аппарат для очистки картофеля, моечно-очистительную машину, ленточный инспекционный транспортер, резательную и сортировочную машины, бланширователь для варки картофеля, охладитель, волчок, дозатор компонентов, автомат фор-

мовки и упаковки, автомат групповой упаковки, скороморозильный аппарат, транспортирующее оборудование.

Обслуживают линию 22 человека.

Техническая характеристика

Производительность, кг/ч	600
Мощность электродвигателей, кВт	283
Расход:	
пара, т/ч	1,1
воды, м ³ /ч	4,86
Занимаемая производственная площадь, м ²	420

Линия производства вареников с картофелем и клецек предназначена для выработки продукции из свежего картофеля и из сухого картофельного пюре.

Технологическая схема предусматривает процессы подготовки тестовой оболочки и картофельной начинки, формования, замораживания, фасовки. Для подготовки картофельной начинки из свежего картофеля клубни моют, очищают, дочищают, режут, промывают, варят, измельчают в пюре, охлаждают. Лук нарезают и обжаривают в прокаленном подсолнечном масле. Картофельное пюре, обжаренный лук, черный молотый перец и соль смешивают по рецептуре. Для тестовой оболочки просеянную муку смешивают с водой, раствором соли и меланжа или яичного порошка и соли до получения пластичного теста. Тесто выдерживают и формируют вареники, которые затем замораживают, галтуют и фасуют.

Линия производства быстрозамороженных вареников с картофелем и клецек разработана на основе линии производствапельменей и фрикаделек конструкции Минского экспериментального конструкторского бюро машиностроения для мясной и молочной промышленности. Технологическое оборудование для подготовки компонентов картофельной начинки из сухого картофельного пюре дополнительно включает в себя восстановитель пюре, дозатор сухих компонентов и пассерованного лука и др.

Для подготовки картофельного пюре линия включает в себя элеватор для картофеля, автоматические порционные весы, загрузочную ванну с транспортером, аппарат паровой очистки картофеля, моечно-очистительную машину, транспортер ленточный инспекционный, машины резательную и для отмывки свободного

крахмала, бланширователь для варки картофеля. Для подготовки тестовой оболочки и компонентов начинки линия включает в себя следующее оборудование: дозатор, варочный котел, соледозировочный бачок, насос-дозатор, мукопросеивательный дозировочный агрегат, бункер для муки, тестомесильную машину. Для формования, замораживания и фасования вареников в линии установленпельменный автомат, скороморозильный агрегат, галтовочный барабан, питатель, дозатор, автомат для упаковки замороженных пельменей, автомат для групповой упаковки пачек.

Обслуживают линию 13 человек.

Техническая характеристика

Производительность, кг/ч	500
Мощность электродвигателей, кВт	210,5
Расход:	
пара, т/ч	0,6-1,1
воды, м ³ /ч	2,83
Занимаемая производственная площадь, м ²	410

За последние годы терминология подобных производств несколько изменилась. Так, изготавливаемые в Республике Беларусь линии стали называть комплексами.

Предприятия по производству замороженных продуктов относятся в основном к предприятиям, вырабатывающим продукцию с кратковременным сроком хранения или требующим для перевозки специальный транспорт. Поэтому они должны размещаться в местах ее потребления, а с развитием рефрижераторного транспорта возможно их размещение и в районах крупного производства картофеля. Как свидетельствует опыт, накопленный в отраслях сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности, где большое развитие получила агропромышленная интеграция, в рамках агропромышленных объединений эти вопросы решаются более успешно. Наиболее перспективными для организации картофелепереработки являются крупные специализированные предприятия, располагающие картофелехранилищами нужной вместимости.

Организационная разобщенность и хозрасчетная обособленность предприятий являются факторами, тормозящими развитие картофелеперерабатывающих предприятий и снижающими эффективность производства.

Одной из рациональных организационных форм в условиях индустриализации картофелеводства является создание в районах масштабного товарного производства картофеля крупных агропромышленных комплексов — комбинатов, включающих в себя три-пять крупных хозяйств, специализированных на производстве картофеля, предприятие по его промышленной переработке на продукты питания, пункты по товарной обработке картофеля, базы для откорма скота, а также автохозяйство.

4.3. Производство хрустящего картофеля

В ассортименте вырабатываемых промышленностью картофелепродуктов особое место занимают обжаренные продукты, в том числе хрустящий картофель.

Хрустящий картофель является готовым к употреблению продуктом и вырабатывается из свежего картофеля в виде ломтиков, соломки и пластинок. Изготавливается путем обжарки нарезанного свежего картофеля в растительном рафинированном масле с добавлением к готовому продукту соли или смеси соли с пряностями и вкусовыми добавками.

Технологическая схема производства хрустящего картофеля представлена на рис. 1.

Очищенный картофель режут на картофелерезке на ломтики толщиной не более 1,5 мм, соломку с поперечным сечением 4x4 или 2x4 мм, пластинки с поперечным сечением 2x10 мм.

Отсортированный нарезанный картофель (мелочь отделена на сотрясательных ситах) с помощью душевых устройств промывается в барабанах для удаления с поверхности частиц свободного крахмала и сахара.

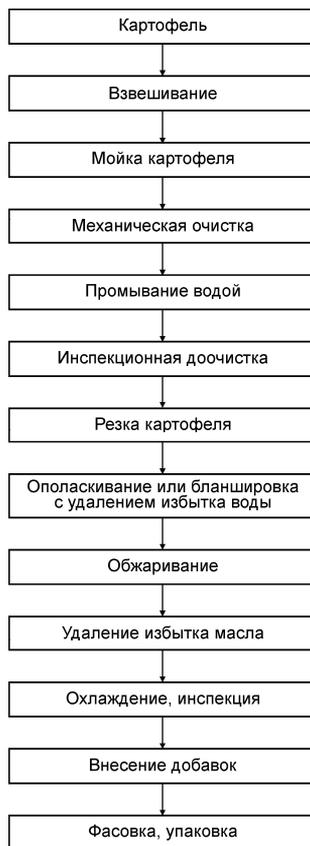


Рис. 1. Технологическая схема производства хрустящего картофеля

Избыток воды с поверхности частиц удаляется валками, покрытыми мягкой упругой резиной или другим материалом.

Нарезанный картофель обжаривают в растительном масле: ломтики в течение 2-5 мин, соломку – 5-12 мин, пластинки – 2-6 мин. Загрузка в печь производится непрерывно равномерным потоком. Уровень масла поддерживается постоянным. Масло в процессе обжаривания изменяется под влиянием высокой температуры, водяного пара, выделяющегося при обжарке продукта, света, воздуха, соприкасающегося с маслом на большой поверхности, частиц оставшегося в масле и обуглившегося продукта. О качестве масла судят по органолептическим показателям и химическому составу, в частности по цвету, прозрачности, кислотному числу. Свежее подсолнечное масло должно иметь кислотное число не выше 0,4 мгКОН. При нормальной работе оно не должно подниматься выше 3. При повышении кислотного числа масло необходимо сменить. Чтобы кислотное число масла при обжарке было невысоким, его следует заменять свежим до того, как начнется процесс разложения. Скорость замены масла определяется коэффициентом сменяемости масла K .

$$K = W / d,$$

где W – суточный расход масла, кг;
 d – среднее количество масла, одновременно находящееся в печи, кг.

Для сохранения кислотного числа на низком уровне коэффициент сменяемости должен быть не ниже 1, 2.

На выносном сетчатом транспортере с обжаренных ломтиков картофеля удаляется избыток масла, которое собирается в поддон и возвращается для обжаривания. Готовый обжаренный продукт имеет золотисто-желтый цвет и хрустящую консистенцию.

Комплекс производства хрустящего картофеля представлен на рис. 2.

Специалистами Белорусского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института питания проведены работы по интенсификации процесса обжарки при производстве картофелепродуктов.

Одним из наиболее важных компонентов при производстве обжаренных картофелепродуктов, придающих продукту определенные вкус, цвет и запах, является растительное масло. При обжарке

используются следующие виды масел: подсолнечное рафинированное или рафинированное и дезодорированное; хлопковое рафинированное; кукурузное рафинированное; соевое рафинированное (отбеленное, дезодорированное); рапсовое рафинированное и дезодорированное; оливковое рафинированное. Процесс обжарки продуктов происходит при 165°С и выше.

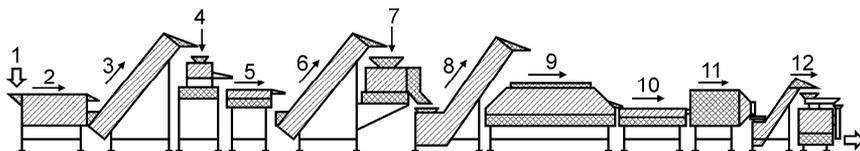


Рис. 2. Комплекс производства хрустящего картофеля:

1 – бункер (на схеме не показан); 2 – моечная машина с камнеотборником; 3 – конвейер; 4 – картофелеочистительная машина; 5 – инспекционный стол; 6 – конвейер; 7 – картофелерезка; 8 – машина для отмывки крахмала; 9 – обжарочная печь; 10 – охлаждающее устройство; 11 – дражировочная машина; 12 – упаковочная машина

Обжаривание картофеля связано с передачей тепла от основного теплоносителя (пара, газа, электрического тока) к продукту с помощью масла. Независимо от конструкции обжарочного аппарата одновременно происходят нагревание масла, соприкасающегося с поверхностью нагрева, и охлаждение его при соприкосновении с поверхностью продукта [4].

Таким образом, наблюдается сложный теплообмен от основного теплоносителя нагревательной камеры к маслу, а затем от масла к поверхности продукта и через слой корочки к центру продукта. При обжарке вначале испаряется влага смачивания, находящаяся в поверхностных слоях картофеля, загружаемого в горячее масло. При этом создается разность концентраций сока между внутренними и наружными слоями картофеля или других овощей, и капиллярная влага по межклеточным ходам диффундирует из внутренних слоев в наружные, а затем испаряется. Температура, при которой проводят обжарку, должна быть выбрана таким образом, чтобы испарение влаги с поверхности несколько опережало диффузию ее из внутренних слоев. В этом случае наружная ткань к концу обжарки подсыхает, образуя корочку золотистого цвета и специфиче-

ски приятного вкуса. Образованию корочки способствуют начальные стадии карамелизации углеводов, содержащихся в картофеле. При слишком низкой температуре обжарки процессы испарения и диффузии влаги уравниваются, обжаренный продукт получается рыхлым, корочка отсутствует, вкусовые качества такого продукта теряются.

При слишком высокой температуре обжарки влага, смачивающая поверхностные слои картофеля или овощей, быстро испаряется, капиллярная влага не успевает поступать на ее место, поверхность продукта начинает обугливаться, в то время как внутренние слои остаются еще сырыми.

Для обжарки продуктов используют паромасленные электрические печи разных конструкций. Начиная работу, ванну печи заполняют водой, затем загружают масло так, чтобы оно покрывало греющую камеру и находящиеся над камерой сетки с продуктом. Свежее масло до загрузки сырья нужно прокалить при температуре 170-180°C для удаления содержащейся в нем влаги. Если этого не сделать, то пузырьки выделяющегося при обжарке водяного пара образуют пену. Пена обладает стойкостью, так как продукт содержит белки, пектин и другие пенообразователи. При прокаливании без продукта пена легко разрушается и выделяется пар. Продолжительность прокаливании зависит от содержания влаги в масле и большей частью не превышает 1 ч. После прокаливании в печь загружают картофель и начинают обжарку. Масло в процессе обжарки изменяется под влиянием высокой температуры, водяного пара, выделяющегося при обжарке из сырья, воздуха, соприкасающегося с маслом на большой поверхности, водяной «подушки», граничащей с маслом и приводящей к образованию эмульсии масла в воде, частиц оставшегося в массе и обуглившегося продукта. Под влиянием этих факторов масло постепенно темнеет, становится густым, вязким, приобретает прогорклый вкус. Одновременно оно претерпевает глубокие химические изменения: распадается на глицерин и жирные кислоты. Глицерин, в свою очередь, подвергается распаду, образуя альдегид, называемый акролеином, который придает маслу прогорклый вкус. Свободные жирные кислоты, выделяющиеся при разложении масла, преимущественно ненасыщенные, в свою очередь, распадаются по месту двойных связей. Среди продуктов распада масла появляются альдегиды, кетоны и другие вещества. О качестве масла

в печах судят по органолептическим показателям и химическому составу, в частности по его кислотному числу.

Если кислотное число резко возрастает (доходит до 6), то масло в печи сменяют полностью, что значительно увеличивает его потери.

Для того, чтобы кислотное число масла было невысоким, нужно обеспечить быструю сменяемость его в печи, кроме этого, предусмотреть фильтрацию масла в непрерывном процессе обжарки продуктов от крошек, отдельных кусочков обжариваемого сырья.

Для исключения этих отрицательных аспектов специалистами БелНИИ пищевых продуктов разработана выносная фильтрующе-нагревательная станция для растительных масел, используемая при обжаривании продуктов.

Принцип искусственной конвекции, принятый за основу конструкции станции, обеспечивает более высокую эффективность использования источника энергии за счет развитой поверхности теплообмена; позволяет уменьшить влияние факторов, ускоряющих рост кислотного числа масла, за счет снижения степени температурного окисления и влияния местных перегревов. Непосредственный нагрев растительного масла исключает использование дорогостоящих промежуточных теплоносителей. Заложенные технические решения и принцип нагрева масла обеспечивают универсальность выносной фильтрующе-нагревательной станции и возможность ее применения не только для обжарки различных видов картофелепродуктов.

Исследованиями установлено, что принудительное движение масла в нагревательной камере позволяет улучшить качественные показатели готового продукта и масла. Однако создание первичного напора возможно с применением насоса или нагнетателя [8].

Для нагнетания масла предлагается использовать насос усовершенствованной конструкции, позволяющий работать с жидкостями высокой температуры, не прерывая работу технологического процесса производства обжаренных картофелепродуктов. Это достигается за счет конструкции крыльчатки (рабочего колеса насоса), отличительная особенность которой заключается в двухстороннем исполнении лопастей – рабочей и тыльной. Использование лопастей на тыльной стороне позволяет направить поступившее в виде утечек масло во всасывающую полость за счет динамического противодавления от центробежных сил.

В результате проведенных исследований было установлено, что применение фильтрующе-нагревательной станции в линии по производству обжаренных картофелепродуктов способствует снижению степени термического окисления, кислотного и перекисного числа масла на 5-10% за счет непрерывной фильтрации и удаления обуглившихся частиц продукта и мелочи.

Кроме того, применение в комплекте станции насоса для перекачки высокотемпературной жидкости с рабочим колесом предложенной конструкции позволяет сократить расход масла, энергозатраты, обеспечить необходимый напор высокотемпературной жидкости, снизить давление масла на уплотнения, исключить утечки и предотвратить разрушение уплотнений при соблюдении технологического процесса [9].

Однако не всегда качество выпускаемого хрустящего картофеля соответствует лучшим мировым образцам.

РУП «Инженерно-технический центр «Семплодоовощпроект» (г. Минск) совместно с Могилевским государственным университетом продовольствия провел исследования оптимальных параметров процесса производства хрустящего картофеля [14], направленные на улучшение качества выпускаемой продукции путем установления влияния различных сортов картофеля, формы и размеров кусочков картофеля, продолжительности их обжарки, температуры масла и состояния обработки на общее качество готового продукта.

Для исследований использовался картофель сортов Бриз и Скарб.

Клубни картофеля подвергали мойке, очистке, резке на лепестки и соломку различных размеров. Резаный картофель обжаривали в рафинированном дезодорированном масле до получения хрустящего картофеля. На первом этапе работы устанавливали, как влияют на качество готового продукта удельная поверхность кусочков картофеля и продолжительность их обжарки.

Исследования показали, что снижение содержания жира в готовом продукте и продолжительность процесса обжарки зависят от величины удельной поверхности обжариваемых кусочков картофеля. С увеличением площади удельной поверхности кусочков картофеля продолжительность их обжарки уменьшается, а содержание жира в хрустящем картофеле увеличивается.

Так, при удельной поверхности $20,8 \text{ см}^{-1}$ содержание жира составляет 46,2-33%, а при $8,7 \text{ см}^{-1}$ – 22,1-20,3% для температур 140-160°C соответственно (сорт Бриз). Сорт Скарб при всех прочих равных условиях отличался более высоким содержанием жира. Например, при величине удельной поверхности $14,1 \text{ см}^{-1}$ при температуре 150°C содержание жира у сорта Скарб составляло 52,3%, в то время как при этих условиях у сорта Бриз – 37,5%, т.е. в 1,4 раза ниже. Также было установлено, что с повышением температуры масла наблюдается снижение содержания жира. Например, для лепестков размером $1,5 \times 50 \text{ мм}$ при температуре 140°C содержание жира составляет 41,4%, а при температуре 160°C – 31,9% (сорт Бриз).

После проведения органолептической оценки полученных образцов хрустящего картофеля по внешнему виду, цвету, запаху, консистенции и вкусу было установлено, что высокое качество готового продукта обеспечивается при обжарке кусочков картофеля, удельная поверхность которых превышает 10 см^{-1} . Например, это лепестки толщиной не более 2 мм и соломка сечением не более $4 \times 4 \text{ мм}$. Оптимальная температура обжарки во всех случаях 150°C.

Таким образом, при снижении величины удельной поверхности с $20,8$ до 10 см^{-1} содержание жира изменяется с 39,9 до 27,8%, т.е. снижается в 1,5 раза (сорт Бриз).

Продолжительность обжарки сокращается с увеличением удельной поверхности. Например, при температуре 150°C и удельной поверхности $10,8 \text{ см}^{-1}$ она составляет 4 мин 45 с, а при удельной поверхности $20,8 \text{ см}^{-1}$ – 1,92 мин, т.е. при увеличении удельной поверхности в данном примере длительность обжарки снижается в 2,74 раза (сорт Бриз).

Исследовано влияние процесса бланширования кусочков картофеля на качество готового продукта. Оно проводилось в течение 1, 2 и 3 мин в воде температурой 80-82°C. Бланшированные лепестки обжаривали до готовности при температуре масла 150°C.

При бланшировании кусочков картофеля в течение 1 мин наблюдалось некоторое увеличение содержания жира по сравнению с небланшированными кусочками. Так, для лепестков размером $2 \times 50 \text{ мм}$ для сорта Бриз содержание жира увеличилось с 34,1 до 35,3%. При дальнейшем проведении процесса бланширования наблюдается снижение количества жира: для лепестков размером $2 \times 50 \text{ мм}$

(сорт Бриз) при бланшировании в течение 3 мин – до 27,7%, т.е. в 1,23 раза по сравнению с небланшированными кусочками, для лепестков такого же размера у сорта Скарб – в 1,41 раза по сравнению с небланшированными кусочками.

В продуктах, приготовленных из картофеля сорта Скарб, содержание жира выше. Например, лепестки размером 2x50 мм при бланшировании в течение 3 мин содержат 33,7% жира, в то время как лепестки картофеля сорта Бриз – 27,7%, что в 1,22 раза выше. Кроме того, хрустящий картофель сорта Скарб значительно уступал картофелю сорта Бриз по органолептическим показателям: имел неоднородный цвет, был неравномерно прожарен, начинал подгорать по краям.

На следующем этапе работы проводили бланшировку подсушенных лепестков картофеля. Определялась зависимость содержания жира от содержания сухих веществ при продолжительности бланширования 1; 2 и 3 мин.

При повышении количества сухих веществ в лепестках до 20-25% и бланшировании в течение 1; 2 и 3 мин наблюдалось увеличение содержания жира в готовом хрустящем картофеле: наибольшее при бланшировании в течение 1 мин, наименьшее – 3 мин. Например, при содержании сухих веществ 16,3% содержалось 44% жира, а при содержании сухих веществ 25,2% – 55,7% (продолжительность бланширования 1 мин), т.е. количество жира увеличилось в 1,27 раза. При бланшировании в течение 3 мин содержание жира составило 35,3 и 37,7% соответственно, т.е. его количество повысилось в 1,07 раза.

При содержании сухих веществ более 25% количество жира в хрустящем картофеле снижается по сравнению с первоначальным.

В результате органолептической оценки полученных образцов хрустящего картофеля по внешнему виду, цвету, запаху, консистенции и вкусу было установлено, что наиболее высокое качество готового продукта обеспечивается при обжарке лепестков картофеля с содержанием сухих веществ не более 38%. При более высоком содержании сухих веществ хрустящий картофель становится жестким и начинает подгорать.

По сравнению с небланшированными кусочками содержание жира в лепестках, прошедших сушку и бланширование в течение 1 и 2 мин, выше. Например, при содержании сухих веществ 30% со-

держание жира в небланшированных кусочках составляет 34,1%, а в бланшированных в течение 2 мин – 37,7% (сорт Бриз, 1,5х50 мм). И лишь при бланшировании в течение 3 мин количество жира снижается до 31,4%.

Таким образом установлено, что оптимальными режимами производства, обеспечивающими значительное улучшение качества готового продукта по органолептическим и физико-химическим показателям, является ресурсосберегающая технология с соблюдением следующих параметров:

обжарка кусочков картофеля, имеющих удельную поверхность не менее 10 см^{-1} ;

содержание сухих веществ в сырье 25% и выше (оптимальным содержанием сухих веществ в кусочках картофеля, обеспечивающим высокое качество хрустящего картофеля, является величина 38%);

продолжительность процесса обжарки 4,5 мин при температуре масла 150°C ;

бланширование кусочков картофеля в течение 3 мин.

Вопросу усовершенствования технологий производства картофельных чипсов из свежего картофеля и улучшения их качества в мировой практике придается большое значение. Широкие исследования проводятся по улучшению цвета хрустящего картофеля. Каждый из факторов, таких как сортность сырья, район выращивания, агротехнические приемы по его возделыванию, время уборки, возраст клубней и температура хранения, влияет на качество хрустящего картофеля. Потемнение ломтиков картофеля при их обжарке обуславливается реакцией редуцирующих сахаров и аминокислот.

С целью сохранения цвета чипсов из свежего картофеля за рубежом практикуют обжаривание ломтиков под вакуумом (Голландия), в микроволновых печах, а также с помощью инфракрасного излучения.

Обработка ломтиков в микроволновой печи значительно расширяет количество сортов, пригодных для производства хрустящего картофеля, кроме того, исключается необходимость его специального хранения перед обработкой. Хрустящий картофель получается более высокого качества, однородного светло-желтого цвета. Кроме того, подвергнутый конечной досушке в микроволновой печи, он поглощает меньше масла (примерно на 5%) по сравнению с продуктом обычной обжарки.

На рис. 3 показано распределение затрат при производстве хрустящего картофеля [22].



Рис. 3. Распределение затрат при производстве хрустящего картофеля

В США, Голландии, Германии, Беларуси и других странах чипсы вырабатывают как из свежего картофеля, так и из сухого картофельного пюре. Экструзионную технологию производства чипсов из сухих картофельных хлопьев разработала итальянская фирма «Фен». Преимущество этой технологии заключается в возможности производства чипсов в течение всего года.

4.4. Производство сухого картофельного пюре

В зависимости от формы и величины частиц, товарных и кулинарных качеств продукта, а также особенностей технологии сухое картофельное пюре в основном изготавливается в виде хлопьев, крупки, гранул, порошка и др.

Технология изготовления сухого пюре предъявляет специфические требования к сырью и процессу его переработки.

Принципиальные технологические схемы производства сухого картофельного пюре показаны на рис. 4 [13].

Технология изготовления картофельного пюре всех видов включает в себя три участка: первый — подготовка картофеля от мойки до варки, второй — подготовка пюре к сушке, третий — сушка подготовленного пюре.

Процесс подготовки картофеля от мойки до варки по всем технологиям осуществляется по одинаковой технологической схеме и

в одинаковых режимах: мойка, инспекция, очистка, сульфитация, резка, промывка, инспекция, бланширование, охлаждение, варка.

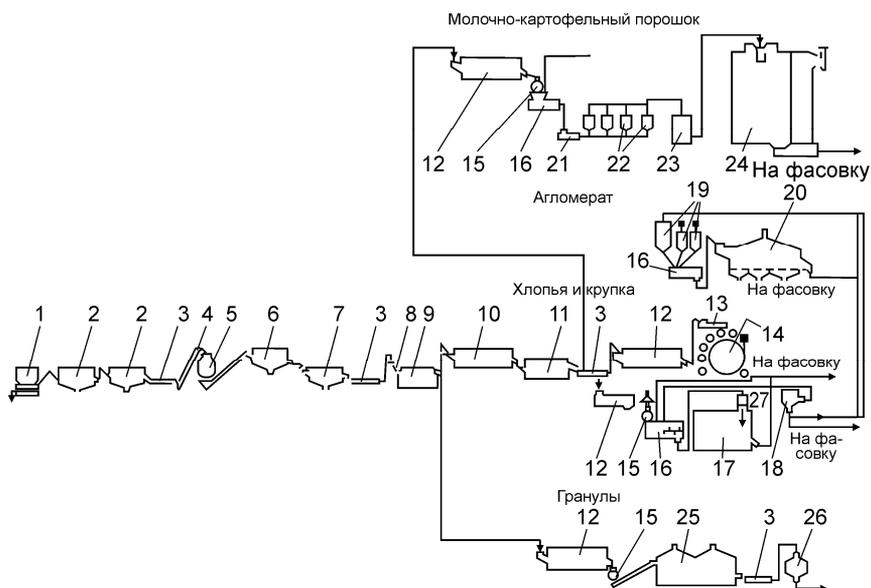


Рис. 4. Принципиальные технологические схемы производства сухого картофельного пюре:

- 1 – землекопительная машина; 2 – моечная машина;
- 3 – инспекционный конвейер; 4 – ленточный конвейер;
- 5 – агрегат для паровой очистки; 6 – установка сухой очистки;
- 7 – моечно-очистительная машина; 8 – машина для резки картофеля; 9 – установка для отмывки крахмала;
- 10 – бланширователь; 11 – охладитель; 12 – аппарат варочный с платформой; 13 – картофелемялка; 14 – сушилка одновальцовая;
- 15 – экструзионная установка; 16 – смеситель; 17 – установка сушильная; 18 – установка для фракционирования;
- 19 – бункер-дозатор; 20 – агломерационная установка;
- 21 – емкость с насосом; 22 – фильтры; 23 – ванна с подогревом;
- 24 – распылительная сушилка; 25 – ленточная сушилка;
- 26 – дробилка; 27 – гранулятор-просеиватель

Остальные технологические операции различаются в зависимости от применяемых способов сушки и конечного продукта.

Для получения продукта необходимо строго соблюдать режимы процесса производства (действовать в соответствии с инструкциями), а также осуществлять контроль производства.

Известно несколько способов производства сухого картофельного пюре, обеспечивающих получение различных видов продукта.

Особенности производства сухого картофельного пюре следующие. Все способы производства сухого картофельного пюре предусматривают обязательную очистку картофеля от кожуры, гидротермическую обработку и сушку.

Гидротермическая обработка (бланширование и варка) – важный технологический процесс.

От режима варки зависит степень ослабления связей между клетками картофеля. Сохранность картофельных клеток является одним из условий получения сухого картофельного пюре рассыпчатой консистенции. В процессе бланширования и варки в клубнях картофеля наряду с физико-химическими изменениями, которые благоприятно сказываются на качестве и сохранности готового продукта, происходят нежелательные потери пищевых веществ (особенно при бланшировании в воде), частичное разрушение витаминов (особенно витамина С) и картофельных клеток.

Важную роль в производстве сухого картофельного пюре играет сушка. Сушильный агент должен иметь температуру, при которой не происходили бы карамелизация и обугливание поверхности продукта. На этом этапе необходимо обеспечить минимальное разрушение картофельных клеток и сохранить витамины, белки, углеводы. Для сушки пюре применяют различные способы: конвективный – на ленточных, распылительных, пневматических сушилках, сушилках с кипящим слоем; контактный – на одно- и двухвальцовых сушилках. Достоинствами распылительной сушки являются: хорошее качество продукта благодаря непродолжительному контакту распыленного продукта с сушильным агентом; широкий диапазон температур сушильного агента; возможность сушки продукта, состоящего из нескольких компонентов; автоматизация процесса и простота обслуживания оборудования. Сушилки с кипящим и виброкипящим слоем наиболее широко применяются при производстве крупки и гранулята. Преимущество при производстве

крупки и гранул – исключение процесса операций доочистки картофеля за счет процесса экструдирования пюре, следующего за варкой картофеля.

Все виды сухого картофельного пюре, за исключением гранул, являются быстровосстанавливающимися в воде или в смеси воды и молока. Сухое агломерированное и сухое молочно-картофельное пюре уже содержит в своем составе молоко и не требуется его внесение при восстановлении.

Как видно из табл. 8 [7], наиболее широкий диапазон температуры восстанавливающей жидкости имеют молочно-картофельное и агломерированное пюре. Картофельные хлопья обладают наибольшей влагопоглощительной способностью. Так, например, из 1 кг хлопьев получают 6 кг восстановленного пюре, а из крупки или гранулята — 5 кг, т.е. меньше на 17%.

Таблица 8

Восстанавливаемость сухого картофельного пюре

Вид сухого пюре	Режим восстановления		
	соотношение сухого продукта и жидкости по массе, кг	температура восстанавливающей жидкости, °С	продолжительность восстановления, мин
Крупка	1:4,0	80	3,0
Хлопья	1: (4,5-5,0)	60-70	1,5
Гранулы			10 (при выдержке в термостате или термосе)
	1:4,0	100	
Молочно-картофельное пюре	1 (3,5-4)	50-100	1,5
Гранулят	1:4	60-100	1,5
Агломерированное картофельное пюре	1:4	50-100	0,5

Определяющим показателем восстановленного сухого пюре является его консистенция. Выявлено, что при содержании в продукте более 25% разрушенных клеток пюре получается клейкое, менее 6% – консистенция хорошая. Для снижения клейкости восстановленного пюре широко применяются поверхностно-активные вещества.

Сухое картофельное пюре – продукт длительного хранения. Хлопья, крупка, гранулы, агломерат являются полуфабрикатом картофельного пюре, наиболее часто применяемого в виде гарнира ко вторым обеденным блюдам.

Многочисленные работы по производству продуктов питания из картофеля показали экономическую целесообразность промышленного производства сухого картофельного пюре и применения его в общественном питании и домашних условиях. Приготовление 1 кг картофельного пюре в производственных условиях снижает трудоемкость работ на 40% по сравнению с приготовлением его на предприятиях общественного питания и в 7,1 раза – в домашних условиях.

Промышленная переработка картофеля на сухое пюре позволяет уменьшить потери картофеля при хранении и транспортировании.

Сухое пюре можно хранить до года без существенных изменений качественных показателей. Оно занимает почти в 10 раз меньше места, чем равноценное количество картофеля, удобно при транспортировании и кулинарной подготовке.

Производство картофелепродуктов из сухого картофельного пюре является целесообразным и экономически обоснованным, так как решает вопрос сезонности работы предприятий и позволяет уменьшить потери свежего картофеля в связи с быстрой переработкой его на сухое картофельное пюре и затем, в межсезонный период, на картофелепродукты.

Используя сухое картофельное пюре, можно выпускать обжаренные (чипсы, соломка), взорванные (снеки), сушеные (гарнирный картофель, крокеты, клецки, оладьи, супы и др.), замороженные (котлеты, биточки, вареники и др.) картофелепродукты.

Чипсы из сухого картофельного пюре выпускают во многих странах.

Фирма «Пфанни» (Германия), например, производит чипсы по следующей технологии.

Картофельные хлопья увлажняют холодной водой, раскатывают в лист, штампуют в кружки, обжаривают в печи на движущейся решетке. Обжарочная печь снабжена лентой из сетчатых цилиндров, прижимающих штампованные кружки к решетке и придающих им изогнутую форму.

Обжаренные чипсы укладывают в корытца, которые упаковывают в картонные шестигранные коробки с внутренним пакетом из ламинированной фольги.

Производство снеков получило широкое распространение в США, ФРГ, Франции, Голландии и Греции. Снеки выпускают в виде палочек, колечек разных конфигураций, как правило, с различными вкусовыми и ароматическими добавками.

Из сухого картофельного пюре возможен выпуск и многих других картофелепродуктов и полуфабрикатов.

4.5. Переработка картофеля на крахмал

Мировой уровень современного картофелекрахмального производства высокий. Лучшие зарубежные предприятия извлекают из картофеля до 95% крахмала, расходуют 5,5 т картофеля на 1 т сухого крахмала в среднем. Потери сухих веществ сырья составляют 1% к массе картофеля, трудовые затраты на переработку – один человеко-день на 30-40 т. Это достигается за счет хорошего качества и высокой крахмальности картофеля, совершенной технологии его переработки и утилизации отходов, высокопроизводительного оборудования и хорошей организации труда.

На отечественных предприятиях извлечение крахмала из картофеля в среднем составляет около 82% в среднем за сезон, потери сухих веществ сырья – 6-8% к массе сырья, расход сырья на выработку 1 т крахмала – 9-10 т картофеля. В среднем трудовые затраты на переработку картофеля примерно в 10 раз превышают лучшие мировые достижения [7].

Традиционный технологический процесс получения крахмала осуществляется применением большого количества громоздкого оборудования и имеет недостатки:

- на центрифугах не обеспечивается полное выделение картофельного сока – до 40% его остается в кашке;

- не полностью используются сухие вещества картофеля, на каждой стадии имеются безвозвратные потери крахмала;

- большой расход свежей воды – 10-15 м³ на 1 т перерабатываемого картофеля, что делает почти невозможной утилизацию побочных продуктов и наносит ущерб окружающей среде;

- большое количество разнотипного оборудования усложняет его обслуживание и ремонт.

Недостатки традиционной технологии исключены в принципиально новой технологии с применением гидроциклонных установок для разделения картофельной каши на крахмальную суспензию и смесь мезги с картофельным соком в удобном для их утилизации виде непосредственно из каши.

Установки типа ГУ заменяют центрифуги для выделения картофельного сока, ситовые аппараты для вымывания крахмала из каши, центрифуги для выделения соковой воды, станции для очистки крахмального молока и большое количество насосов.

Благодаря совмещению в одной установке процессов выделения крахмала из каши и промывки его водой для завода мощностью 500 т в сутки по переработке картофеля две установки ГУ-500 со вспомогательным оборудованием занимают производственную площадь около 100 м², а под оборудование по традиционной схеме вымывания крахмала на дуговых ситах на заводе такой же мощности требуется до 900 м². Это создает условия для резкого увеличения мощности предприятия и позволяет обеспечить переработку картофеля в сжатые сроки.

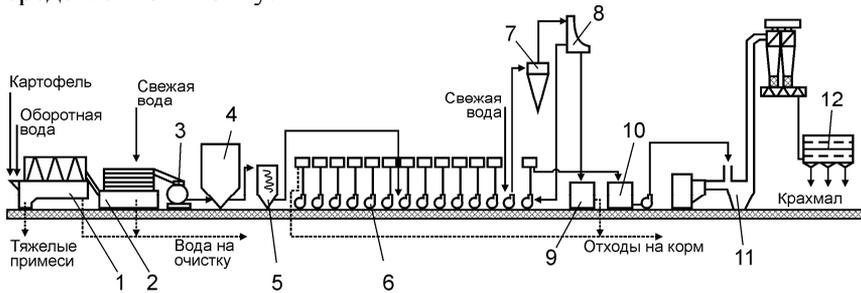
В конце XX века ГНУ ВНИИ крахмалопродуктов проводил работы по широкому внедрению новой технологии переработки картофеля с применением гидроциклонных установок разной производительности (200, 500 т) по переработке картофеля. Эту технологию освоило 70% предприятий. Позднее были разработаны установки по переработке 100, 50 и 10 т картофеля в сутки.

Линии переработки картофеля включают в себя последовательно установленные и технологически увязанные между собой блоки, осуществляющие очистку сырья от примесей, мойку и измельчение клубней, разделение каши на крахмальную суспензию и смесь клетчатки с картофельным соком, промывание и высушивание крахмала. Состав и тип используемого оборудования подбирается в зависимости от производства линии.

Технологическая схема линии по переработке 50 т картофеля в сутки приведена на рис. 5.

Картофель из бункеров поступает в камнеловушку, куда одновременно подается обратная вода. В камнеловушке из водокартофельной смеси выделяются тяжелые примеси (камни, металлические примеси, песок), а смесь подается на картофелемойку. Загрязненная вода после камнеловушки отделяется от картофеля и само-

теком поступает в отстойник, где примеси осаждаются, осветленная вода возвращается в камнеловушку, а свежая поступает непосредственно в мойку.



*Рис. 5. Схема линии по переработке картофеля на крахмал
производительностью 50 т в сутки:*

- 1 – камнеловушка; 2 – мойка; 3 – картофелетерка;
4 – сборник-накопитель; 5 – самоочищающийся фильтр;
6 – гидроциклонная установка; 7 – песковый циклон; 8 – дуговое
сито; 9 – сборник мезги; 10 – сборник крахмальной суспензии;
11 – центробежная сушилка; 12 – бурат*

Чистый картофель направляется по течке в картофелетерку, где осуществляется тонкое измельчение его. Полученная картофельная кашка плунжерным насосом подается в сборник-накопитель, из него также насосом – в самоочищающийся фильтр для очистки от примесей и далее направляется на гидроциклонную установку, где картофельная кашка разделяется на крахмал (в виде крахмальной суспензии) и смесь мезги (клетчатки) и картофельного сока.

После гидроциклонной установки крахмальная суспензия подвергается дополнительной очистке от мезги на дуговых ситах. Очищенная крахмальная суспензия поступает в сушилку со встроенной центрифугой, где происходят вначале механическое обезвоживание, а затем сушка крахмала в потоке горячего воздуха до стандартной влажности. Высушенный крахмал просеивается в бурате и упаковывается в мешки. Для мелкой расфасовки может быть использован фасовочный автомат.

Характерная особенность описанной технологической схемы производства картофельного крахмала – применение нового техно-

логического процесса выделения крахмала непосредственно из картофельной каши с использованием гидроциклонной установки. Эта установка позволяет ликвидировать в производстве значительное количество стоков и выделить ценные вещества в более концентрированном виде (6-7% сухих веществ) в количестве 120% от объема перерабатываемого картофеля. При этом расход свежей воды по сравнению с прежней технологией сокращается в 15-20 раз. Смесь мезги и картофельного сока можно использовать для скормливания животным, а выделенный из нее картофельный сок – для удобрительных поливов сельскохозяйственных угодий.

Последней разработкой ВНИИ крахмалопродуктов является линия переработки 10 т картофеля в сутки, которая может эксплуатироваться как самостоятельное производство, а также в составе комплекса по производству картофелепродуктов (хрустящий картофель, чипсы и др.) для переработки отбракованного картофеля и побочных продуктов производства. Характеристика производства картофельного крахмала мощностью 50, 200 и 500 т в сутки дана в табл. 9, перечень основного технологического оборудования линии 4500 т в сутки – в табл. 10 [7].

Таблица 9

Характеристика производства картофельного крахмала мощностью 50, 200 и 500 т в сутки (по картофелю)

Показатели	50	200	500
Производительность линии, т:			
в сутки	50	200	500
в час	2,3	9,1	22,5
Рекомендуемый режим работы	Круглосуточный, 120-150 суток в год		
Расход сырья и материалов на 1 т продукции*, т	6-7		
Требования к качеству сырья (содержание сухих веществ, заторенность и др.)	ГОСТ 26832-86		
Установленная мощность, кВт	203,15	426,5	873,8
Коэффициент одновременности работы электропотребителей	0,85	0,95	
Расход воды, м ³ /ч:			

Показатели	50	200	500
питьевой**	5,7	22,7	56,3
технической		8	
Объем стоков в канализацию:	3,45	13,7	33,8
количество взвешенных веществ, биологическая потребность в кислороде, м ³ /ч**		ХПК мг/О ₂ – 1300 БПК ₅ мг/О ₂ – 950	
Обслуживающий персонал в смену:			
численность	8	11	14
разряд	3-4		3-5
Требования к выделению участков (моечное отделение, тепловой обработки, отделение сушки, отделение фасовки и др.)	Оборотный склад картофеля; отделение сырого крахмала; отделение сушки крахмала; фасовка и склад		
Оптимальная высота помещений, м	4,5		4,5-11,5
Рекомендуемые размеры производственных площадей, м	12x48	12x54	12x66
Рекомендации по хранению сырья	Склад		Бурт
Рекомендации по утилизации отходов, тепла, очистки сточных вод	Обезвоживание и сушка мезги, полив сельхозугодий картофельным соком		
Техника и технология утилизации отходов: после очистки картофеля утилизация пены из процессовых вод и тепла	Мезгопресс и сушилка, агрохимические емкости на базе К-700		

* При крахмалистости картофеля 14%.

** В зависимости от качества перерабатываемого картофеля.

Конструкции установок и безотходная технология переработки картофеля на крахмал защищены патентами РФ и запатентованы в ряде стран [16].

По результатам научных исследований, проведенных Всероссийским научно-исследовательским институтом крахмалопродуктов, и проверок в опытно-производственных условиях определены основные пути снижения техногенного воздействия деятельности

крахмалопаточных предприятий на окружающую среду: рациональное водоиспользование, использование вторичных сырьевых ресурсов (ВСР), строительство сооружений по механической и биологической очистке сточных вод.

Таблица 10

Перечень основного технологического оборудования по переработке картофеля на крахмал производительностью 500 т в сутки

Оборудование	Тип, марка	Число
Винтовой конвейер	ПШК-400	3
Камнеловушка	ЛТП-М	1
Картофелемойка	МКБ-А	2
Картофелетерка	ПТГ-9.0	3
Сборник-накопитель: картофельной каши	$V = 6 \text{ м}^3$	1
крахмальной суспензии с мешальным механизмом	$V = 4 \text{ м}^3$	2
Комплект гидроциклонной установки		1
В том числе:		
станция гидроциклонов	ПГУ-500	1
фильтр самоочищающийся		4
гидроциклон песковый		4
сито дуговое		4
насос центробежный (ЗИП)		2
Центрифуга фильтрующая	ФГН-2001К	1
Сушилка пневматическая	ППС-75	1
Бурат-просеиватель	ПБП-30	2
Насос плунжерный	АНВ-125	4
Насос центробежный	СОТ-60	2

Рациональное водоиспользование при переработке сельскохозяйственного сырья и выработке крахмалопаточной продукции предусматривает повторное последовательное использование процессовых вод и оборотное использование воды.

ГНУ ВНИИ крахмалопродуктов разработаны технологические нормы водопотребления для выработки разных видов продукции.

При переработке картофеля на крахмал требуются большой расход воды на гидроподачу и мойку картофеля, выделение крахмала из картофельной каши, промывание мезги, рафинирование крахмала, лабораторные и хозяйственные нужды.

С использованием гидроциклонной установки значительно снизились расход свежей воды на производственные нужды и сброс сточных вод.

При работе предприятий по старой технологии с дуговыми ситами без оборотной системы транспортерно-моечных (ТМ) вод с использованием промывных вод на гидроподаче картофеля расход свежей воды составляет $15,42 \text{ м}^3$, а сброс сточных вод – $15,11 \text{ м}^3$ на 1 т картофеля.

На предприятиях, где разделение картофельной каши на смесь картофельной мезги с соком и крахмальную суспензию осуществляется на гидроциклонных установках (ПГУ) без оборотного использования осветленных ТМ вод, но с последовательным использованием моечной воды на гидроподаче картофеля, расход свежей воды составит $7,36 \text{ м}^3$, а сброс сточных вод – $6,18 \text{ м}^3$ на 1 т картофеля.

На предприятиях, работающих с ПГУ, имеющих отстойники для осветления ТМ воды и использования ее на гидроподаче картофеля, а фильтрата – на его мойке, расход свежей воды составляет $4,86 \text{ м}^3$, сброс сточных вод – $3,68 \text{ м}^3$ на 1 т картофеля.

С целью снижения вредного воздействия на окружающую среду предприятиям, перерабатывающим картофель, рекомендуется внедрять новую технологию получения крахмала с применением в технологической схеме гидроциклонной установки; для сокращения расхода свежей воды и сброса сточных вод предусмотреть строительство отстойников для осветления ТМ вод и их последующего использования в оборотном водоснабжении; организовать доочистку избыточных ТМ вод; утилизировать смесь мезги с картофельным соком в качестве корма для скота; при необходимости разделять смесь на мезгу и картофельный сок, реализовывать мезгу на корм животным, а сок направлять на удобрительные поливы по нормам, разработанным Научно-исследовательским институтом по сельскохозяйственному использованию сточных вод (НИИССВ «Прогресс»).

Следующий путь снижения техногенного воздействия деятельности предприятий крахмалопаточной промышленности – использование вторичных сырьевых ресурсов (ВСР).

При переработке картофеля образуются побочные продукты – мезга и картофельный сок.

В среднем по отрасли норматив образования в абсолютно сухом исчислении картофельной мезги составляет 3,85%, сока – 4,5% к массе переработанного картофеля.

Мезга – основной компонент сырых или сухих картофельных кормов, она также служит сырьем для производства дополнительной продукции. Для лучшего использования ее следует обезвоживать и сушить.

В свежем картофельном соке содержатся растворимые сахара (от 1,5 до 1,7% к массе картофеля): глюкоза, фруктоза, сахароза, массовая доля которых при длительном хранении клубней возрастает. Кроме того, в соке имеются кислоты: лимонная, щавелевая, яблочная, 15 аминокислот; его pH 5,8–6,6.

Мезгу и картофельный сок можно использовать как самостоятельные кормовые продукты или в смешанном виде [12].

4.6. Отходы переработки картофеля, их использование, ресурсосбережение

В связи с возрастанием объемов производства картофелепродуктов значительно увеличивается количество отходов и возрастает актуальность организации рационального использования вторичного сырья.

Наибольшее количество отходов при производстве образуется на таких операциях подготовки сырья, как мойка, инспекция, очистка от кожуры, доочистка, резка, бланширование или варка. Основная масса отходов на подготовительных операциях образуется при очистке картофеля. Количество их зависит от качества сырья и применяемого способа очистки (механический, термический и химический). В промышленности они используются как отдельно, так и в различных комбинациях.

При выработке продукции отходы получают в виде некондиционных клубней, кожуры, мезги, кусочков картофеля в виде срезов с клубней, полуклейстеризованных очисток после пароводотермической обработки картофеля.

Нормами технологического проектирования предприятий по производству картофелепродуктов предусмотрены нормативы образования, сбора и переработки вторичного сырья (отходов) (табл. 11) [19].

Нормативы образования, сбора и переработки вторичного сырья (отходов)

Наименование картофелепродуктов	Способы очистки картофеля	Норма образования вторичного сырья, %	Норма сбора вторичного сырья от массы переработанного сырья, %
Сухое картофельное пюре в виде:			
крупки	Паровой	41,5	39,3
хлопьев	- « -	43,1	40,9
гранул	- « -	37,6	35,4
Картофель гарнирный быстрозамороженный	- « -	48,5	39,3
Картофель хрустящий	Механический	66,7	46,5
Биточки картофельные быстрозамороженные	- « -	31,2	28,9
Сушеный картофель	Паровой	46,6	44,6
	- « -	33,0	30,8

Наибольшее количество отходов образуется при очистке картофеля. Например, при механической очистке картофеля при производстве быстрозамороженного гарнирного картофеля образуется более 60% отходов, в то время как при паровом способе – 48%.

При производстве картофелепродуктов следует применять ресурсосберегающие технологии и максимально использовать отходы.

В табл. 12 представлены виды отходов и способы их использования.

Часть получаемых отходов может быть использована для производства пищевых продуктов. В основном в России отходы картофеля, получаемые на консервных предприятиях, используются на корм скоту.

Отходы картофеля после механической очистки содержат значительное количество крахмала и могут использоваться для его производства. Оставшаяся после извлечения крахмала мезга отжимается на прессе и используется на корм скоту.

Отходы производства картофелепродуктов и способы их переработки

Участки образования отходов	Наименование отходов	Способы переработки
Инспекция сырого картофеля	Загнивший картофель с механическими повреждениями	На крахмал или корм картофельный сырой
Паротермическая очистка	Мезга, кусочки картофеля	На корм скоту
Инспекция резаного картофеля	Кусочки картофеля	- « -
На выходе из одно-вальцевой сушилки	Отходы картофеля сушеного и пореобразного	- « -
Инспекция перед фасовкой обжаренных картофелепродуктов	Лом, отходы жареного картофеля	- « -
После отмывочного барабана при производстве хрустящего картофеля	Крахмальное молочко	Сушка на крахмал первого сорта

Определяющим фактором в выборе и использовании отходов является их агрегатное состояние. Отходы можно разделить на твердые и жидкие фазы. Различное агрегатное состояние отходов требует индивидуального подхода к вопросам сбора и хранения их на предприятиях. Жидкие, сгущенные и твердые отходы, подвергавшиеся тепловой обработке, не подлежат длительному хранению. С повышением температуры окружающего воздуха продолжительность хранения резко падает. При хранении отходов при температуре 15-18°C в течение трех суток с доступом воздуха содержание сухих веществ уменьшается на 27,9%, общего сахара – на 66,3, крахмала – на 28,8, белка – на 30% и почти в 6 раз возрастает массовая доля органических кислот вследствие окислительных процессов и жизнедеятельности микроорганизмов. Отходы после такого срока хранения имеют неприятный запах и требуют тепловой обработки. Максимально допустимый срок хранения отходов – не более одних суток.

Исследованиями, проведенными во ВНИИПК, установлено, что наиболее эффективным способом извлечения мелкодисперсных частиц из жидких отходов является механическое осаждение их в поле действия центробежных сил. По сравнению с отстаиванием в сборниках скорость осаждения в поле действия центробежных сил возрастает в несколько раз, среднее содержание сухих веществ в сгущаемых отходах достигает 13-18%. Такой процесс осаждения позволяет полнее использовать сухие вещества картофеля и интенсифицировать технологии переработки картофеля.

Полученные сгущенные отходы представляют собой массу упругой консистенции, пригодную для реализации потребителю или к дальнейшей переработке. Химический состав сырьевых отходов картофеля (% к массе сухих веществ): крахмал – 56,80; азотистые вещества – 0,59; клетчатка – 6,99; минеральные вещества – 15,50; растворимые углеводы – 2,00; прочие вещества – 18, 12.

Во ВНИИ крахмалопродуктов разработана конструкция картофелекрахмального агрегата производительностью 25 т в сутки по картофелю для переработки отходов на крахмал.

Работа по созданию новинки вызвана следующими обстоятельствами.

Анализ деятельности действующих предприятий по производству картофелепродуктов Владимирской, Рязанской области и в г. Москве показал, что при переработке картофеля на картофелепродукты образуется большое количество отходов: некондиционный картофель после калибрования, отходы после механической чистки клубней, доочистки и их инспекции, при промывании резаного картофеля.

Ожидаемое количество крахмала, которое можно получить при переработке отходов, составит 0,34-5,47 т в сутки.

Использование нового агрегата позволит также улучшить экологическое состояние предприятия, так как при этом предотвращается накопление отходов и загрязнение окружающей среды, появляется возможность получить дополнительную продукцию – крахмал.

Так, при переработке 300 тыс. т картофеля в год на картофелепродукты количество отходов, образующихся при переработке некондиционного картофеля, составит 75 тыс. т, после механической очистки клубней – 42 тыс., после инспекции и доочистки картофеля – 28 тыс., после промывания резаного картофеля – 11 тыс. т. Пе-

переработка этих отходов позволит получить 20 тыс. т товарного крахмала [2].

Как показывает опыт зарубежных стран, наиболее экономично производство картофеля фри, так как отходы могут использоваться для выработки сушеных продуктов, крахмала и на корм скоту.

За рубежом из отходов машинной очистки картофеля получали спирт и дрожжи [23].

Особого внимания требуют быстропортящиеся отходы, которые осложняют основные процессы производства и продуктами своего разложения загрязняют атмосферу, окружающую местность и близлежащие водоемы. В крахмалопаточном производстве это, прежде всего, соковые и промывные воды. В настоящее время вторичные сырьевые ресурсы используются в народном хозяйстве в различных направлениях: для производства других видов продукции в тех же отраслях промышленности (комбикормовая, микробиологическая, химическая и др.) в переработанном или частично переработанном виде, на корм скоту и птице, в качестве удобрений.

Мезга и картофельный сок, образующиеся в крахмалопаточной промышленности, являются ценными кормовыми продуктами, содержащими крахмал, клетчатку, белки, растворимые сахара, минеральные вещества и др. Кормовая ценность 1 кг сухой мезги составляет 1 корм. ед., а 1 кг сухих веществ картофельного сока — 1,1 корм. ед. Поэтому полное использование мезги и картофельного сока для нужд животноводства является крупным резервом повышения эффективности производства крахмалопродуктов и увеличения продукции животноводства.

В отечественной практике картофелекрахмального производства мезга и картофельный сок используются в виде сырых кормов как самостоятельные продукты или в смеси при приготовлении сухой мезги, производстве углеводно-белкового гидролизата (УБГ) и сухого белкового корма. Это наиболее перспективный способ утилизации. При переработке 1 т картофеля получается 64 кг УБГ и 43 кг сухого белкового корма. Уваренный УБГ может быть использован в качестве биостимулятора при выращивании кормовых дрожжей на углеводородных средах и как заменитель красного ржаного солода при выпечке темных сортов хлеба.

Термическая коагуляция белков картофельного сока позволяет выделить из него белок и в смеси с прессованной мезгой получать высокобелковый корм в сыром и сухом виде.

Соковые воды используются в качестве удобрений для полива сельхозугодий.

Один из способов применения мезги – выращивание на ней плесневых грибов.

Набухающая мезга, предварительно обработанная калиево-алюминиевыми квасцами или глиноземом, практически не уступает по своей флотационной способности крахмалу. Упаренный клеточный сок с успехом заменяет кукурузный экстракт в производстве антибиотиков. При этом выход пенициллина составляет 145% по сравнению с использованием кукурузного экстракта. Применение концентрата клеточного сока взамен кукурузного экстракта обеспечивает более высокую активность антибиотиков.

Клеточный сок, получаемый на картофелекрахмальных заводах, является таким же ценным отходом, как и мезга. Доказано, что наиболее ценная часть белковых и минеральных веществ переходит в клеточный сок.

Концентрат клеточного сока может применяться в качестве корма, особенно для свиней и телят. По высокому содержанию лизина он близок к молоку свиноматки. Есть основание полагать, что при кормлении поросят и телят сок может заменить обезжиренное молоко и другие корма животного происхождения.

Клеточный сок можно использовать для взращивания кормовых дрожжей. Для получения дрожжей можно применять также клеточный сок в виде концентрата. Добавленный к питательной среде из свекловичной мелассы ферментированный и обработанный формальдегидом клеточный сок картофеля в количестве 10% от массы мелассы увеличивает выход дрожжевой биомассы до 30% при нормальном качестве дрожжей по хлебопекарным свойствам. Применение ферментированного с помощью молочно-кислых бактерий клеточного сока картофеля более эффективно, чем натурального.

Использование клеточного сока увеличивает содержание витамина В₁ в дрожжах.

Дефицит белка заставляет искать новые процессы получения белковых продуктов из отходов растительного сырья. Картофель-

ный белок туберин в процессе переработки картофеля сосредотачивается в основном в клеточном соке, поэтому его выделяют из сока, получая при этом высокопитательный белковый продукт.

В Японии скоагулированный картофельный белок обезвоживают и сушат. Сухой белковый продукт служит для обогащения традиционных пищевых продуктов (например, хлеба) и получения новых продуктов типа творога и сыра. Смешанные диеты из яичного белка и белка клеточного сока имеют более высокую биологическую ценность по сравнению с чистым яичным белком.

В Германии выделенный после тепловой коагуляции клеточного сока белок картофеля используют для обогащения хлебобулочных изделий.

Наиболее полно сухие вещества картофеля используются при совместном применении мезги и клеточного сока для получения кормов. При использовании мезги и клеточного сока в вареном виде в среднем за сутки надой молока увеличился на 3,7%, в сыром виде – на 2,2%, а при скармливании коровам клеточного сока в количестве 20 л в сутки прибавка надоя молока составляет до 6,4%.

В Чехии разработан способ производства кормов из прессованной мезги с последующим обогащением ее белковыми веществами, выделяемыми из клеточного сока.

Ферментированные корма, получаемые из отходов картофелекрахмального производства, готовят путем смешивания молочно-кислого клеточного сока и обезвоженной мезги, обработанной щелочно-кислотным способом с последующей ферментацией культурой плесневой амилазы.

Дрожжевой корм получают, если в ферментированную массу, охлажденную до 35°C, добавляют суспензию дрожжей, хорошо перемешивают и выдерживают в течение нескольких часов.

Особенно высокой биологической активностью обладает витамин В₁₂, который повышает усвояемость растительных белков, участвует в синтезе пуриновых и пиримидиновых оснований и нуклеиновых кислот и благоприятно влияет на обмен углеводов и жиров.

Потребление витамина В₁₂ в животноводстве ограничено, поэтому целесообразна организация производства его на заводах малой мощности, перерабатывающих до 50 т картофеля в сутки. Ус-

тановка для производства витамина В₁₂ смонтирована при крахмальном цехе колхоза «Дружба» в Чувашии.

Актуальны работы по организации комплексной переработки сырья и увеличению выработки других видов продукции с использованием вторичных сырьевых ресурсов.

Систематизация вторичных сырьевых ресурсов позволила выявить перспективу их рационального использования в пищевой промышленности и других отраслях народного хозяйства, поставить конкретные задачи перед научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими институтами, организациями и промышленными предприятиями. Разработаны технологические схемы переработки сырья с эффективным использованием отходов производства, а также проектная документация и технико-экономическое обоснование на реконструкцию и расширение действующих и строительство новых предприятий и цехов по их переработке. Многие из разработок успешно внедрены, что позволило получить сверхплановую продукцию и дополнительное сырье для отраслей народного хозяйства.

Наряду с решением задачи всемерной экономии материальных ресурсов и охраны окружающей среды безотходное производство играет большую роль в реализации Продовольственной программы России.

Перед пищевой промышленностью как важной составной частью агропромышленного комплекса ставятся задачи улучшения качества и ассортимента продукции, увеличения объемов производства пищевых продуктов, обогащения белками, витаминами и другими полезными компонентами. Эти и другие вопросы нашли отражение в целевой научно-технической программе «Развитие производства биологически полноценных пищевых продуктов на основе комплексного использования сырья и снижения его потерь». Мероприятия, предусмотренные программой, направлены на комплексное использование сырья для производства биологически полноценных продуктов питания.

Народнохозяйственная эффективность безотходных технологий заключается:

в снижении общих затрат на производство выпускаемой продукции за счет перераспределения материальных ресурсов на несколько продуктов;

- повышении производительности труда;
- экономии дефицитного сырья за счет комплексного использования его компонентов;
- расширении кормового баланса;
- сокращении удельных капитальных вложений;
- повышении продуктивности животноводства за счет рационального использования кормовых добавок;
- охране окружающей среды.

Отраслевая эффективность комплексного использования отходов заключается в снижении себестоимости выпускаемой продукции за счет уменьшения условно-постоянных расходов, более полного использования основных фондов и увеличения прибыли (рост объемов реализации продуктов из отходов в общей массе реализуемых товаров).

В ряде случаев целесообразно создавать кустовые предприятия, специализирующиеся на переработке отходов производства нескольких близлежащих предприятиях одной отрасли, например, если масса отходов, получаемых одним заводом, недостаточна для организации при нем крупного и высококорентабельного производства по их переработке. Чаще всего такая ситуация возникает в плодоовощной консервной промышленности.

Использование некоторых видов отходов пищевых производств требует определенных затрат, так как большинство из них отличается значительной нестойкостью при хранении. Например, картофельная мука и ряд других отходов в летнее время портятся за сутки. Значительное содержание воды в некоторых отходах требует больших затрат теплоты и энергии при их упаривании, внедрения специального оборудования и расширения паросилового хозяйства.

Для определения эффективности утилизации отходов и необходимых для этого капитальных вложений особое значение имеет решение следующих вопросов:

- точный учет объемов образующихся отходов (в том числе на перспективу) в целях планирования их комплексного использования;
- для вовлечения отходов в сферу материального производства для них, как и для основных материальных ресурсов, следует ввести определенный перечень требований, устанавливающий взаимо-

связь между их свойствами, сферами возможного применения и необходимой для этого их подготовки и переработки;

поскольку та или иная техника рассчитана на определенное природное сырье, как правило, отличное от состава и свойств отходов, то весьма сложным является вопрос о том, на каком предприятии (на котором образуются отходы или которое его перерабатывает) должна производиться подготовка отходов к использованию.

Большое значение при определении экономической эффективности имеет учет затрат, связанный со сбором и транспортированием отходов и побочных продуктов к местам использования. Учет этих факторов на ряде мелких предприятий может существенно сказаться на целесообразности их утилизации. В ряде случаев транспортирование отходов и побочных продуктов практически нереально, масштабы их переработки лимитированы объемами образования.

Значительный народнохозяйственный эффект может быть достигнут не только при производстве той или иной продукции из отходов, но и при ее последующем потреблении. Ведь потребитель получает ту же самую качественную продукцию, но значительно более дешевую. В результате происходят сокращение материальных затрат и увеличение чистой продукции в данном производственном звене. В свою очередь, предприятие отправляет продукцию, стоимость единицы которой значительно снижена, своему потребителю, обеспечивая существенное сокращение у него материальных затрат, и т.д. В результате создаются условия для значительного увеличения физического объема национального дохода по всему народному хозяйству.

Увеличение национального дохода является основой расширенного воспроизводства рабочей силы, повышения благосостояния, создания условий всестороннего развития личности работников производственной сферы, стимулирования роста производительности труда.

Безотходное производство способствует экономии прибавочного продукта за счет четырех главных факторов.

Во-первых, обеспечивая замену части материальных ресурсов отходами, безотходное производство позволяет сократить потребность в их дополнительном объеме. Это может быть достигнуто и

при сокращении объема самих отходов, более рациональном использовании исходных материалов.

Резервы такой экономики весьма значительны, причем их значимость для народного хозяйства все время возрастает, поскольку сырье и топливо становятся все дороже, увеличение их добычи требует от общества очень значительных дополнительных затрат.

Вторым фактором, обеспечивающим значительную экономию в результате широкого внедрения безотходного производства, является сокращение затрат на снижение отвалов, где скопились неиспользуемые отходы производства, а также уменьшение затрат, связанных с транспортировкой и ликвидацией неиспользуемых отходов производства и потребления.

Третьим фактором является сокращение затрат на ликвидацию последствий ущерба, нанесенного окружающей среде выделением вредных отходов производства.

Четвертым фактором является повышение эффективности затрат на охрану окружающей среды.

Длительное время развитие способов защиты окружающей от загрязнений вредными отходами среды шло по пути строительства очистных сооружений. Однако в последнее время становится все более очевидным, что наиболее рациональным решением проблемы является скорейшее внедрение малоотходных и безотходных технологий, т.е. ресурсосбережение.

При переработке картофеля на крахмал необходимы дальнейшее внедрение технологической схемы производства картофельного крахмала с использованием гидроциклонных установок для разделения картофельной каши на крахмальную суспензию и смесь мезги с картофельным соком, а также создание усовершенствованной технологии получения картофельного крахмала с сокращением технологического цикла, уменьшением расхода свежей воды, утилизацией побочных продуктов. Предполагается применение различных методов концентрирования малоиспользуемого отхода – картофельного сока – криоконцентрированием, мембранной фильтрацией, а также биотехнологическими методами. Расход воды сокращается при этом в 10 раз. Переход на безотходную технологию переработки картофеля обеспечит снижение себестоимости основной продукции, уменьшение количества твердых отходов на 0,65% к объему перерабатываемого картофеля, сокращение объема

сточных вод на 12,6 м³ на каждую тонну клубней. При этом снижаются загрязненность сточных вод на 0,618 усл. кг/т картофеля и экологический ущерб.

В связи с актуальностью экологической проблемы в отрасли проводятся работы по внедрению анаэробной очистки и аэробной доочистки сточных вод картофелекрахмальных предприятий.

Сточные воды переработки картофеля, их очистка и применение

Переработка картофеля сопровождается образованием большого количества сточных вод, особенно на операциях отмывки зерен крахмала. Они содержат много белков, углеводов и минеральных веществ.

При производстве крахмала из разрезанного картофеля крахмал смывают водой, а потом (в самом простом случае) его отделяют осаждением.

В Швейцарии разработан метод, который позволяет экономить эту воду. Картофель моют по возможности наименьшим количеством воды; после мойки его разрезают, дробят и получают крахмал за счет собственных соков картофеля. Содержание азота в готовом продукте – 0,03%. Сок, освобожденный от крахмала, используют в качестве удобрения.

В Голландии тоже стремятся к таким методам производства крахмала, при которых можно сэкономить воду. Размельченный картофель обрабатывают в замкнутой системе насосов и гидроциклонов, где крахмал отделяют от клетчатки, и по принципу противоположных потоков его моют свежей водой. Таким образом, вместо 8 м³ воды, необходимой для переработки 1 т картофеля, применяют 1,3 м³. Но уходящие сточные воды содержат большое количество органических веществ и солей. Указанное количество воды можно полностью очищать, и почва получит обратно минеральные вещества.

Сточные воды, остающиеся после получения крахмала, так называемые «фруктовые воды», могут быть переработаны в белки хорошего качества, пригодные для питания, а также для получения концентрата «протамилазы», содержащего 60% сухих веществ и применяемого для кормления крупного рогатого скота. В процессах концентрирования использовали мембранную технологию, вклю-

чая гиперфльтрацию. Потребность в электроэнергии при этом на 40% меньше, чем при мембранной фильтрации, и на 10% снижаются капиталовложения. При этом получают пермеат высокой чистоты, который можно возвращать в процесс.

Обзор получения картофельных белков представлен в ряде зарубежных работ. Это ценные белки, которые можно выделять из сточных вод крахмалопаточных фабрик. При этом регенерация имеет три фазы: свертывание белков, отделение/обезвоживание, сушка.

Свертывание производится тепловой обработкой после подкисления соляной кислотой ($\text{pH} = 3,5 - 4,5$) или с помощью полифосфорной, фосфорной кислот и хлорида железа -11. После применения фосфорных соединений сточные воды нельзя выпускать в городскую канализацию. Выход белков можно увеличить сгущением сока. Мембранная техника считается менее пригодной для обработки «фруктовой воды». Из воды, освобожденной от белков с помощью ионного обмена, можно получить аскорбиновую и органические кислоты, аминокислоты, калий, фосфаты. Белки можно применять в качестве основного или дополнительного питания, для людей, а картофельный белок использовать как сырье в целлюлозной промышленности. Характерные функциональные свойства этого белка делают его пригодным для питания человека, неприятный вкус, темный цвет и т.д. устраняются соответствующей технологией получения. Опасные для здоровья тяжелые металлы во время получения не концентрируются, не накапливаются и пестициды, не наблюдается остатка соланина. Если получение белков соединить с очисткой сточных вод, то процесс может быть рентабельным. Для обработки сточных вод мелких предприятий по переработке картофеля предложено производить коагуляцию в кислой среде с помощью хлорида железа-11. Завод, производящий 31 т ломтиков картофеля в сутки, мог бы получать 550 кг осадка, пригодного для кормления, который содержал бы 170 кг белков.

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЕПРОДУКТОВ

В конструкторском бюро транспортного машиностроения (КБ ТМ, г. Москва) создан комплекс производства обжаренных карто-

фелепродуктов 3Ф-ПОК производительностью 25 кг/ч хрустящего картофеля.

Однако внедрение мощных производств картофелепродуктов производительностью 100-2000 кг/ч готовой продукции может базироваться только на использовании импортного оборудования.

Научно-производственное объединение УП «Институт Плодоовощтехпроект» (НПО «Белтехнопрод») — СООО «Млеч» (Республика Беларусь) разрабатывает и изготавливает комплексы и единицы оборудования для переработки картофеля и овощей различной производительности.

Основные комплексы для производства картофелепродуктов представлены в табл. 13 [19].

Таблица 13

Комплексы для производства картофелепродуктов

Наименование оборудования	Марка	Производительность, т/ч	Габаритные размеры, мм	Занимаемая площадь, м ²	Назначение и область применения
1	2	3	4	5	6
Комплекс подготовки и очистки картофеля	Ш12-КПЗ-1	2,5 (по готовой продукции)	45000х х10000х х6000	450	Для мойки, очистки от кожуры, инспекции для отделения от посторонних примесей (солома, кожица, глазки и др.) и некондиционного картофеля (подгнивший, почерневший)
	Ш12-КПЗ-Л/01	2,5	41000х х5000х х6000	205	
	Ш12-КПЗ-Л/02	1,5	33000х х5000х х5500	165	
	Ш12-КПЗ-Л/03	1,5	45000х х10000х х6000	405	
Дополнительно: аппараты А9-КЧЯ для паротермической очистки корнеплодов					

Продолжение табл. 13

1	2	3	4	5	6
Комплекс подготовки и очистки картофеля	Ш12-КПЛ	5 (по сырью)	33100х х5600х х5510	186	Для мойки, очистки от кожуры, инспекции для отделения от посторонних примесей (солома, кожица, глазки и др.) и некондиционного картофеля
	Ш12-КПЛ-01	5	20000х х3490х х4200	70	
	Ш12-КПЛ-02	5	29700х х2610х х4100	78	
	Ш12-КПЛ-03	5	30900х х6550х х5510	202	
Дополнительно аппарат А9-КЧЯ					
Линия очистки и сульфитации картофеля	АСК-800	0,8		131	Для мойки, очистки, инспекции и сульфитации картофеля
Комплекс по производству сухого картофельного пюре в виде хлопьев и крупки	А9-КЛШ-1	0,25; 0,5		450; 760	Для подготовки, очистки, инспекции и сульфитации, резки картофеля, варки, измельчения сваренного картофеля в картофелемялке и сушки в виде пленки с последующим измельчением в хлопья, просеивания и фасования
Дополнительно: резательная машина: А9-КИП; упаковочная машина (упаковка в мешки) В6 – КЛШ/2					

1	2	3	4	5	6
Комплекс по производству сухого картофельного пюре в виде гранул	Б10-АСЛ	0,125; 0,25		280; 320	Для подготовки, очистки, инспекции, резки картофеля, варки, измельчения на роторной экструзионной установке с одновременным формованием в жгут, сушки в паровой конвейерной сушилке, измельчения блоков Вторичное измельчение на машине Ш12-КИП – для измельчения жгутов в гранулы
Дополнительно: варочный аппарат БК; сушилка конвейерная ленточная Г4-КСК-30; мешкозашивочная машина 33-ЕМ					
Комплекс по производству чипсов из сухого картофельного пюре	Ш12-КФЧ-1 Ш12-КФЧ Б10-АКЧ	0,05 0,10 0,25		50 107 78	Для измельчения картофельного пюре, подготовки, дозирования и смешивания компонентов с последующим формованием в ленту, обжариванием ленты и резкой на пластины, дражирования, фасования

Продолжение табл. 13

1	2	3	4	5	6
Комплекс по производству хрустящего картофеля	РЗ-ПО-К	0,25	150	50	Для подготовки, очистки картофеля механическим способом, калибровки и резки его на дольки, соломку, пластинки, отмывки их от крахмала, удаления излишков воды, обжарки, удаления избытков масла, добавления соли, специй, охлаждения и фасования
	РЗ-ПО-К	0,05		80	
Дополнительно упаковочный автомат УПА-3		0,10			
Комплекс по производству картофеля быстрозамороженного гарнирного	Ш12-КЛЖ	1		350	Для резки на столбики картофеля – очищенного, отмытого, проинспектированного и откалиброванного, бланширования, промывки холодной водой, обдувки, замораживания в скороморозильном агрегате и фасования
Дополнительно: скороморозильный агрегат РЗ-АС1-П; автомат для фасования и упаковывания А5 АРВ-4					

1	2	3	4	5	6
Комплекс по производству биточков быстрозамороженных: на основе свежего картофеля на основе сухого картофельного пюре Дополнительно скормозильный аппарат Ш12-АСМС-000-1	Ш12-ВКБ	0,6 0,6		420 360	Для варки предварительно подготовленного на комплексе подготовки и очистки отмытого сырья, измельчения сваренного картофеля на роторной экструзионной установке, дозирования и смешивания пюре и других компонентов, формования биточков, льезонирования, панировки, замораживания, упаковывания в потребительскую и транспортную упаковку
Комплекс по производству биточков картофельных быстрозамороженных на основе сухого картофельного пюре Дополнительно скормозильный аппарат		0,6		360	Для дозирования и смешивания сухого картофельного пюре и компонентов по рецептуре с водой, для восстановления пюре, формования, льезонирования, панирования и упаковки биточков

1	2	3	4	5	6
<p>зильный аппарат Ш12-АСМС-000-1</p> <p>Комплекс по производству клецек картофельных быстрозамороженных:</p> <p>на основе сухого картофельного пюре</p> <p>на основе свежего картофеля</p> <p>Дополнительно:</p> <p>скороморозильный аппарат РЗ-АС1; подъемник – В2-ФПЗ-4,0;</p>		<p>0,2</p> <p>0,2</p>		<p>240</p> <p>300</p>	<p>Для дозирования и смешивания сухого картофельного пюре, сухих компонентов (мука пшеничная, яичный порошок, соль поваренная, крахмал – предварительно просеянные и прошедшие магнитную сепарацию) и воды по рецептуре, формования, резки, обдувки холодным воздухом, замораживания, фасования и укладки</p> <p>Для варки (предварительно подготовленного на комплексе подготовки и очистки отмытого сырья), измельчения, дозирования и смешивания пюре и других компонентов, формования, резки, замораживания, фасования и упаковывания</p>

1	2	3	4	5	6
<p>формователь (пресс макаронный модернизированный) ЛПЛ-2М; автомат упаковочно-расфасовочный А5-ФПА-3</p>					
<p>Комплекс по производству вареников быстрозамороженных с картофелем на основе сухого картофельного пюре или свежего картофеля</p>	<p>ВК-20</p>	<p>0,5 0,02</p>		<p>384 4</p>	<p>Для изготовления начинки из сухого картофельного пюре (проинспектированного, прошедшего магнитную сепарацию), восстановления пюре, смешивания с компонентами или для изготовления начинки из свежего картофеля (прошедшего через комплекс подготовки и очистки картофеля, варочный аппарат, экструзионную установку), дозирования, смешивания с компонентами и формования</p>

1	2	3	4	5	6
Дополни- тельно: Фаршеме- шалка Л5ФМУ- 335; формо- вочный агрегат В2- АПЛ/3; тестоме- сильная машина Р3- ХТИ-3; скоромо- розиль- ный агре- гат В2- АПЛ/1; галтовоч- ный ба- рабан В2- АПД/2; транспор- тер В2- АПЛ/5; питатель; весовой дозатор; термо- изоляци- онная ка- мера; аппарат для упа- ковки за- морожен-					Для изготовления тестовой оболочки, формования кле- цек напельменном аппарате, замора- живания, обработ- ки (шлифования) поверхности кле- цек, фасования, упаковывания

1	2	3	4	5	6
ных пель- меней А-5- ФПА/3; автомат для груп- повой упаковки пачек А-5 ФПА-4					

Примечание. При выборе оборудования следует уточнять, выпускается ли интересующее заказчика оборудование.

Для подготовки и переработки картофеля на картофелепродукты используется также следующее технологическое оборудование:

участок утилизации картофельных отходов (накопление отходов, отделение воды, отстаивание, дробление твердой фракции, центрифугирование, конечный продукт – сырой корм, содержащий не менее 15% сухих веществ);

машины моечные с камнеотборником барабанного типа различной производительности (1-10 т/ч по сырью) для мойки картофеля и овощей с твердой структурой, поступающих на дальнейшую переработку;

машины моечные барботажные различной производительности для мойки ягод в воздушно-кипящей среде;

машины моечные вибрационные различной производительности для мойки зелени и трав путем вибрации и душирования;

машины очистительные абразивные различной производительности для очистки корнеклубнеплодов;

инспекционные конвейеры различной производительности для инспекции и доочистки овощей с последующим душированием;

машины резательные различных типов и производительности для резки овощей и моркови на лепестки, кубики, соломку различных размеров;

машины для отмывки крахмала различной производительности для отмывки свободного крахмала картофеля после нарезки;

бланширователи различной производительности для обработки картофеля и овощей горячей водой либо паром;

сульфитаторы различной производительности для обработки очищенных овощей биологически активными веществами, предохраняющими их от быстрой порчи и изменения цвета;

варочные аппараты различной производительности для варки картофеля и овощей до полной готовности;

экструзионные машины различной производительности для автоматической доочистки вареного картофеля от кожуры и глазков глубокого залегания с одновременным разминанием и выдавливанием картофельных гранул;

картофелемялки различной производительности для разминания вареного картофеля в пюре;

обжарочные печи различных типов и производительности для обжарки картофельных чипсов, картофеля фри, формованных чипсов, пеллет;

дражировочные машины различных типов и производительности для нанесения пищевкусовых добавок на различные виды пищевых продуктов;

формователи различных типов и производительности для формования полуфабрикатов картофелепродуктов;

экструдеры различной производительности для экструдирования полуфабриката – пеллет, сухарей;

сушильные установки различных типов и производительности, барабанные, ленточные для сушки картофеля, овощей, зелени, пеллет, макарон и т. п. в виброкипящем слое, с автономным нагревом теплоносителя, одновальцевые – для сушки картофельного пюре в виде хлопьев и модифицированного крахмала;

питатели, транспортеры различных типов и производительности для обеспечения непрерывной работы единиц оборудования в составе комплексных линий.

6. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ

Продовольственная безопасность страны определяется как способность государства стабильно удовлетворять потребность населения в продуктах питания в объеме, ассортименте, качестве, достаточных для физического и социального развития личности.

Консервирование холодом – самый распространенный и эффективный метод сохранения качества животного и растительного сырья. Также важно хранение сырья в охлажденном состоянии.

ГУ КНИИХП СП (г. Краснодар) разработал способ предварительного охлаждения сырья на период транспортировки и его последующего замораживания до $-18...-20^{\circ}\text{C}$ с помощью твердого гранулированного диоксида углерода. Новая технология криоконсервирования сырья позволяет существенно сократить потери и повысить качественные характеристики замороженных полуфабрикатов [24].

При замораживании и охлаждении плодоовощного сырья в последние годы особое внимание уделяется экологически безопасным системам охлаждения. Технология быстрого замораживания во флюидизационном слое продукции растительного происхождения в последние годы была реализована в созданной установке с воздушным турбохолодильным агрегатом (ВТХА). Флюидизационная скороморозильная установка включает в себя холодильную камеру, винтовой компрессор, блок осушки сжатого воздуха, турбодетандер с масляным агрегатом. Установка работает в диапазоне температур $-60...-64^{\circ}\text{C}$ и скорости потока воздуха от 5 до 15 м/с. Конечная температура замораживания -18°C . Контрольные партии сырья (К) замораживали в неподвижном слое в традиционной холодильной камере при температуре воздуха -25°C и скорости потока 3 м/с. Замороженную продукцию хранили в пакетах из пищевого полиэтилена в низкотемпературной камере при -18°C в течение семи месяцев. Органолептическая оценка дефростированной продукции показала, что опытные образцы (O_n) (замороженный картофель, например) сохраняют 100%-ный уровень показателей внешнего вида, окраски, консистенции и вкуса и характеризуются более высоким уровнем сохранения физико-химических показателей (табл. 14).

Замороженная при -60°C растительная продукция характеризуется при дефростации меньшей, чем в контроле, влагоотдачей, что свидетельствует о лучшем сохранении структуры растительного сырья. В опытном варианте после замораживания выявлено более значительное снижение микробиологической обсемененности растительного сырья, чем в контроле, в том числе у картофеля – в 10 раз, моркови – в 1,6, земляники – в 5 раз. Количество жизнеспособ-

ных спор плесневых грибов сокращалось в новом варианте в 2-3,4 раза по сравнению с контролем [25].

Таблица 14

Влияние способа замораживания на физиолого-биохимические показатели дефростированной растительной продукции

Наименование продукции	Сухие вещества, %		Сухие растворимые вещества, %		Влагоотдача при падающей нагрузке, %	
	O _п	K	O _п	K	O _п	K
Картофель	17,5	17,3	4,7	3,45	29,7	33,3
Морковь	10,62	10,08	11,45	9,23	53,1	55,6
Клюква	12,78	12,74	8,3	8,0	55,8	56,2
Земляника садовая	8,85	7,74	8,3	8,05	42,7	43,9

Примечание. O_п – опытный образец; K – контрольный образец.

ГНУ ВНИИКОП (г. Видное) разработал технологию подсушенных и замороженных плодовоовощных полуфабрикатов (в том числе из картофеля) 30-70%-ной относительной влажности. Важнейшим процессом промышленного производства картофеля фри промежуточной влажности является подсушка, заменяющая пассерование продукта перед заморозкой. Комплекс физико-химических и органолептических исследований показал конкурентоспособность выработанного полуфабриката из картофеля и гарантии высокого качества его после традиционной кулинарной обработки.

Производство продукции промежуточной влажности из картофеля (бланшированный, подсушенный, замороженный полуфабрикат) в настоящее время осуществляют во многих странах Европы и Америки.

Технология производства полуфабриката заключается в том, что картофель моют, очищают, инспектируют, нарезают, бланшируют, предварительно обжаривают, замораживают, фасуют и хранят в морозильных камерах; 1 кг замороженного полуфабриката заменяет 1,8-2,1 кг неочищенного свежего картофеля. Однако у данной технологии имеются существенные недостатки – для предварительного обжаривания используют дорогостоящие обжарочные туннели и очищенное рафинированное растительное масло, которое при высоких температурах (170-180°C) быстро теряет свои

свойства и после трех-четырех циклов обжаривания подлежит замене.

Новая технология производства продукта промежуточной влажности (бланшированный, подсушенный, замороженный полуфабрикат) из картофеля является перспективной, позволяет минимизировать удельные энергозатраты (в 1,5 раза по сравнению с традиционной сушкой и в 1,2 раза по сравнению с традиционной заморозкой) и вырабатывать продукт стабильного качества и длительного хранения (до одного года) в промышленных условиях. При этом доставка замороженной продукции потребителю с центрального склада до холодильного прилавка в супермаркете должна осуществляться через правильно организованную эффективную холодильную цепочку с использованием термоконтейнеров. Например, программа серийной продукции фирмы «Regamaх» (Германия) охватывает контейнеры вместимостью от 170 до 1600 л с хладагентом (лед из CO₂) для предельно гибкой организации транспортного потока замороженной продукции.

На базе ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» были проведены исследования по заморозке мелкоштучных пищевых полуфабрикатов (пельмени, драники и клецки) вакуумно-сорбционным и вакуумным способами. Метод вакуумного замораживания для большинства твердых пищевых продуктов является предпочтительным, так как при этом не образуются крупные кристаллы льда, которые могут изменить их структуру. Замораживание происходит равномерно и быстро в связи с тем, что при испарении отбор жидкости происходит от самого продукта, сокращается длительность процесса и уменьшаются энергозатраты на его осуществление. На первой стадии вакуум-сорбционной заморозки использовалась установка вакуумной кондуктивно-сорбционной сушки. В результате стационарное распределение температуры по толщине продукта (клецки) наступало в среднем за 18 мин и составляло -8°C, при этом наблюдалась значительная усушка. Для клецек снижение массы в результате интенсивного испарения воды составляло 14%. В дальнейшем проводили заморозку полуфабрикатов вакуумным способом в две стадии: первая стадия – намораживание ледяной корочки на полуфабрикат при атмосферном давлении, вторая – домораживание под вакуумом. В установке задействован вакуумный насос НВР-5Д с системой газобалласта, допол-

нительно установлена ловушка с жидким азотом. Необходимость применения азотной ловушки обусловлена наличием ограничения массового расхода в области низких давлений, а также возможным кратковременным превышением производительности газобалласта по конденсату (5-10 г/ч). При двухстадийной заморозке и предварительном увлажнении снижение массы полуфабриката уменьшается в 7-14 раз [22].

Все природные системы и материалы построены на нанообъектах (материальных телах с размером частиц меньше 100 нм). Именно в наноразмерном интервале на молекулярном уровне природа «программирует» основные характеристики веществ, явлений и процессов. Нанонаука, родившаяся на стыке знаний в области физики, химии, материаловедения, биологии, электронной и компьютерной техники, должна привести к созданию принципиально новых технологий и производств XXI века. Первая конференция специалистов пищевой промышленности с названием «Nano-Food» 2005 прошла 20-21 июня в голландском местечке Wageningen. Обсуждалась уникальная возможность тотального мониторинга в реальном времени качества и безопасности продуктов питания непосредственно в процессе производства. Речь идет о диагностических машинах с применением различных наносенсоров, или так называемых квантовых точек, способных быстро и надежно выявлять в продуктах мельчайшие химические загрязнения или опасные биологические агенты. И производство пищи, и ее транспортировка, и методы хранения могут получить свою порцию инноваций от нанотехнологической отрасли. Наночастицы могут целенаправленно использоваться для доставки к точно выбранным частям организма полезных веществ и лекарств [4].

При разработке новых ресурсосберегающих технологий приоритетными задачами по-прежнему остаются создание и усовершенствование безотходных экологически чистых технологий переработки с получением из вторичного сырья набора белковых кормовых и пищевых продуктов и т.д.

Выставка Agrofarm, состоявшаяся в Москве 20-22 мая 2009 г., еще раз показала заинтересованность в переработке и утилизации отходов в сельском хозяйстве и перерабатывающий промышленности в кормовые добавки и комбикорма. Представленная перспективная технология микробиологической переработки отходов по-

зволяет решать экологические вопросы, проблему с кормами, повысить рентабельность и снизить общие затраты на выращивание животных, получить высокий доход от реализации кормовых добавок и комбикормов.

Технология микробиологической переработки отходов заключается в следующем: смесь растительных и пищевых отходов в специальных реакторах подвергается воздействию комплексных ферментных препаратов и микроорганизмов. В результате действия ферментов сложные полисахариды расщепляются до простых сахаров, на основе которых в дальнейшем синтезируется кормовой белок, который и является высококачественной кормовой углеводно-белковой добавкой. При этом любое растительное сырье и его производные доступны для микробиологической биоконверсии в углеводно-белковые корма и кормовые добавки для свиней, КРС, рыбы и птиц.

Получаемая кормовая добавка УБК (углеводно-белковый концентрат) характеризуется высокой питательностью и усвояемостью – протеин 18-28%, жир – 6-8, клетчатка – 6-9%; низкими энергетическими и ферментными затратами на переваривание корма; высокой биологической активностью; привлекательным для животных запахом ржаного хлеба. Гулькевичский крахмальный завод реализовал такое производство с привлечением фирмы «Биокомплекс» [17].

Фирма «Биокомплекс» предлагает эффективное решение по переработке жидких отходов пищевых производств в сухую кормовую добавку для сельскохозяйственных животных. Процесс основан на предварительном разделении и отжиме с последующей низкотемпературной сушкой твердой фракции. Производительность сушильного модуля по испаренной влаге 1000 кг/ч. Для переработки пригодны фруктовый жмых, картофельная пульпа и т.п. Кроме того, фирма предлагает теплогенераторы, работающие на отходах. Пиролизные тепловые агрегаты Биокомплекс представляют собой тепло- и парогенераторы для отопления помещений, сушилок и сушильных камер, получения тепловой энергии, пара и горячей воды. В качестве топлива используются отходы сельского хозяйства, деревообработки, растениеводства и пищевой промышленности (опилки, солома, шелуха, лузга, кочерыжки, корзинки, твердая фракция навоза, подстилочный навоз-помет и другая сыпучая растительная биомасса) [6].

В последние годы картофель в диетическом питании рассматривается как одна из важнейших культур с высоким потенциалом содержания антиоксидантов (антоцианов и каратиноидов), укрепляющих иммунную систему человека. Диеты, богатые антиоксидантами, снижают риск ряда заболеваний.

В связи с этим начали развиваться селекционные программы в направлении создания сортов картофеля с пигментированной мякотью. Сорта с желтой, красной, фиолетовой мякотью существенно превосходят сорта с белой мякотью по содержанию антоцианов и каратиноидов.

В ближайшей перспективе можно ожидать, что сорта картофеля с пигментированной мякотью будут приобретать все большую популярность в диетическом питании.

Новым направлением в использовании продукции растениеводства, в частности, картофеля и его отходов является получение биоэтанола. Картофель – культура, широко распространенная в регионах рискованного земледелия России, дающая стабильный урожай. Ее использование для технических целей может оказать существенное влияние в энергетическом секторе страны. Это позволяет по-новому взглянуть на перспективность картофеля [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для увеличения объемов и конкурентоспособности отечественной продукции, определяемой качеством сырья, необходимо создание высокорентабельных предприятий (агротехнохолдингов), выращивающих и перерабатывающих картофель лучших российских сортов по безотходным и малоотходным технологиям.

Создание сырьевой базы с набором соответствующих сортов и технологий выращивания картофеля является первоначальным этапом в развитии переработки картофеля.

Переработка картофеля в различные виды продуктов и полуфабрикаты экономически целесообразна. В России объемы производства продуктов питания из картофеля постепенно увеличиваются. Например, выпуск картофелепродуктов в 2008 г. составил более 100 тыс. т.

Тенденции увеличения и расширения производства продуктов питания из картофеля определяются следующими факторами:

- промышленная переработка позволяет сократить вместимость хранилищ и снизить транспортные расходы;

- исключается значительная часть потерь картофеля при хранении;

- появляется возможность обогащения картофелепродуктов витаминами и другими добавками;

- создаются условия для комплексной переработки сырья с полной утилизацией, рациональным использованием отходов и созданием запасов продуктов из картофеля на случай неурожая.

При производстве продуктов питания из картофеля в промышленных условиях их себестоимость снижается по сравнению с их производством на предприятиях общественного питания.

Ресурсосберегающие технологии в значительной степени связаны с комплексной переработкой сырья, созданием малоотходных и безотходных технологических процессов, утилизацией отходов и побочных продуктов.

В связи с возрастающими объемами производства картофелепродуктов значительно увеличивается количество отходов и возрастает актуальность использования вторичного сырья.

Количество отходов, а также уровень их использования в значительной степени влияют на себестоимость продукции, что, в свою

очередь, требует совершенствования технологии переработки сырья и утилизации отходов.

С целью наибольшего использования исходного сырья разработаны и внедряются в производство ресурсосберегающие технологии комплексной переработки, которые предусматривают наиболее полное использование полезных компонентов, содержащихся в сырье и отходах.

Глубокая переработка картофеля на сухие и быстрозамороженные картофелепродукты позволяет снижать потери картофеля при хранении, транспортировке и переработке.

Например, при производстве хрустящего картофеля без ухудшения качества при толщине долек 1,2 мм достаточно очищать до 80% поверхности клубней, при этом величина отходов снижается в несколько раз по сравнению с полной очисткой.

Технология быстрого замораживания является ресурсосберегающей и наиболее эффективной с точки зрения снижения потерь и сохранности полезных питательных веществ. Производство быстрозамороженных продуктов отличается простотой и эффективным использованием сырья. Форсированный режим быстрой заморозки сокращает потери массы до 1,5%, тогда как при обычном замораживании они составляют до 10%.

Новая технология производства продуктов промежуточной влажности (бланшированные, подсушенные, замороженные полуфабрикаты) из картофеля позволяет снизить удельные энергозатраты (в 1,5 и 1,2 раза по сравнению с традиционными сушкой и заморозкой соответственно).

Эффективна заморозка полуфабрикатов (клецки, драники и др.) вакуумным способом в две стадии. При этом способе снижаются потери массы полуфабрикатов в 7-14 раз.

Внедрена в промышленность принципиально новая безотходная технология производства картофельного крахмала, основанная на применении гидроциклонных установок. При этом расход свежей воды по сравнению с прежней технологией сокращается в 15-20 раз, значительно уменьшается количество сточных вод, а получаемые сконцентрированные побочные продукты (7-10% сухих веществ) реализуются на кормовые цели.

Применение ресурсосберегающих технологий переработки картофеля обеспечивает снижение расхода сырья, увеличение выхода

продукции из единицы сырья за счет использования вторичных сырьевых ресурсов (отходов основного производства) для выпуска продуктов пищевого, кормового и технического назначения. Немаловажное значение имеют также утилизация побочных продуктов, в том числе сточных вод, и снижение экологических нагрузок на окружающую среду.

Литература

1. Агропромышленный комплекс России в 2007 г. / Минсельхоз Российской Федерации. – М., 2008. – С. 14, 30, 31.
2. ВНИИ крахмалопродуктов. Эффективная конструкция / Пищевая пром-сть. – 2009. – № 4. – С. 69.
3. **Гракович Ю.С., Сороко О.Л.** Исследование замораживания пищевых полуфабрикатов вакуумным способом: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов» / Междунар. науч.-практ. конф. 15-16 сентября 2008 г. – С. 48-50.
4. **Гудима А.И.** Нанотехнологический подход к конструированию пищевых продуктов: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов» / Междунар. науч.-практ. конф. 15-16 сентября 2008 г. – С. 54-56.
5. **Ищенко Е.П., Кицук С.В.** Конструирование рецептур пищевых продуктов: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов» / Междунар. науч.-практ. конф. 15-16 сентября 2008 г. – С. 88, 89.
6. Каталог фирмы «Биокомплекс». Переработка и утилизация отходов. – 2009. – С. 10-11.
7. **Королев Д.Л., Симакон Е.А., Старовойтов В.И.** и др. Картофель и топинамбур – продукты будущего. – М., 2007. – С. 37, 107, 108, 124, 136, 137.
8. **Ловкис З.В., Бердышев В.Е., Костюченко Э.В., Дейнега В.В.** Гидравлика и гидравлические машины. – М., 1995.
9. **Ловкис З.В., Пашкевич Н.И.** Интенсификация процесса обжарки при производстве картофелепродуктов. Вестн. Национальной акад. наук Беларуси. – 2005. – № 3. – С. 114-116.
10. **Луговая Н.П.** Влияние технологической обработки на влагоудерживающую способность картофеля и замороженных картофелепродуктов: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов» / Междунар. науч.-практ. конф. 15-16 сентября 2008 г. – С. 155, 156.
11. **Луговая Н.П., Белоусова Н.В.** Влияние предварительной обработки на качество замороженного картофеля: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и пе-

переработки пищевых продуктов» / Междунар. науч.-практ. конф. 15-16 сентября 2008 г. – С. 157, 158.

12. **Лукин Н.Д., Кривцун Л.В.** Основные пути снижения техногенного воздействия крахмалопаточной промышленности на окружающую среду / Пищевая пром-сть. – 2007. – № 7. – С. 30, 31.

13. **Мазур А.М.** Машины и оборудование для переработки картофеля. Монография. – М., 1999. – С. 76.

14. **Мазур А.М., Прохорцева Т.В.** Исследование оптимальных параметров процесса производства хрустящего картофеля / Хранение и переработка. – 2009. – № 2. – С. 16, 17.

15. Материал сайта <http://www/fao/org/news/story>. 2009. – 3 с.

16. Материал сайта <http://www.arrisp.ru> 2009. – 1 с.

17. Материал сайта <http://www.prime-tass.ru>. 2009 – 2 с.

18. **Михайлюта Л.В., Павлова Г.Н.** Быстрая заморозка в области переработки и хранения сельскохозяйственной продукции: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов» / Междунар. науч.-практ. конф. 15-16 сентября 2008 г. – С. 171-173.

19. Нормы технологического проектирования предприятий по производству картофелепродуктов. – М., 2005. – С. 116-119, 80-91 (комплексы).

20. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А.** Переработка картофеля экономически целесообразна / Картофель и овощи. – 2008. – № 7. – С. 2, 3.

21. **Седова В.И., Давыденко О.Н.** и др. Оценка сортов и гибридов на пригодность к промпереработке. Сорты селекции ВНИИКХ / Картофель и овощи. – 2008. – № 7. – С. 9.

22. **Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Старовойтов В.И.** и др. Переработка картофеля – стратегический путь развития картофелеводства России. – М., 2006. – С. 105, 142, 143.

23. Технологические, технические и организационные вопросы применения безотходных технологий и использование отходов на пищевые и кормовые цели: Обзор. информ. – Будапешт: Центр информации МСХПП, 1982.

24. **Шаззо Р.И., Троянова Т.Л.** Особенности консервирования растительного сырья холодом: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов» / Междунар. науч.-практ. конф. 15-16 сентября 2008 г. – С. 253.

25. **Шишкина Н.С., Лежнева М.Л., Карастоянова О.В., Венгер К.П., Феськов О.А.** Новая технология производства быстрозаморо-

роженных овощей и ягод с применением экологически безопасной турбо-холодильной системы охлаждения: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов» / Междунар. науч.-практ. конф. 15-16 сентября 2008 г. – С. 261, 262.

26. 2008 год – Международный год картофеля. По материалам группы «Красстьянские ведомости» / Картофель и овощи. – 2008. – № 1. – С. 2.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Состояние производства и переработки картофеля	3
2. Виды картофелепродуктов	9
3. Требования к картофелю, предназначенному для переработки на картотелепродукты	11
4. Ресурсосберегающие технологии переработки картофеля	13
4.1. Подготовительные операции	13
4.2. Производство быстрозамороженных продуктов из картофеля	15
4.3. Производство хрустящего картофеля	27
4.4. Производство сухого картофельного пюре	36
4.5. Переработка картофеля на крахмал	41
4.6. Отходы переработки картофеля, их использование, ресурсосбе- режение	48
5. Технологическое оборудование для производства картофелепродук- тов	60
6. Перспективные направления переработки картофеля	70
Заключение	77
Литература	80

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор — чл.-корр. Россельхозакадемии,
д-р техн. наук, проф. **В.Ф. Федоренко**

Заместители главного редактора:

д-р техн. наук, проф. **Д.С. Буклагин**, д-р с.-х. наук, проф. **М.С. Бунин**

Члены редколлегии:

д-р техн. наук, проф. **И.Г. Голубев**; акад. Россельхозакадемии,
д-р техн. наук, проф. **М.Н. Ерохин**; д-р техн. наук **А.Ю. Измайлов**;
акад. Россельхозакадемии, д-р техн. наук, проф. **Н.В. Краснощеков**;
акад. Россельхозакадемии, д-р техн. наук, проф. **Ю.Ф. Лачуга**;
акад. Россельхозакадемии, д-р экон. наук, проф. **Н.М. Морозов**;
акад. Россельхозакадемии, д-р техн. наук, проф. **В.Д. Попов**;
акад. Россельхозакадемии, д-р техн. наук,
проф. **Д.С. Стребков**; акад. Россельхозакадемии, д-р техн. наук,
проф. **В.А. Сысуев**; акад. Россельхозакадемии, д-р техн. наук,
проф. **В.И. Черноиванов**; **О.И. Черенкова**

Ольга Семеновна Серпова,
Лидия Александровна Борченкова

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ

Научный аналитический обзор

Редактор *В.И. Сидорова*
Художественный редактор *Л.А. Жукова*
Обложка художника *Т. Н. Лапишиной*
Компьютерная верстка *Л.И. Болдиной*
Корректоры: *Н.А. Буцко, З.Ф. Федорова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 25.11.09	Формат 60x84/16		
Бумага писчая	Гарнитура шрифта “Times New Roman”	Печать офсетная	
Печ. л. 5,25	Тираж 500 экз.	Изд. заказ 293	Тип. заказ 378

Отпечатано в типографии ФГНУ “Росинформагротех”,
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60