

Рассмотрены результаты научного сопровождения картофелеперерабатывающей и сахарной отраслей пищевой промышленности в Республике Беларусь в 2015 г. Приведены основные результаты исследований влияния технологических факторов на качественные показатели продуктов. Представлены результаты освоения в производстве новых технологий.

НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ОТДЕЛА ТЕХНОЛОГИЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ В 2015 ГОДУ

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*Н.Н. Петюшев, кандидат технических наук,
начальник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов*

В отделе технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» в 2015 г. научно-исследовательские и опытно-технологические работы проводились в рамках заданий по различным научно-техническим программам, хозяйственным договорам и в инициативном порядке.

В 2015 г. сохранилась положительная динамика производства и потребления картофелепродуктов в Республике Беларусь. Однако по-прежнему импортируется большое количество обжаренных продуктов из свежего картофеля (хрустящий картофель) — более 3 тыс. т/г. [1]. Следует отметить начало производства данного продукта под собственной торговой маркой ООО «Бел-продукт», а также выход ОДО «Онега» на завершающий этап по организации такого производства под Минском. Следует также отметить существенный рост производства в республике сушеного картофеля и овощей. Если в 2014 г. таких продуктов было всего произведено всего 141,7 т, то в 2015 уже 915,5 т.

Продолжались работы по организации производства формованных обжаренных картофелепродуктов на ОАО «Машпищепрод». Сотрудники центра совместно со специалистами предприятия участвовали в отработке технологии, рецептур, испытаниях оборудования (рис. 1). Получены опытно-промышленные партии продукта, идет подготовка серийного производства.



Рис. 1. Отработка технологии производства формованных продуктов на ОАО «Машпищепрод»

Рынок обжаренных картофелепродуктов характеризуется высокими темпами роста и очень привлекателен для инвестиций. Самый популярный на рынке продукции фастфуда вид чипсов — это хрустящий картофель. Основными поставщиками хрустящего картофеля на мировом рынке являются такие известные компании, как Philip Morris (чипсы Estrella), FritoLay (чипсы Lay's), ЗАО «Русский продукт», выпускающий чипсы «Наш чемпион». Сегодня хрустящий картофель потребляют, кг/чел в год: в Беларуси и России — примерно по 0,5 кг, Европе — 1-5, США — 10.

Организация производства чипсов рентабельный бизнес. Республика Беларусь традиционно является страной, где производят и потребляют продукты питания из свежего картофеля в значительных количествах. Разработка новой отечественной технологии производства готового обжаренного продукта из свежего картофеля из отечественного сырья позволит расширить ассортимент картофелепродуктов, снизить импорт аналогичной продукции в Республику Беларусь.

Обжаренный продукт из свежего картофеля является полностью готовым к употреблению и вырабатывается из свежего картофеля в виде ломтиков и соломки. Сырой картофель является основным видом сырья при производстве обжаренного продукта. Для его производства необходим зрелый картофель. Форма клубней — продолговатая, округло-овальная, выровненная, с неглубоким залеганием глазков. Длина клубней — 50 мм и более. Содержание сухих веществ в сырье должно составлять 20-24 %, количество редуцирующих сахаров — не более 0,4 %. Используются сорта картофеля не имеющие неферментативного потемнения мякоти после очистки. Картофель не должен накапливать редуцирующих сахаров в процессе хранения и быстро снижать их уровень при рекондиционировании [2].

Технологическая ценность картофеля в значительной степени определяется содержанием сухих веществ, с увеличением которых возрастает выход и качество готового продукта, например, в случае обжаренного картофеля улучшается структура и продукт имеет более светлую окраску. Содержание крахмала в картофеле должно составлять 15-17 %. Высокое содержание крахмала способствует низкому содержанию жира в обжаренном продукте.

Согласно ранее разработанным РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» рекомендациям по подбору сортов картофеля для переработки на продукты питания из картофеля материалом для исследований служили клубни сортов картофеля: ранних — Дельфин, Каприз, Лилея; среднеранних — Бриз, Дина, Нептун, Одиссей; среднеспелых — Скарб; среднепоздних — Журавинка, Ласунок, Блакит; поздних — Зарница.

Обжарка ломтиков картофеля является самым важным процессом всей технологии производства. В начальной части ванны испаряется большая часть влаги и температура ломтиков повышается до температуры парообразования воды (100 °С). Затем испарение уменьшается, происходит поглощение масла продуктом (до 20-40 %) и обжарка. Впитываемость масла в продукт резко возрастает, если обезвоживание происходит до влажности 2 % и выше.

Ломтики картофеля постепенно принимают температуру масла и приобретают золотистую окраску, при повышении температуры происходит покоричневение продукта и снижение его качества, это связано с протеканием реакции меланоидинообразования. Покоричневение возрастает в случае использования картофеля с повышенным содержанием сахаров. При температуре обжарки (170 °С) взаимодействие между содержащимися в клетках аминокислотами и сахарами протекает интенсивно. Учитывая это, необходимо следить за продолжительностью процесса, подбирать сорта картофеля с наименьшим количеством аминокислот и особенно сахаров, прежде всего редуцирующих.

Время обжарки зависит от толщины ломтиков. Обжарка ломтиков производится при температуре масла, в основном, 140-170 °С. Проведены исследования по определению продолжительности обжарки в зависимости от температуры масла (табл. 1).

1.

1,2

№ п/п	Температура масла, °С	Продолжительность обжарки, мин	Качество обжаренного картофеля
1.	140	5,5	Ломтики золотистого цвета, нормально обжаренные, без подгоревших частиц
2.	150	4,5	Ломтики золотистого цвета, нормально обжаренные, без подгоревших частиц
3.	155	4,0	Ломтики золотистого цвета, нормально обжаренные, без подгоревших частиц
4.	160	3,4	Ломтики золотистого цвета, нормально обжаренные, без подгоревших частиц
5.	170	2,4	Ломтики золотистого цвета, нормально обжаренные, без подгоревших частиц
6.	178	2,0	Ломтики коричневого цвета, слегка подгоревшие по краям

Оптимальное время обжарки ломтиков картофеля (толщина 1,2 мм) при температуре 140-150 °С должна быть 4,5-5,5 мин.

Проведенные лабораторные исследования подтвердили влияние удельной поверхности на содержание жира в готовом продукте (рис. 2).

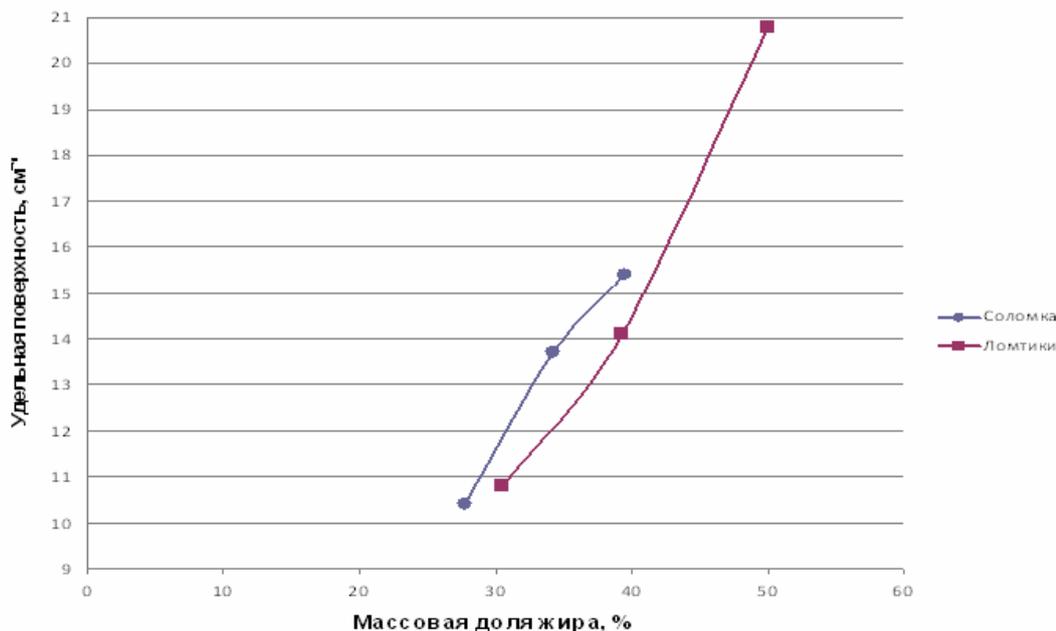


Рис. 2. Зависимость содержания жира в обжаренном продукте от удельной поверхности ломтиков

С уменьшением удельной поверхности продукта значительно уменьшается в нем содержание жира при незначительном увеличении времени обжарки (рис. 3).

В результате органолептической оценки полученных образцов обжаренного продукта по внешнему виду, цвету, запаху, консистенции и вкусу установлено, что хорошее качество готового продукта обеспечивается при обжарке кусочков картофеля, удельная поверхность которых равна 10 см⁻¹ и выше, то есть для ломтиков — толщина не должна превышать 2 мм, а для соломки — сечение не более 4х4 мм. Все вышеуказанное справедливо при качественном сырье с содержанием сухих веществ 21-22 %.

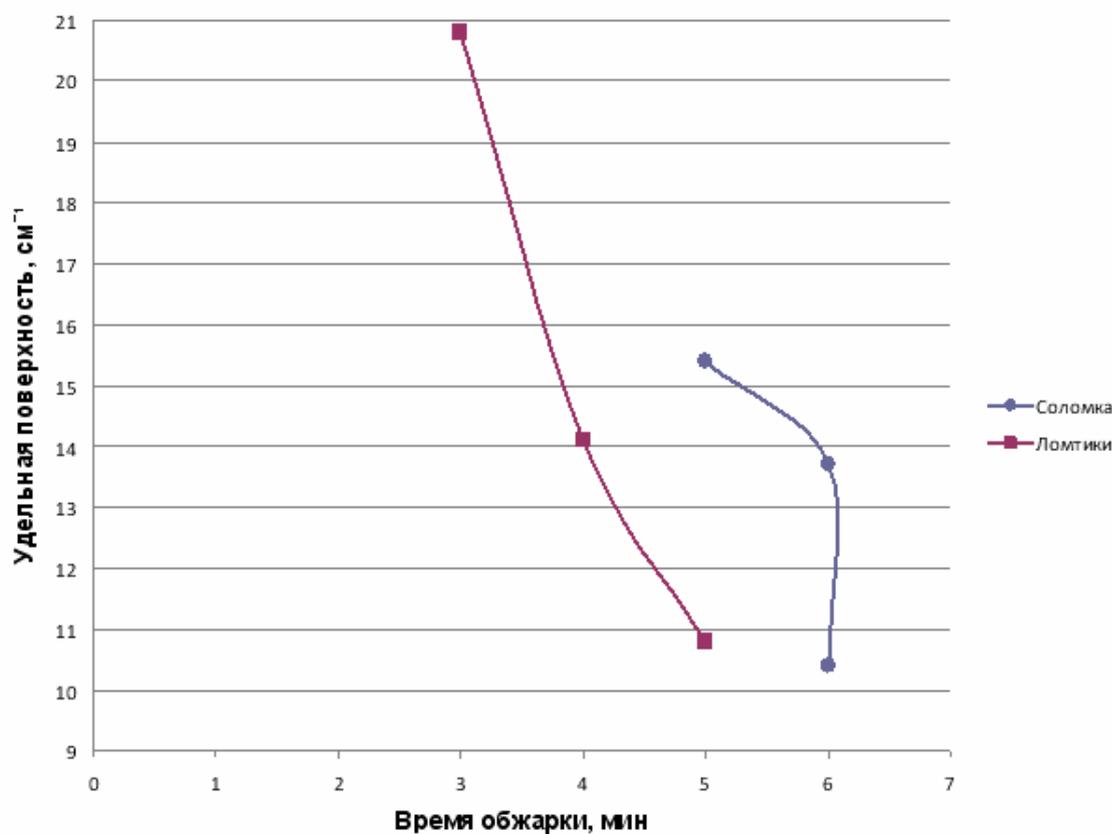


Рис. 3. Зависимость времени обжарки от удельной поверхности ломтиков

В результате проведенных исследований была разработана отечественная технология получения обжаренного продукта из свежего картофеля. Отработаны основные технологические режимы и параметры ведения процесса производства обжаренного продукта из свежего картофеля. Разработана технологическая схема производства обжаренного продукта из свежего картофеля. Разработана технологическая инструкция по производству готового обжаренного продукта из свежего картофеля. Выработаны опытные образцы готового обжаренного продукта из свежего картофеля. Исследованы качественные показатели, аминокислотный состав обжаренного продукта из свежего картофеля. По показателям безопасности обжаренный продукт из свежего картофеля соответствует требованиям ТР ТС 021/2011.

Специалистами разработана инновационная технология производства сухого концентрата в рамках совмещенной технологии переработки картофеля на крахмал и концентрат (рис. 4).

Технологическая линия производства сухого концентрата в совмещенной технологии переработки картофеля на крахмал и концентрат состоит из насоса, сита центробежного, накопительной емкости, конвейера, пресса ленточного, сборника клеточного сока, конвейера, смесителя, конвейера, установки сушильной, конвейера-распределителя, конвейера возврата.

Разработан проект технических условий ТУ ВУ 190239501.000.2015 «Концентрат мезги картофельной сухой», проведены исследования процесса сушки концентрата.

Исследовано изменение влажности и насыпной плотности мезги картофельной при разном времени сушки (60–600 мин) и различной температуре (75°С–115 °С). Установлено, что для получения мезги с 48 % СВ необходимо взять 1 вес. ч. обезвоженной на ленточном прессе мезги с 40 % СВ и 5 вес. ч. сухого концентрата мезги с 88 % СВ.

Проработана возможность использования сухого концентрата картофельной мезги в качестве основы для комплексных кормовых продуктов и в технических целях (при производстве ДСП и бурового реагента); в пищевой промышленности (при производстве картофелепродуктов).



Рис. 4. Принципиальная технологическая процессуальная схема процесса производства сухого концентрата

Продолжалась отработка технологии получения кислотно-гидролизованного крахмала в промышленных условиях на ОАО «Пищевой комбинат «Веселово». Положительные результаты были получены при проведении реакции гидролиза в 38 % крахмальной суспензии с использованием 0,5 н. раствора соляной кислоты при $T = 50^{\circ}\text{C}$ в течение 4–6 ч, при этом условная вязкость 6 % клейстеров составила 11,8–13,2 с. Наиболее оптимальные значения условной (11,9–11,0 с) вязкости 6 % водных клейстеров кукурузного крахмала получены при гидролизе 0,5 н. раствором HCl при 50°C в течение 2–6 ч. У кислотногидролизованного картофельного и кукурузного крахмала сохраняются крахмальные гранулы, но изменяется аморфно-кристаллическое строение[3].

Разработаны, согласованы и утверждены технические нормативные правовые акты: ТИ ВУ 190239501.10.069-2014 «Технологическая инструкция по производству химически модифицированного кислотногидролизованного крахмала» и ТУ ВУ 190239501.889-2015 «Крахмал кислотногидролизированный».

Производство опытно-промышленной партии химически модифицированного кислотногидролизованного крахмала осуществляли в следующей последовательности: подготовка нативного крахмала к химической реакции (приготовление крахмальной суспензии); загрузка нативного крахмала (подача крахмальной суспензии) в химический реактор; добавление в химический реактор минеральной кислоты; проведение химической реакции (кислотного гидролиза) крахмала; нейтрализация кислоты в результате добавления щелочи; отмывка химических реагентов (промывка крахмала); обезвоживание кислотногидролизованного крахмала; сушка и просеивание кислотногидролизованного крахмала; магнитная очистка кислотногидролизованного крахмала с использованием постоянных магнитов; взвешивание, фасовка и упаковка крахмала.

Для лаборатории ОАО «Пищевой комбинат «Веселово» специалистами отдела новых технологий разработана установка гидролиза крахмала Ш12-УГК (рис. 5), включающая следующие основные части: ферментер, насос, бойлер, шкаф управления, измерительная станция.



Рис. 5. Установка гидролиза крахмала Ш12-УГК

В процессе разработки научных основ и технологических принципов механического разрушения полидисперсных влаговоздушных систем (пен), образующихся в картофелекрахмальном производстве было установлено, что растворимые картофельные белки содержащиеся в клеточном соке картофеля являются поверхностно-активными веществами, обуславливающими пенообразование при производстве картофельного крахмала.

При этом пенообразующая способность растворов клеточного сока картофеля невысокая. Максимальная пенообразующая способность у водных растворов сока проявляется при концентрации растворимых сухих веществ около 2 %. При производстве картофельного крахмала на гидроциклонных установках количество пенного продукта в производстве остается практически постоянным. Оно определяется тем количеством воздуха, которое было вовлечено в картофельную кашку при истирании картофеля. В объемном выражении эта величина составляет не более 20 % от объема кашки.

Пена, присутствующая в производственном цикле получения крахмала, во многом определяет физические показатели (плотность, вязкость и др.) жидкой картофельной кашки на станции гидроциклонов, что в свою очередь определяет технологические режимы давления и скоростного потока кашки в системе гидроциклонов. Изменение содержания количества пены в картофельной кашке определяет количество воздуха, контактирующего с поверхностью крахмальных зерен и, как следствие, интенсивность окислительных процессов на поверхности

и внутри крахмальных зерен. С одной стороны, снижением количества пены в производственном цикле можно влиять на качество готового картофельного крахмала, с другой стороны, деаэрирование картофельной кашки может усложнить технологический процесс производства. Пены соковых вод имеют непродолжительный период активного истечения до 30 мин.

Соковые пены устойчивы к саморазрушению. Продолжительность разрушения половины первоначального объема пены составляет более 20 ч. Для ускоренного разрушения пен необходимо в объеме пен создавать различного рода флуктуации — воздействия, нарушающие стабильное состояние пены. Повлиять на быстрое увеличение истечения жидкости из пены можно двумя путями: путем значительного увеличения градиента давления или заменой ускорения свободного падения другим, искусственно созданным — центробежным ускорением и приданием ему значений значительно превышающих величину «g». Центробежное силовое поле является очень действенным ускорителем разрушения пузырьковой фракции пен за счет истечения межпузырьковой жидкости, при этом продолжительность полного разрушения сокращается в 1000 и более раз при факторах разделения, обеспечиваемых современными промышленными центрифугами. При создании избыточного давления над объемом пены способствует уменьшению ее объема более чем на 50 %.

Также в рамках государственной программы фундаментальных исследований проводилось изучение влияния биофизического воздействия на процессы производства сахара: денатурацию белка, экстракцию сахарозы, коагуляцию несахаров и пектинов.

В ходе теоретических исследований были выбраны два метода биофизического воздействия: сверхвысокочастотное электромагнитное излучение (СВЧ) и электрический ток.

В ходе экспериментальных исследований часть средней пробы стружки сахарной свеклы обрабатывали в рабочей камере микроволновой печи при частоте 2500 ± 100 МГц. Вторая часть пробы была подвергнута обработке переменным электрическим током.

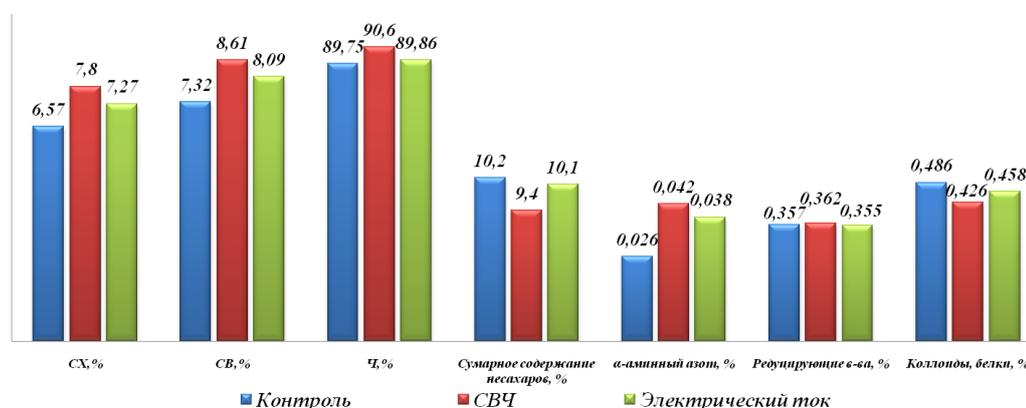


Рис. 6. Состав экстракта при различных видах электрофизической обработки

Согласно проведенным исследованиям, больше всего сахарозы перешло в раствор после обработки стружки СВЧ излучениями. При обработке электрическим током сахарозы перешло в экстракт больше на 0,6 % относительно массы свеклы (рис. 6).

Увеличение чистоты раствора на 0,85 % при СВЧ обработке свидетельствует о меньшем переходе несахаров в экстракт, что связано с коагуляцией в свекловичной стружке белков и коллоидных веществ. Повышение чистоты экстракта при обработке электрическим током незначительно, но следует отметить увеличение перехода сахарозы в экстракт, что в свою очередь также положительно при получении сахара.

Процентное содержание несахаров к сухим веществам снижается при обработке электрическим током в незначительной степени — на 0,1 %, а при СВЧ обработке — на 0,8 %. Несмотря на рост значения α-аминового азота, прослеживается снижение количества коллоидов, к которым относятся растворимые пектиновые вещества, белки и красящие вещества (табл. 2). Сни-

жение количества коллоидов на 0,35-0,7 % к массе сухих веществ может свидетельствовать о денатурации белка и коагуляции несахаров и пектинов в тканях сахарной свеклы, что позволяет уменьшить затраты на их удаление в процессе очистки и обеспечить меньшее содержание сахара в мелассе.

2.

Вид обработки	Состав несахаров экстракта				Технологические качества экстракта		
	α-аминный азот, %	Редуцирующие в-ва, %	Коллоиды, белки, %	М, %	СХ, %	СВ, %	Ч, %
Контроль	0,026	0,0357	0,486	10,2	6,57	7,32	89,75
СВЧ	0,042	0,0362	0,426	9,4	7,8	8,61	90,6
Электрический ток	0,038	0,0355	0,458	10,1	7,27	8,09	89,86

В отделе в 2015 г. продолжались работы по усовершенствованию технологии уваривания utfелей II и III кристаллизаций на основании анализа качества сырья.

Изучали режимы процесса варки utfелей последних продуктов в автоматическом низкотемпературном режиме, подбирали оптимальные параметры варки utfелей, проводили исследовательские работы по установлению фактических показателей процесса варки utfелей при практикуемом установившемся режиме ведения технологического процесса кристаллизации сахарозы на стадии уваривания utfелей II и III кристаллизации.

Для оценки влияния качества сырья на процессы, происходящие при уваривании utfелей проводили исследования корнеплодов сахарной свеклы по фитопатологическим и физико-химическим показателям, давали прогнозную оценку технологических качеств сырья и показателей его переработки, сравнивали с производственными показателями.

По результатам анализа данных получили зависимости производственных показателей от качества сахарной свеклы (рис. 7).

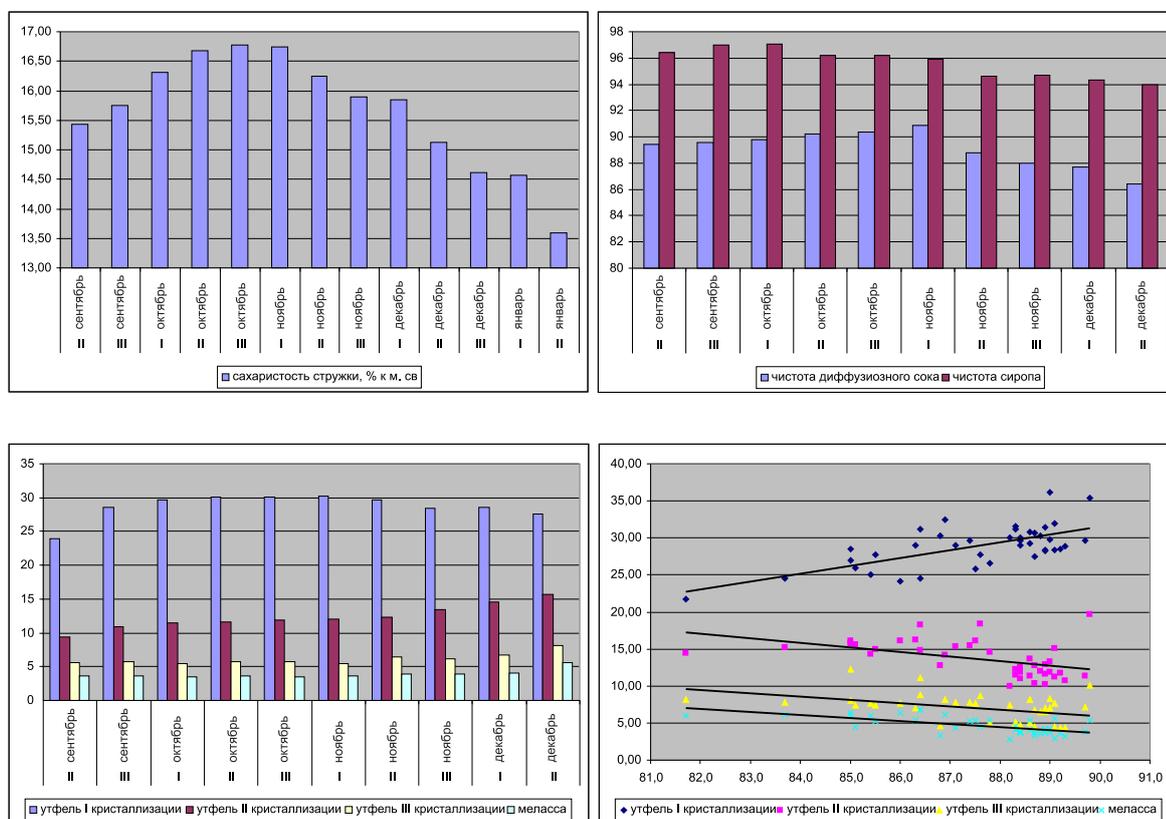


Рис. 7. Зависимости производственных показателей от качества сахарной свеклы

В результате исследований был установлен рекомендуемый температурный режим уваривания утфелей при работе варочно-кристаллизационного отделения по трехпродуктовой схеме, способ его реализации и оптимальные параметры ведения процесса на основании технологического качества сырья.

3.

Вакуум-аппарат	Температура, °С		
	при вводе и закреплении кристаллов	в процессе наращивания кристаллов	в конце уваривания
II кристаллизации	71-73	68-70	60-63
III кристаллизации	71-73	66-68	58-60

Были проведены производственные испытания уваривания утфелей II и III кристаллизации, их центрифугирования по новому режиму ведения технологического процесса кристаллизации сахарозы. Результаты испытаний соответствовали установленным ранее оптимальным параметрам ведения процесса.

Установлено, что своевременный анализ качества выращиваемого в сырьевой зоне сахарного предприятия сырья и прогноз производственных показателей его переработки позволяет существенно улучшить производственные показатели за счет использования оптимальных параметров процессов.

Внедрение технологии уваривания утфеля II и III кристаллизации на основании анализа качества сырья урожая 2015 г. позволило снизить содержание сахара в мелассе на 0,02 % к массе свеклы. Снижение содержания сахара в мелассе позволило за последнюю декаду сентября дополнительно получить более 14 т сахара. Экономия сахара на 100 000 т переработанной свеклы составляет 20 т.

В рамках программы Союзного государства изучали технологию, технологические параметры и процессы технологии производства инулина из топинамбура.

В результате проводимых работ были установлены основные параметры химико-технического контроля по основным этапам технологического процесса получения инулина в соответствии с аппаратурно-технологической схемой производства инулина и ФОС из топинамбура в условиях опытного завода ГНУ ВНИИК, представленной Всероссийским научно-исследовательским институтом крахмалопродуктов.

В лабораторных условиях были опробованы методы контроля качества: топинамбура — входной контроль; сока, экстракта — промежуточный контроль; инулина — контроль готовой продукции.

Для определения качественных параметров сортов топинамбура были исследованы пробы топинамбура. Анализу подверглись пробы, убранные в разное время: сентябрь — ноябрь, и в разных климатических зонах: зона минского, могилевского и гродненского района.

В качестве основных параметров характеризующих качество топинамбура были определены: содержание сухих веществ, инулина, коллоидов, редуцирующих веществ (табл. 4).

4.

Топинамбур	Сухие вещества, %	Инулин, %	Коллоиды, %	Ред. в-ва, %
Исходные требования	Не менее 25	16-20	16-21	Не более 2
Климат. зона минского района	25,05	15,01	15,03	0,1
Климат. зона могилевского района	18,67	9,67	8,14	0,3
Климат. зона гродненского района	20,5	14,6	12,7	0,16

Так в пробе топинамбура, выращенного в климатической зоне минского района, содержание инулина составило от 15 % до 17,6 %, в климатической зоне могилевского района — 9,7 %, а в климатической зоне гродненского района — 14,6 %.

Для осуществления контроля данного производства были установлены точки химико-технического контроля производства инулина из топинамбура в соответствии с технологической схемой, предложенной ВНИИ крахмалопродуктов, а также определены качественные параметры, необходимые для контроля в данных точках.

На основе полученных данных была разработана схема химико-технического контроля производства инулина из топинамбура.

Заключение.

В 2015 г. в отделе технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» продолжались исследовательские работы по созданию новых продуктов, технологических процессов их производства, рецептур. Особое внимание было уделено импортозамещению завозимых в нашу страну продуктов питания — в частности картофельным чипсам из свежего картофеля, формованным быстрозамороженным картофелепродуктам, вопросам внедрения законченных разработок, в частности новых видов модифицированных крахмалов. Большое внимание было уделено новому для промышленной переработки виду сырья — топинамбуру. Установлено, что в корнеплодах этого растения, выращенного в климатической зоне минского района, содержание инулина составляет от 15 % до 17,6 %, в климатической зоне могилевского района — 9,7 %, а в климатической зоне гродненского района — 14,6 %.

Установлено, что своевременный анализ качества выращиваемого в сырьевой зоне сахарного предприятия сырья и прогноз производственных показателей его переработки позволяет существенно улучшить производственные показатели за счет использования оптимальных параметров процессов.

Внедрение технологии уваривания утфеля II и III кристаллизации на основании анализа качества сырья урожая 2015 г. позволило снизить содержание сахара в мелассе на 0,02 % к массе свеклы. Снижение содержания сахара в мелассе позволило за последнюю декаду сентября только на одном предприятии дополнительно получить более 14 т сахара, а дополнительный выход сахара на 100 000 т переработанной свеклы составляет 20 т.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный доступ] / Нац. стат. комитет Республики Беларусь. Республика Беларусь. — Минск, 2016. — Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. — Дата доступа: 25.02.2016.
2. Ловкис, З.В. Картофель и картофелепродукты / З.В. Ловкис, В.В. Литвяк, А.М. Мазур, Н.Н. Петюшев, И.М. Почижская; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». — Мн. : Беларуская навука, 2008. — 537 с.
3. Ловкис, З.В. Технология крахмала и крахмалопродуктов: Учеб. пособ. / З.В. Ловкис, В.В. Литвяк, Н.Н. Петюшев; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». — Мн. : Асобный, 2007. — 178 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 26.02.2016

N.N. Petjushev

NEW DEVELOPMENT OF ROOT CROPS PRODUCTS TECHNOLOGIES DEPARTMENT IN 2015

Results of scientific maintenance of potato processing and sugar branches of the food industry in Republic of Belarus in 2015 are considered. The main results of researches of technology factors influence on quality indicators of products are given. Results of development in production of new technologies are presented.