

## **ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ**

УДК 664.8.037.5

*З. В. ЛОВКИС*

### **НОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ПЕРЕРАБОТКЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию*

*(Поступила в редакцию 30.08.2011)*

Республика Беларусь является страной с развитым агропромышленным комплексом, а также достаточными земельными и трудовыми ресурсами, т. е. обладает достаточно устойчивым стратегическим потенциалом для существенного наращивания объемов производства сельскохозяйственной продукции и продуктов питания. Наша страна является полноправным членом Международной продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (FAO). В настоящее время отечественная пищевая промышленность развивается быстрыми темпами, при этом наращиваются не только объемы выпускаемой продукции, но и стремительно расширяется ассортимент поступающей на рынок страны пищевой продукции. Произошли также значительные изменения в структуре потребления продуктов питания: на прилавках магазинов появляются продукты не только классические, проверенные временем товары, но и продукты, в составе которых присутствуют различные искусственные и синтетические ингредиенты и наполнители.

В 2011 г. исполнилось 10 лет со дня основания Научно-исследовательского института пищевых продуктов, в последующем переименованного в Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию. С самого начала усилия коллектива были направлены на повышение емкости пищевых производств. Все научные достижения: технологии, новые продукты, новые машины и аппараты основаны на исследованиях процессов, которые протекают при переработке пищевой продукции. В связи с чем исследованию данных процессов и повышению их эффективности специалистами Научно-практического центра НАН Беларуси по продовольствию уделяется особое внимание.

**Замораживание.** В последние годы в мировой практике особенно интенсивно внедряется производство замороженных мелкоштучных полуфабрикатов, овощей, смесей,пельменей, драников и т. п. Производство быстрозамороженных полуфабрикатов на промышленной основе открывает значительные перспективы для организации сбалансированного питания, улучшает структуру питания различных групп населения, в том числе через систему общественного питания. Преимущество быстрозамороженных мелкоштучных полуфабрикатов заключается в следующем: продукт после дефростации почти не отличается от свежего, сохраняет все исходные натуральные свойства; он расфасован, дозирован, порционирован, что удобно для любого потребителя; для торговли и общественного питания быстрозамороженный продукт стратегичен; для потребителя требует минимального времени и труда для подготовки его к употреблению.

Процесс замораживания пищевых полуфабрикатов традиционным воздушным способом, который в настоящее время используется на предприятиях пищевой промышленности Республики Беларусь, является энергоемким и длительным процессом.

Специалистами Центра разработан прогрессивный двухстадийный процесс замораживания:

1) подмораживание полуфабрикатов с образованием на их поверхности ледяного слоя для стабилизации тестовой оболочки и исключения усушки в процессе замораживания;

2) замораживание полуфабрикатов под вакуумом до конечной температуры, позволяющее интенсифицировать процесс и уменьшить энергозатраты. Замораживание полуфабрикатов происходит за счет испарения ледяного слоя с их поверхности, причем толщина ледяного слоя устанавливается с учетом того, чтобы в конце процесса весь ледяной слой испарился, а полуфабрикаты заморозились до заданной температуры без усушки.

Проведены теоретические исследования и получена зависимость для определения продолжительности процесса замораживания мелкоштучных пищевых полуфабрикатов:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 = \frac{m_{\text{п}} [c_{\text{п}} (t_{\text{п}} - t_1) + W r_3] + m_{\text{в}} [c_{\text{в}} (t_{\text{в}} - t_1) + r_3]}{KS(t_{\text{п}} - t_{\text{х}})} + \frac{E m_{\text{п}} c_{\text{п}} (t_1 - t_{\text{к}})}{r_{\text{с}} V_{\text{п}} \rho_{\text{п}} (P_{\text{п}} - P)},$$

где  $m_{\text{п}}$  – исходная масса полуфабрикатов, кг;  $c_{\text{п}}$  – удельная теплоемкость полуфабрикатов, Дж/(кг·°C);  $t_{\text{п}}$  – начальная температура полуфабрикатов, °C;  $t_1$  – температура подмороженных полуфабрикатов, °C;  $W$  – начальная влажность полуфабрикатов;  $r_3$  – удельная теплота затвердевания воды, Дж/кг;  $m_{\text{в}}$  – исходная масса намораживаемой воды, кг;  $c_{\text{в}}$  – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·°C);  $t_{\text{в}}$  – начальная температура воды, °C;  $K$  – коэффициент теплопередачи, Дж/(м<sup>2</sup>·с·°C);  $S$  – площадь поверхности теплообмена, м<sup>2</sup>;  $t_{\text{х}}$  – температура хладоносителя, °C;  $E$  – коэффициент пропорциональности, определяемый экспериментальным путем, Па;  $t_{\text{к}}$  – конечная температура полуфабрикатов, °C;  $r_{\text{с}}$  – средняя теплота сублимации льда в интервале от  $t_1$  до  $t_{\text{к}}$ , Дж/кг;  $V_{\text{п}}$  – производительность вакуумного насоса, м<sup>3</sup>/с;  $\rho_{\text{п}}$  – плотность насыщенных водяных паров, кг/м<sup>3</sup>;  $P_{\text{п}}$  – атмосферное давление, Па;  $P$  – остаточное давление в вакуумной камере, Па.

На рис. 1 приведены зависимости температуры от времени их замораживания воздушным способом для достижения температуры в камере минус 26 °C и предложенным двухстадийным способом при остаточном давлении в вакуумной камере 100 Па. Анализ зависимости показывает, что процесс замораживания таким способом происходит в 3 раза быстрее по сравнению с традиционным и без потери веса полуфабрикатов, т.е. затраты энергии в 3 раза ниже, а производительность в 3 раза выше.

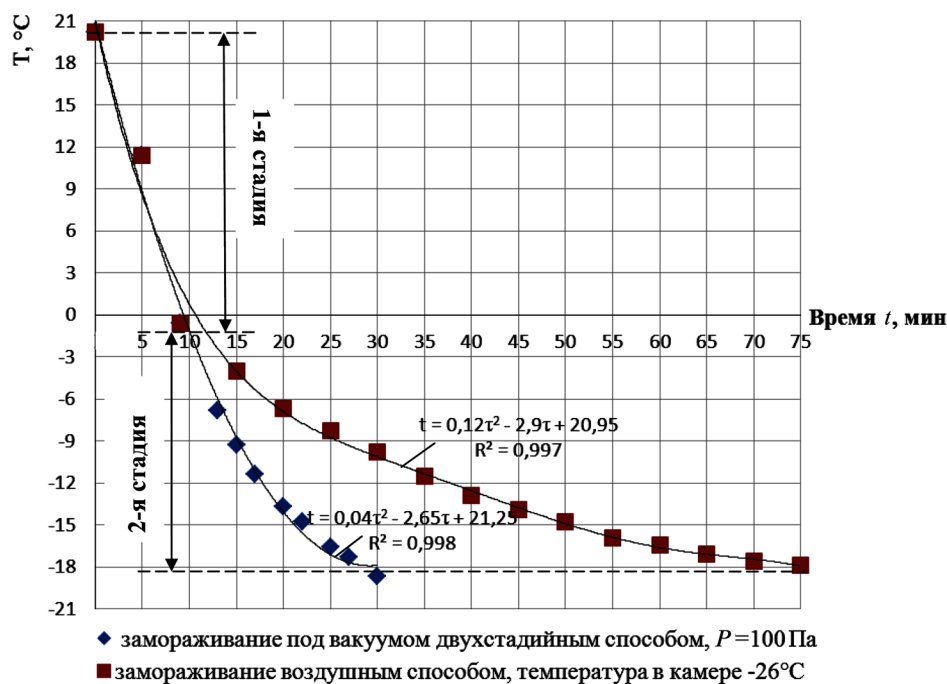


Рис. 1. Зависимости температуры в центре пельменей от продолжительности их замораживания воздушным способом и двухстадийным способом под вакуумом

На основе исследований разработан широкий ассортимент технологической документации для производства замороженной продукции (картофеля и картофелепродуктов, овощной продукции): ТУ, ТИ, нормы расхода сырья, которые внедрены на предприятиях Республики Беларусь.

**Сушка.** Многогранные исследования по снижению энергетических затрат, созданию условий повышающих эффективность сушки при повышении качества продукции позволили создать комбинированные методы сушки сырья.

Особый интерес представляют исследования комбинированных методов сушки. В результате выполнения которых установлено, что наиболее эффективной является комбинированная СВЧ-сушка. Проведенные исследования режимов работы макетных образцов комбинированных ИК- и СВЧ-сушилок взвешенного слоя позволили создать энергосберегающие технологии, которые более чем на 50% снижают энергозатраты и на 20% повышают производительность аппаратов.

Совокупность полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что комбинированная СВЧ-сушка плодоовощного сырья по сравнению с другими исследуемыми способами обладает более высокой скоростью процесса сушки, меньшими удельными энергозатратами, лучшими качественными показателями готового продукта, что позволило внедрить результаты научных исследований на ОАО «Лидапищеконцентраты», РУП «Мариз» и других предприятиях.

**Гидродинамические процессы.** Важнейшими видами технологического оборудования пищевых предприятий являются гидравлические емкости, трубопроводы и насосы. В Научно-практическом центре НАН Беларуси по продовольствию большое внимание уделяется вопросам усовершенствования конструкционных, эксплуатационных и энергетических характеристик данного оборудования на основании детального и всестороннего изучения гидродинамических процессов, происходящих в этих аппаратах.

Исследования процессов перекачки высокотемпературных жидкостей позволили установить основные закономерности и создать насос, способный обеспечить работу с высокотемпературными маслами.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований обоснованы конструктивные параметры рабочего колеса насоса (рис. 2). Внедрение насоса с двухсторонним исполнением лопастей колеса обеспечивает наиболее качественное выполнение технологического процесса с наименьшими затратами энергии и увеличением производительности при снижении энергоемкости процесса. Кроме того, применение данной конструкции позволяет уменьшить давление масла на уплотнения, исключить утечки и увеличить срок службы насоса. По результатам исследований конструкция насоса для перекачки высокотемпературных масел внедрена в технологии перерабатывающих предприятий пищевой промышленности Республики Беларусь и Российской Федерации.

Реологические исследования крахмальной суспензии и гидродинамические – опытных элементов (рис. 3) позволили создать отечественный гидроциклонный аппарат для выделения крахмала. Разработка внедрена на крахмальном заводе.



Рис. 2. Насос для перекачки высокотемпературных масел

В процессе переработки сырья и полуфабрикатов мы имеем дело с жидкотекучими и пастообразными составами. При проектировании трубопроводных систем для обеспечения процесса транспортирования жидкотекучих и пастообразных пищевых продуктов зачастую не учитываются их реологические свойства, что приводит к нарушению требований технологии, увеличению металлоемкости, ухудшению качества и, как следствие, повышению себестоимости конечной продукции. В связи с этим в Научно-практическом центре НАН Беларуси по продовольствию были разработаны методики расчета конструкционных и эксплуатационных параметров трубопроводных систем с учетом реологических свойств транспортируемых сред.

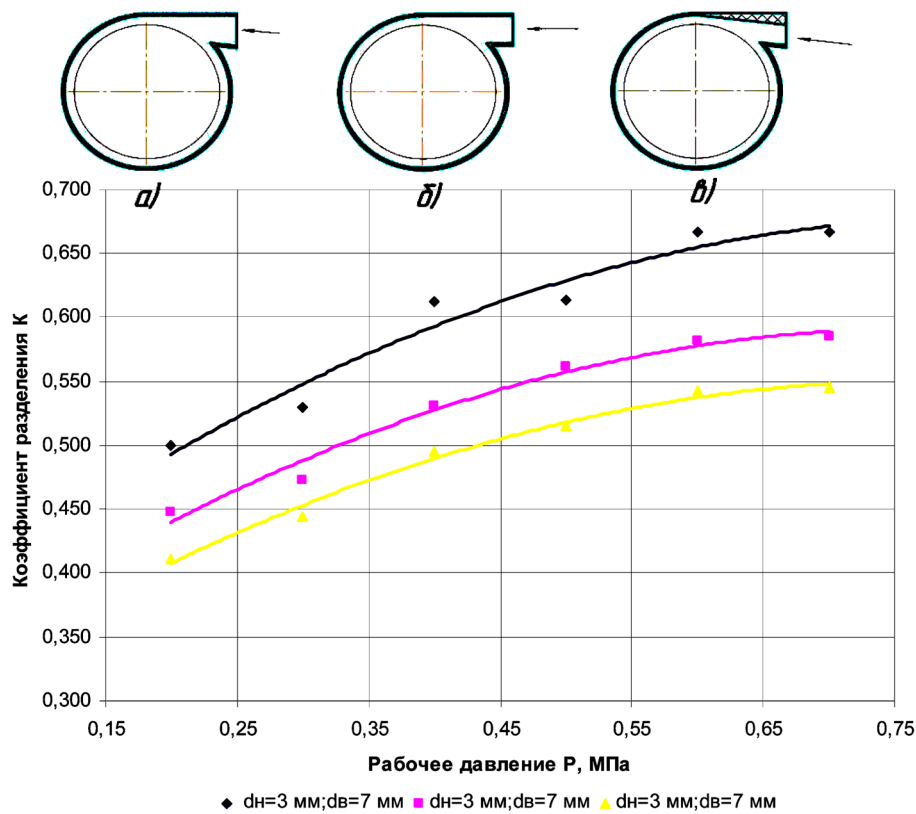


Рис. 3. Зависимость коэффициента разделения крахмальной суспензии от рабочего давления: *a* – коническое сходящееся отверстие; *b* – цилиндрическое отверстие; *c* – цилиндрическое отверстие под углом 45°

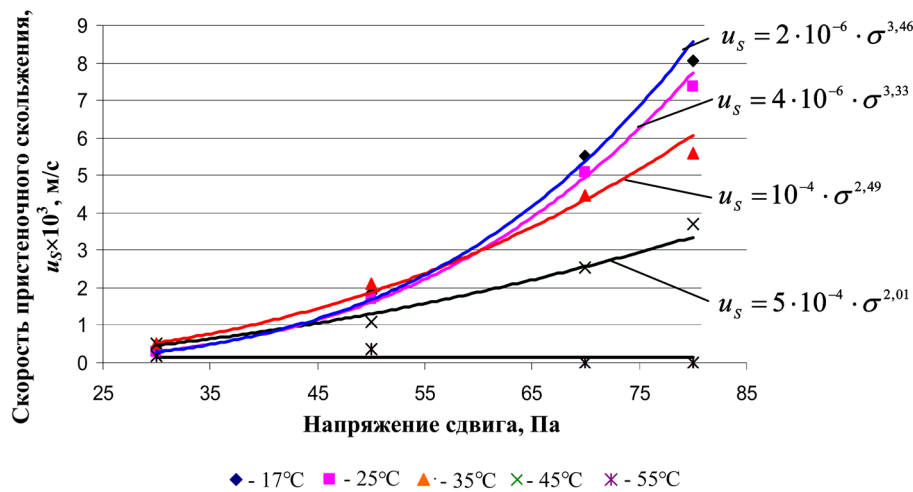


Рис. 4. Зависимость скорости жидкотекучего продукта (кетчупа) от напряжения сдвига при различных температурах

По результатам исследования влияния температуры на напряжение сдвига продукта установлены оптимальные температуры для транспортирования жидкотекучих и пастообразных пищевых продуктов. Излишне высокие температуры продукта в трубопроводе требуют дополнительных затрат энергии.

Впервые установлены графические и математические зависимости скорости скольжения от напряжения сдвига и температуры (рис. 4). В результате научных и экспериментальных исследований установлена расчетная зависимость, позволяющая определить оптимальный диаметр трубопровода с учетом реологических свойств, а также эксплуатационных и экономических параметров.

$$C = kl \frac{at}{m_{\Gamma} M_{\text{см}}} ((4 \cdot 10^8 \cdot \delta + 0,47) \cdot d + 5 \cdot 10^8 \cdot \delta^2) + C_M) + 2,78 \cdot 10^{-4} \frac{C_3'}{\rho K_0} \cdot F_{\Delta P(d)},$$

где  $C_3$  – стоимость электроэнергии для передачи продукта, руб/т;  $k$  – коэффициент затрат на непредвиденные работы, арматуру и доставку трубопроводов к месту сборки;  $l$  – геометрическая длина трубопровода, м;  $a$  – коэффициент амортизации в долях единицы, 1/год;  $t$  – коэффициент затрат на текущий ремонт, 1/год;  $m_r$  – число рабочих смен в году, смен/год;  $d$  – диаметр трубопровода, м;  $\delta$  – толщина стенки трубопровода, м;  $M_{см}$  – производительность за эффективное время работы в смену, т. е. в смену;  $C_M$  – стоимость монтажа 1 м трубопровода, руб/м;  $C_3'$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб/(кВт·ч);  $K_0$  – общий КПД насоса, передач электродвигателя;  $F_{\Delta P(d)}$  – функция величины потери давления от диаметра трубопровода, Па.

Результаты исследования реологических свойств находят свое практическое применение при выполнении ГНТП и ОНТП: при разработке гидроциклонной установки для разделения картофелекрахмальной суспензии (ОНТП «Картофельный крахмал»), при разработке оборудования для переработки отходов спиртовой, пивоваренной, картофелеперерабатывающей отраслей (Научно-техническая программа Союзного государства «Отходы»).

**Озонирование.** Обеззараживание и дезинфекция технологического оборудования, применяемого для производства продуктов питания, крайне необходимы при выполнении санитарных мероприятий. Производство пищевых продуктов ведется в нестерильных условиях, и невыполнение или не должное выполнение санитарных мероприятий может привести к инфицированию производства, в результате возникают две основные проблемы: первая – заражение сырья и, как следствие, готового продуктов патогенными микроорганизмами, вторая – порча продуктов. Для подавления посторонней микрофлоры на производстве необходим комплексный подход, поскольку одних профилактических мер, таких как поддержание чистоты, соблюдение личной гигиены, недостаточно.

Специалистами Центра для устранения недостатков, присущих существующим методам дезинфекции, разработан электрофизический метод антимикробной обработки, суть которого заключается в использовании в качестве дезинфицирующего агента – озона, получаемого в процессе электролиза из кислорода воздуха под воздействием энергии электрического разряда.

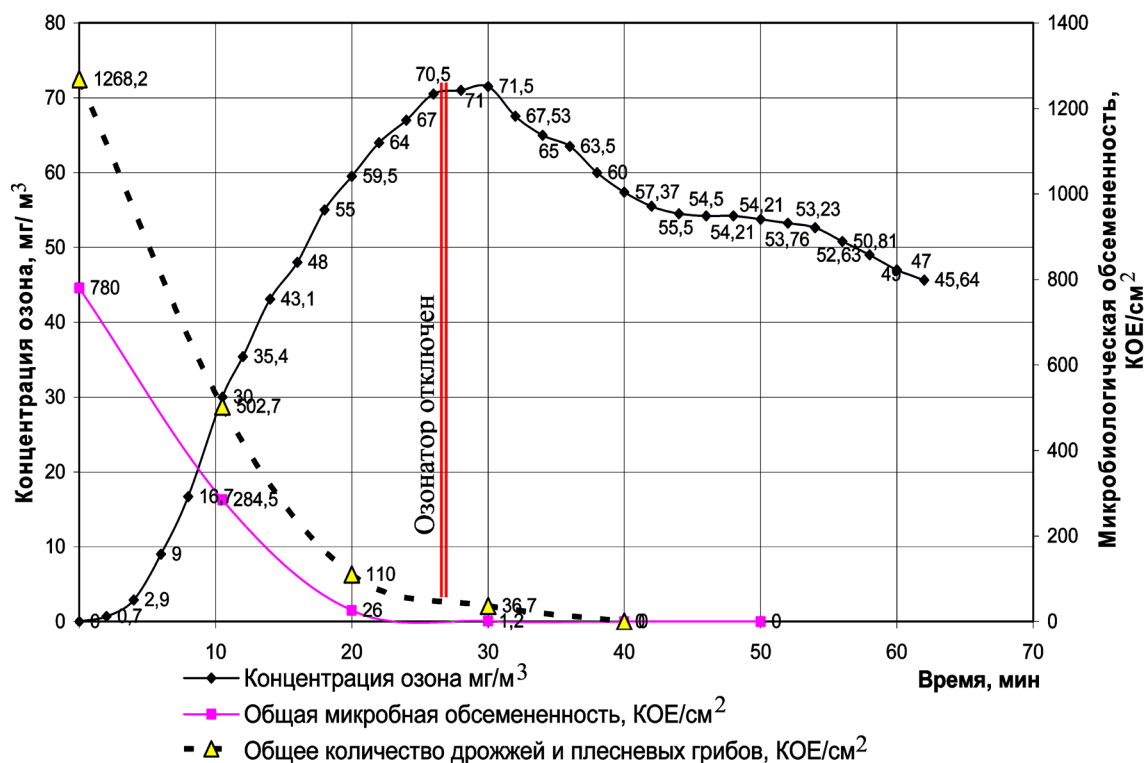


Рис. 5. Зависимость микробиологической обсемененности приточной емкости на УП «Можейково» объемом 12 м³ от концентрации и времени его воздействия



Результаты обработки озонородушной смесью приточных емкостей технологии на ОАО «Дрожжевой комбинат» и УП «Можейково» показали, что гибель основных групп микроорганизмов (молочнокислые бактерии, в том числе лейконосток, гнилостные бактерии, плесневые грибы) достигла 100%, количество дрожжевых клеток снизилось на 88%, т.е. производительность повысилась в 5 раз (рис. 5).

Кроме того, сотрудниками Научно-практического центра НАН Беларуси по продовольствию совместно с Научно-практическим центром НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства проведены исследования по разработке оборудования для интенсификации процесса сушки зерна в зерносушилках отечественного производства типа СЗШ и СЗК (рис. 6). Интенсификация осуществляется за счет использования в качестве теплоносителя озонородушной смеси.

По результатам исследований, проведенных в лабораторных условиях при сушке зерна озонированным сушильным агентом, получено подтверждение преимущества предлагаемого способа по сравнению с традиционным (сушка подогретым воздухом), продолжительность сушки сокращается в 1,33–2,00 раза. Процесс сушки протекает более эффективно у культур с меньшей плотностью покровных тканей зерновки.

Результаты производственных испытаний технологического процесса сушки зерна с применением озона (ячменя и пшеницы исходная влажность 23–25%) на сушильном комплексе ЗСК-15 показали, что кондиционная влажность зерна на выходе уже после первого прохода зерна составляет около 14%, что исключает цикличность процесса, увеличивает производительность сушилки на 30–50%.

На ОАО «Беловежский» Каменецкого района Брестской области специалистами Научно-практического центра НАН Беларуси по продовольствию проведен монтаж и наладка разработанного оборудования. Аналогичное оборудование планируется к внедрению на более чем 15 зерносушильных комплексах Республики Беларусь.

Разработан также широкий ассортимент технологической документации на производства сушеной продукции (сушеных картофеля, моркови, свеклы, зелени, лука и др.): ТУ, ТИ, нормы расхода сырья, которые внедрены на предприятиях Республики Беларусь (ОАО «Машпищепрод», КСУП «Присожье» и др.).

**Консервирование.** Консервирование, как метод сохранения продуктов питания в стеклянной посуде после тепловой обработки, начало применяться в начале XIX века во Франции.

Тепловая обработка консервированной продукции – операция, обеспечивающая полную гибель не термостойких, не спорообразующих (вегетативных) микроорганизмов, уменьшает число спорообразующих микроорганизмов до определенного, заданного уровня, необходимого для предотвращения порчи. Стерилизация гарантирует безопасность употребления консервированной продукции в пищу.

С целью сохранения витаминного состава плодовоовощного сырья, снижения затрат энергии, повышения качества и конкурентоспособности продукции специалистами Центра разработана новая технология двухэтапной стерилизации консервированной продукции.

Теоретические и экспериментальные исследования позволили получить математическую модель отмирания микроорганизмов, основанную на экспоненциальной зависимости числа выживших клеток от продолжительности и температуры нагревания. Учитывая результаты экспериментального исследования реологических свойств гомогенных консервированных продуктов

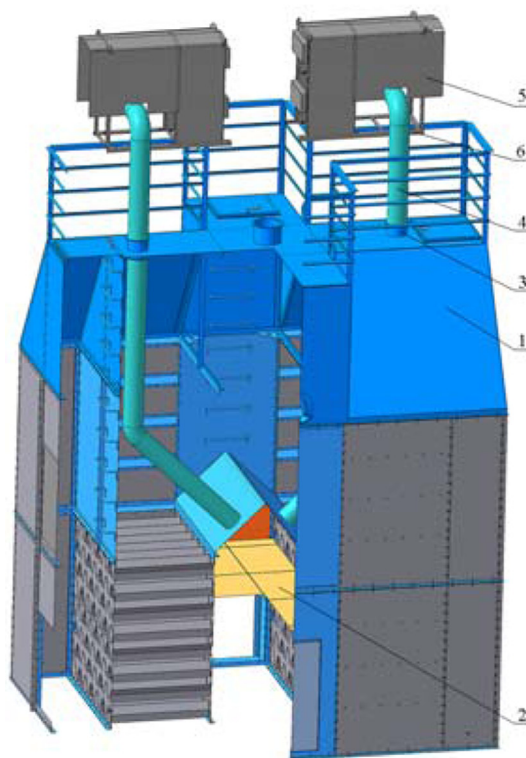


Рис. 6. Сушилка с использованием озонородушной смеси

и теоретического изучения их течения в теплообменных аппаратах, было получено уравнение для определения требуемой летальности процесса кратковременной стерилизации гомогенного продукта (кроме томатопродуктов и продуктов, для которых в качестве тест-микроорганизма выступает *C. botulinum*) в теплообменных аппаратах проточного типа перед фасованием в консервную тару:

$$F_{T_{\text{баз}}}^Z = kD_{T_{\text{баз}}} \lg\left(\frac{c_0V \cdot 100}{S}\right),$$

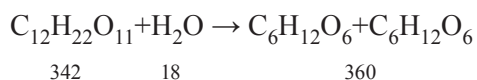
где  $T_{\text{баз}}$  – базисная температура, °С;  $k$  – введенный коэффициент, учитывающий неравномерность скоростного поля, равный отношению максимальной скорости потока к ее среднему значению;  $D_{T_{\text{баз}}}$  – длительность нагревания при базисной температуре, в течении которого число жизнеспособных клеток или спор тест-микроорганизмов уменьшается в 10 раз, мин.

Применение данного способа позволяет сократить в 2 раза время стерилизации, повысить качество продукции. Технология внедрена на ряде предприятий консервной отрасли.

**Обогащение.** Производство полноценной и здоровой пищи во все времена было одной из самых важных задач, стоящих перед человечеством, которая не может решаться простым увеличением количества потребляемой человеком пищи. Постоянная несбалансированность пищевого рациона по белкам, углеводам, минеральным элементам, витаминам и пищевым волокнам является серьезным фактором ухудшения здоровья населения, а нарушение экологической обстановки обуславливает создание специальных пищевых продуктов для функционального питания.

Специалисты центра, химики и технологи использовали в первую очередь биологически активные вещества ягодного, лекарственного и пряно-ароматического растительного сырья: корня айра, травы зверобоя, хвой, сосны, полыни, цветков ромашки, экстрактов лимона (апельсина), а также растений, содержащих элементы витамина С, β-каротина, цинка, йода, кальция, железа.

На основе проведенных исследований процесса тепловой обработки установлено, что сахара подвергается инверсии:



Так, сахара в процессе инверсии расщепляется на одну молекулу глюкозы и одну молекулу фруктозы, т. е. за счет присоединения воды происходит прирост сухих веществ. Поскольку в процессе варки сиропа вода испаряется в атмосферу, то практически инвертируется лишь 20–30% сахара. Наличие инертного сахара в сиропах играет существенную роль в процессе хранения для предупреждения засахаривания.

Данные исследования позволили разработать технологию создания пряно-ароматических сиропов и вытяжек, которые легли в основу создания широкой гаммы продукции.

Специалистами Центра разработаны натуральные тонизирующие и безалкогольные напитки, коктейли функционального и профилактического назначения с использованием биологически активных веществ плодово-ягодного и растительного сырья, обогащенные незаменимыми нутриентами.

Расширен ассортимент функциональных, обогащенных продуктов на плодовоовощной основе за счет консервов для детского питания, беременных женщин и пожилых людей.

Разработаны новые виды консервов с добавлением витамина С и β-каротина, лактулозы, цинка, кальция, пищевых волокон: соки, пюре, десерты.

С целью составления полноценного рациона без повышения его калорийности для больных сахарным диабетом созданы продукты (сахарное печенье, пряники, вафельные батончики) на основе изомальта – белого кристаллического вещества, физиологически безвредного, нетоксичного, без запаха, со сладким вкусом.



а



б



в



г

Рис. 7. Новые виды продуктов питания: а – десерт, б – обогащенное пюре, в – спред, г – соус

Разработана технология получения высококачественных продуктов детского питания функционального назначения: низкобелковых сладостей (в виде печенья и пряников); пищевых концентратов (сухих смесей, каши быстрого приготовления, сухих завтраков) для детей, больных фенилкетонурией и целиакией.

Создан ассортимент масложировых продуктов для людей пожилого возраста, учитывающий необходимые соотношения биологически активных компонентов и их воздействие на физиологическое старение.

Разработан ассортимент масложировых продуктов для функционального питания – спредов и соусов. Разработки внедрены на ОАО «Гамма вкуса», ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат, ОАО «Витебский плодо-овощной комбинат», ОАО «Быховский консервно-овощесушильный завод», ОАО «Минский маргаринный завод», ВКК «Витьба», ОАО «Слодыч» и др. (рис. 7).

Проведены исследования и разработаны технологии витаминизации сухих завтраков, шоколада, карамели, зефира и других кондитерских изделий.

Для определения срока годности витаминизированных шоколада, зефира, ириса, леденцовых карамелей изучали влияние продолжительности хранения на динамику изменения содержания в нем витаминов и минеральных веществ (рис. 8).

Витаминизированные сухие завтраки, кондитерские изделия, продукция карамельной и шоколадной групп внедрена на ОАО «Красный Мозырянин», ВКК «Витьба», СП «Ивкон ОАО» и др.

**Модификация.** В последние годы в мире наметился общий подъем производства и потребления крахмала и его модифицированных производных. Вследствие особенностей химического строения крахмал играет решающую роль в формировании структуры и потребительских характеристик многих пищевых продуктов, а также широко применяется для различных технологических целей. Его используют в качестве загустителя, структурообразователя, эмульгатора, стабилизатора наполнителя, водо- и жиродерживающего агента.



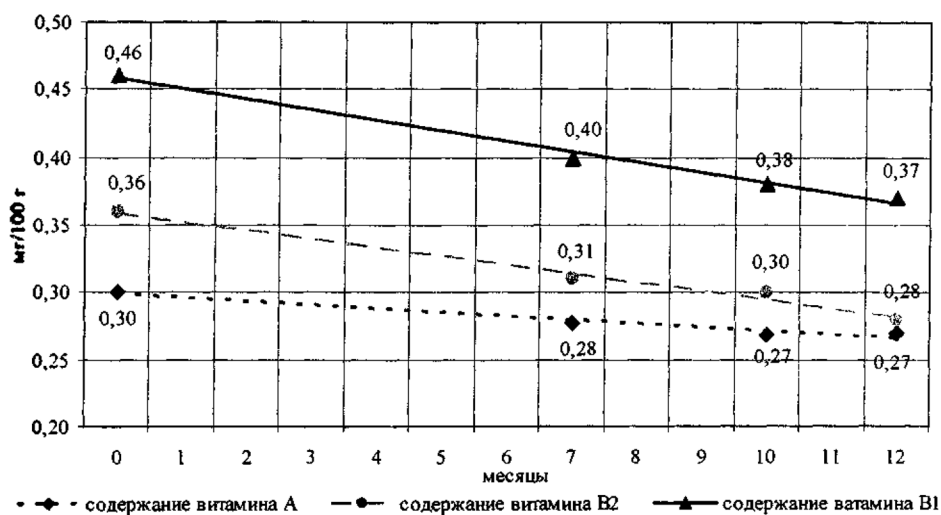


Рис. 8. Динамика изменения содержания витаминов А, В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> в шоколаде

Анализ существующих технологий свидетельствует, что крахмал и крахмалопродукты играют важную роль в народной промышленности: кондитерской, хлебопекарной, консервной, пищевоконцентратной, молочной, мясной, а также в текстильной, бумажной, кожевенной, полиграфической, фармацевтической промышленности, в металлургии, в быту.

Удовлетворение требований потребителей послужило основой для создания научно-технического направления по разработке способов направленного изменения свойств крахмала, т. е. получения модифицированных крахмалов.

Специалисты Центра проводят исследования по созданию новых технологий получения экструзионного и катионного крахмалов.

Отличительными свойствами экструзионных крахмалов является способность частично набухать и растворяться в холодной воде. Такие крахмалы востребованы для производства сухих завтраков, снеков, кормов для животных и в других отраслях промышленности (бумажной, деревоперерабатывающей, текстильной, нефтедобывающей, металлургии). Замена нативного крахмала экструзионным в составе ржаного заварного хлеба позволяет интенсифицировать технологический процесс и повысить качество готового изделия.

Установлено, что введение экструзионных крахмалов в состав мясных рубленых полуфабрикатов в количестве 5–15% позволяет облегчить формирование продукта, снизить потери при жарке, получить сочный продукт с упругой консистенцией и заданной формой. Полуфабрикаты лучшего качества получены при использовании картофельного экструзионного крахмала, полученного при температуре 140 °С.

Наибольшей эффективности применения экструзионных крахмалов в пищевоконцентратной промышленности удалось достичь при их использовании в непрозрачных системах, склонных к синтезу и фракционированию, не требующих сильного загущения (концентраты первых блюд).

Нами проведена модификация картофельного крахмала электрохимическим способом в результате прокачивания аналита (30%-ной крахмальной суспензии) через электролизер в течении 60 мин при постоянной температуре электролитов и разной силе тока – 0,2–4,0 А, в результате образуются хлорсодержащие неселективные окислители и соляная кислота, воздействие которых и обуславливает модификацию крахмала.

Проведены исследовательские работы по подбору оптимальных режимов окисления картофельного крахмала с использованием перекиси водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) и с применением катализаторов: FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, NiCl<sub>2</sub>·6HO. При окислении крахмала в присутствии катализаторов в результате сорбции зернами крахмала неорганических веществ, растворенных в жидкой фазе, массовая доля золы повышается.

Разработан способ получения окисленных крахмалов с использованием высокоэффективного неспецифического газообразного окислителя – озона, при котором 60–40%-ную крахмальную

суспензию или сухой крахмал обрабатывают озонозвоздушной смесью при температуре не выше 40 °С и рН среды не более 7, при этом концентрация озона в озонозвоздушной смеси составляет 115–500 мгО<sub>3</sub>/м<sup>3</sup>.

**Мойка.** Обязательной стадией подготовки плодов и овощей к промышленной переработке является их мойка, обеспечивающая удаление загрязнений с поверхности сырья. В зависимости от вида и физико-механических свойств сырья при мойке используются определенные приемы интенсификации процесса удаления загрязнений: поверхностно-активные вещества и окислители, вибрационное или ультразвуковое воздействие, турбулизация потока моющей жидкости, механическое воздействие, комбинированное применение приведенных приемов.

В настоящее время универсальное моечное оборудование, позволяющее перерабатывать плоды и овощи с различными физико-механическими свойствами, отсутствует, поэтому проведены научно-исследовательские работы по разработке таких видов машин. Впервые созданы, теоретически исследованы, экспериментально изучены и применены для интенсификации удаления загрязнений щеточно-эллипсные элементы, способные проводить объемную очистку поверхности обрабатываемых плодов. На основе научного подхода к обоснованию и выбору конструкционных параметров щеточно-эллипсных элементов и характеристик применяемого ворса, достигнута унификация оборудования для удаления загрязнений и мойки поверхности плодов и овощей с различными прочностными характеристиками, что позволило в 4 раза снизить расход воды и в 20 раз снизить микробиологическую обсемененность.

**Резание.** Для разделения плодов и овощей и придания необходимой формы и размеров проведена значительная работа по исследованию процессов резания и созданию резательных машин. Исследованы математические модели взаимодействий разнообразных режущих ножей, оптимизированы их параметры. Разработаны машины для резки на ломтики, столбики, кубики, лепестки, пластинки. Данные разработки позволили внедрить отечественные технологии при переработке картофеля, корнеплодов, яблок и других плодов (рис. 9).

**Измельчение.** В пищевой промышленности измельчение применяют для увеличения поверхности твердых материалов с целью повышения скорости биохимических и диффузионных процессов при переработке фруктов, овощей, зерна и других продуктов. Измельчение широко применяется в мукомольном, мясном, свеклосахарном, спиртовом, пивоваренном, консервном и других производствах. Измельчение достигается ударом, раздавливанием, истиранием, раскалыванием и другими методами. Специалистами Центра проведена работа по измельчению овощного сырья до тонкодисперсного состояния, способного растворяться в жидкой среде, разработана технология получения натуральных красителей.

**Заключение.** Результаты исследований инновационных процессов, протекающих при переработке сырья растительного происхождения, позволили применить новые технические решения на моечных машинах: в 4 раза снизить расход воды и в 20 раз уменьшить микробиологическую обсемененность плодов и овощей.



Рис. 9. Машины: а – резательная, б – моечная, в – дробилка, г – гидроциклон

Применение резательных инструментов позволило внедрить отечественные технологии при переработке картофеля, корнеплодов, яблок и других плодов, что сократило в 2 раза импортную составляющую при комплектации резательных машин.

Двухстадийный способ замораживания под вакуумом позволяет сократить в 3 раза затраты энергии и повысить производительность.

Теоретические и прикладные исследования гидродинамических процессов, протекающих в трубопроводах, емкостях и аппаратах, позволили разработать методики расчета конструктивных и эксплуатационных параметров трубопроводных систем, создать отечественные гидрциклоны, насосы, дозаторы.

Разработанные приемы и технологии обработки продукта озоновоздушной смесью, двухэтапной стерилизации консервированной продукции, обогащения витаминами и биологически активными веществами, модификации крахмалов позволили создать новые технологии и широкую гамму продуктов питания.

Таким образом, внедрение результатов научных достижений Научно-практического центра НАН Беларуси по продовольствию способствует существенному наращиванию объемов производства сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, что позволяет не только обеспечивать национальную продовольственную безопасность, но и увеличивать объемы экспорта.

### Литература

1. Качество и безопасность пищевых продуктов: учеб. пособие // З. В. Ловкис [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2011. – 395 с.
2. Гидроциклон: пат. № 13738 Респ. Беларусь, МПК9 В 04 С 5/00 / З. В. Ловкис, А. В. Куликов, заявитель РУП «Науч.-прак. центр НАН Беларуси по продовольствию». – № а 20081031; заявл. 01.08.2008; опубл. 30.10.2010.
3. Дробилка: пат. № 12737 Респ. Беларусь, МПК6 В 02 С 13/00 / З. В. Ловкис, В. В. Чуешков, В. В. Якимцов, заявитель РУП «Науч.-прак. центр НАН Беларуси по продовольствию». – № а 20071085; заявл. 05.09.2007; опубл. 30.12.2009.
4. Л о в к и с, З. В. Научное обеспечение отраслей пищевой промышленности Республики Беларусь / З. В. Ловкис // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2009. – № 1. – С. 3–9.
5. Способ получения окисленного крахмала: пат. № 11129 Респ. Беларусь, МПК6 С 08 В 31/00 / З. В. Ловкис, В. В. Литвяк, Т. П. Трощкая, заявитель РУП «Науч.-прак. центр НАН Беларуси по продовольствию». – № а 20061116; заявл. 09.11.2006; опубл. 30.10.2008.
6. Машина для мойки плодов, овощей и корнеклубнеплодов: пат. № 8335 Респ. Беларусь, МПК7 А 23 N 12/02 / З. В. Ловкис, Д. А. Зайченко, заявитель РУП «БелНИИ пищевых продуктов». – № а 20021057; заявл. 18.12.2002; опубл. 30.06.2005.

*Z. V. LOVKIS*

### NEW DIRECTIONS AND TECHNOLOGIES IN RAW MATERIALS PROCESSING IN THE REPUBLIC OF BELARUS

#### Summary

Nowadays the national food industry is rapidly growing that causes the increase of research intensity of food production. The article states a brief analysis of the results of studies of new efficient processes which are used in the technologies for raw materials processing, designs of new machines and equipment for food processing industry and new food products in the Republic of Belarus.