

эффективность приготовления карамельного солода для производства темных сортов пива на основе создания обжарочной установки с инфракрасным излучением и интенсивным перемешиванием.

#### Литература

1. Кунце, В., Технология солода и пива: пер.с нем. / В. Кунце, Г. Мит. – СПб., Изд-во «Профессия», 2001. – 912 с., ил.
2. Воскобойников, В.А., Оборудование пищевого производства / В.А. Воскобойников, В.М. Кравченко, И.Т. Кретов. – Справочник. М., 1989.

УДК 664.92/94

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ МЯСА В СОВРЕМЕННОЙ МЯСОПЕРЕРАБОТКЕ

Ветров В. С., к.х.н., доц., Николаенков А.И., д.с.х.н., доц. (БГАТУ),  
Вербицкий В.Ф., науч. сотр., Анискевич О.Н., инженер-технолог  
(ОАО «Пинский мясокомбинат»)

#### Введение

Одним из наиболее прогрессивных методов консервирования скоропортящихся продуктов является метод сублимационного обезвоживания в вакууме. Сублимационная вакуумная сушка соединяет в себе достоинства двух технологий: замораживания и сушки (удаления влаги).

Метод сублимационной сушки позволяет сохранять высокие питательную и биологическую ценности и вкусовые качества пищевых продуктов продолжительное время (до 5 лет) при переменных и зачастую нерегулируемых температурах (от минус 40 до +40 °С).

Вакуумная сублимационная сушка (еще ее называют лиофилизацией, возгонкой) - процесс перехода вещества из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу. Этот процесс не разрушает общую структуру продуктов, сохраняет в них до 95% питательных веществ, витаминов, ферментов и других биологически активных веществ, поэтому он используется достаточно широко в производстве отдельных видов продуктов питания, лекарств, биологически активных добавок.

Технология сублимационной сушки была открыта в 1929 г. советскими учеными. Впервые ее стали применять во время Второй мировой войны в основном для производства антибиотиков и сухих кровезаменителей. Только после войны этот метод получил широкое распространение в других отраслях, в том числе и в пищевой индустрии.

#### Основная часть

В технологическом плане для пищевой промышленности ценность обезвоженных (сушеных) продуктов определяется в первую очередь по способности к набуханию и восстановлению первоначальных свойств сырья при замачивании в воде. Продукты животного и растительного происхождения как атмосферной (вяленые), так и горячей сушки этим качеством не обладают. Такие способы сушки из-за высокой температуры или длительного выдерживания продукта сильно изменяют белковые структуры, лишая их возможности восстанавливать естественные качества первоначального объекта [1].

В настоящее время разработаны два наиболее совершенных способа сушки, а именно:

- *холодная вакуумная сушка*, т.е. сушка в вакууме при положительных температурах высушиваемого объекта;
- *вакуумная сублимационная сушка*, т.е. сушка в вакууме при отрицательных температурах высушиваемого объекта.

Холодная вакуумная сушка – процесс удаления основного количества влаги из продукта при давлении, близком к состоянию тройной точки воды ( $p=610$  Па) и положительной температуре (4-6 °С). Окончательное досушивание продукта до относительной влажности ниже 5% происходит при режимах традиционной вакуумно-сублимационной сушки. Это позволяет вести процесс так, что в пищевых продуктах в основном сохраняются витамины, ферменты, биологически активные и экстрактивные вещества, обеспечивающие вкус, запах, другие сенсорные показатели, что в максимальной степени приближает сублимированные продукты после их восстановления к показателям качества исходного сырья.

Продукты после холодной вакуумной сушки, как и после сублимационной, имеют пористую структуру, благодаря чему высушенные продукты хорошо и достаточно быстро восстанавливаются. В результате применения данных технологий получают восстановленные продукты более высокого качества, чем из многих других методов консервирования биологических материалов.

Вакуумная сублимационная сушка – это способ консервирования, при котором сушке подвергаются продукты в замороженном состоянии. Данный способ основан на способности некоторых твердых тел (например, твердого льда), обладающих высокой упругостью паров, переходить при определенных условиях из твердого состояния в пар, минуя жидкую фазу. Особенностью этого способа консервирования является замораживание продукта перед сушкой. Чтобы ускорить процесс и предотвратить оттаивание продукта в результате притока тепла извне, его сушат под значительным вакуумом (остаточное давление менее 1 мм рт. ст.).

Для осуществления сублимационной сушки парциальное давление водяного пара над сушимым материалом должно быть ниже тройной точки. В воде, содержащейся в продуктах питания, растворены различные минеральные вещества, поэтому температура ее замерзания и равновесное давление водяного пара ниже, чем для чистой воды. Для льда, образующегося в продуктах питания, парциальное давление составляет от 40 до 130 Па (0,3-1,0 мм рт. ст.).

Для получения качественного сухого продукта при сублимационной сушке температура в центре продукта поддерживается на уровне от минус 20 °С до минус 25 °С. Конечная температура продукта не должна превышать 60 °С, чтобы не наблюдалась тепловая денатурация белков продукта. Низкая, порядка 2 – 5%, конечная влажность сублимационных материалов создает предпосылки для их длительного хранения в условиях нерегулируемых температур.

К достоинствам сублимированных продуктов специалисты-технологи относят: длительные сроки хранения (несколько лет); существенное снижение массы, что улучшает условия хранения продукции, сохраняются размеры, форма, цвет. После восстановления сублимированного продукта отмечается практически полная идентичность с исходным сырьём.

На сегодняшний день вакуумная сублимационная сушка представляет собой самый совершенный метод консервирования, поскольку он позволяет сохранять высокие вкусовые качества и питательную ценность пищевых продуктов продолжительное время (до 5 лет) при нерегулярных температурах (от минус 40 до плюс 40 °С).

В производстве конкретных продуктов питания различных пищевых отраслей сублимация представляет собой в общем виде технологию удаления влаги из свежих предварительно замороженных продуктов (сырья) вакуумным способом, что позволяет практически полностью (до 95%) сохранить в них питательные и биологически активные вещества, витамины, микроэлементы, первоначальную форму, естественный запах, вкус и цвет. Для каждого вида исходного сырья применяются специально отработанные индивидуальные технологические режимы, что является одним из важнейших достоинств сублимации. Данный факт примечателен и тем, что сублимированные продукты, как это признано медицинскими исследованиями, в восстановленном виде пригодны для производства продуктов детского и диетического питания [2].

Продукты сублимационной сушки в настоящее время имеют широчайшие возможности для использования их в качестве готовых продуктов быстрого приготовления, в качестве полуфабрикатов для дальнейшей промышленной переработки в различных пищевых отраслях.

Высокое качество и биологическая полноценность готовых сублимированных продуктов объясняется еще и тем, что обработке должно подвергаться только свежее высококачественное сырье.

Вес сублимированных продуктов в среднем снижается от 1/5 до 1/10 начальной массы, что важно для существенного сокращения эксплуатационных расходов при их хранении, обработке и транспортировке.

Важным моментом для скоропортящейся продукции является показатель её микробной обсеменённости. Поскольку в процессе сушки в условиях вакуума сочетаются замораживание и высушивание, на микроорганизмы, находящиеся в консервируемом продукте, неблагоприятно воздействуют многие факторы: низкая температура замораживания; высокая концентрация солей, создающаяся при замерзании воды; механическое воздействие образующихся кристаллов льда; обезвоживание продукта и частично повышенная температура в период досушивания. Влияние всех этих факторов оказывает губительное действие (частично или полностью) на некоторые виды микроорганизмов. Благодаря этому сушка в условиях вакуума приводит к значительному уменьшению микробной обсеменённости консервируемых продуктов. Для мясного сырья после предварительного замораживания количество жизнеспособных микробных организмов снижается примерно в 2-6 раз. В процессе сушки происходит дальнейшее отмирание части микроорганизмов, и после высушивания КОЕ (КОЕ – количество образовавшихся единиц: микробное число, т.е. общее количество аэробных и факультативно-анаэробных бактерий в 1 г) уменьшается в 10-20 раз по сравнению с микробной обсеменённостью исходного охлажденного продукта до консервирования. Степень отмирания микроорганизмов в процессе сублимационной сушки зависит от технологических режимов сушки, физико-химических свойств продукта (рН, активности воды и др.), индивидуальной устойчивости микробов и их количественного содержания в консервируемом продукте [1].

Несмотря на то, что значительная часть микроорганизмов погибает в процессе замораживания и последующего высушивания, общая микробная обсеменённость (микробное число) высушенных мясопродуктов иногда остается довольно высокой. Степень бактериальной обсеменённости мясопродуктов сублимационной сушки сильно зависит, естественно, от санитарно-гигиенических условий производства.

Основную массу остаточной микрофлоры (микроорганизмов, выживших в процессе сушки) мясопродуктов сублимационной сушки составляют наиболее устойчивые к сублимации спорообразующие бактерии – анаэробные клостридии (до 40% остаточной микрофлоры) и аэробные бациллы (20-22% остаточной микрофлоры). Кроме этих микроорганизмов в мясопродуктах, обезвоженных в условиях вакуума, постоянно присутствуют микрококки, стафилококки, молочнокислые бактерии, дрожжи. В отдельных случаях выявляют наличие в небольших количествах (десятки, сотни микробных клеток в 1 г) кишечных палочек рода эшерихия, бактерий рода протеус, сальмонелл и других бактерий [1, 2].

Некоторые микроорганизмы (стафилококки, сальмонеллы и др.), выжившие в процессе сублимационной сушки, могут изменять свои свойства, в частности утрачивать способность размножаться на селективных средах, продолжая оставаться при этом жизнеспособными [1].

При последующем хранении герметично упакованных мясопродуктов сублимационной сушки наблюдается дальнейшее отмирание части микробов из остаточной микрофлоры. Наиболее интенсивно оно проходит в первые 4-6 месяцев хранения, затем скорость отмирания микробов резко снижается. При неправильном хранении продуктов сублимационной сушки в условиях повышенной влажности воздуха в них происходит

интенсивное размножение сохранивших жизнеспособность микробных клеток, причем количество микроорганизмов через 24 ч увеличивается в 10 раз и более [1,2].

#### **Заключение**

Современная технология сублимирования пищевой скоропортящейся продукции позволяет осуществить её консервацию с сохранением всех качественных показателей исходного сырья. Существенно снижается количество микроорганизмов в сырье, уменьшается его объём. Прогрессивная технология заслуживает более широкого её использования в современной перерабатывающей промышленности, особенно при работе с дорогостоящей скоропортящейся продукцией животноводства. Расчеты и экспериментальные исследования показали, что замена 10% мясного сырья сублимированным мясом при производстве сырокопчёных и сыровяленых колбас позволяет сократить сроки их созревания на 20-30%, и, следовательно, повысить эффективность работы цехов производства этих видов колбас. Предполагаемый экономический эффект от внедрения данной технологии составляет 310 млн. рублей в год.

#### **Литература**

1. Особенности санитарно-микробиологического контроля сырья и продуктов питания животного происхождения/ учебное пособ., сост. Н.И.Хамнаева. – Улан-Уде, 2004, Изд-во ВСГТУ, с.187.
2. Костенко, Ю.Г. Основы микробиологии, гигиены на предприятиях мясной и птицеперерабатывающей промышленности/учебное пособ., Ю.Г.Костенко, С.В. Нецепляев, Л.А.Гончарова.- Москва: Агропромиздат, 1992, с. 312.

**УДК 654.15:637**

### **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ**

*Ветров В.С., к.х.н., доц., Николаенков А. И., д.с.х.н., доц.,  
Вербицкий В.Ф., науч. сотр. (БГАТУ)*

За последнее время в большинстве стран мирового сообщества сложились определенные тенденции, связанные с вопросами защиты, сохранения окружающей среды. Этому способствовал ряд факторов, в первую очередь многочисленные мониторинги природных объектов. Беларусь также предпринимает определенные шаги в этом направлении, осваивает новейшие технологии переработки отходов.

#### **Основная часть**

Основой новых подходов решения вопросов охраны окружающей среды в настоящее время являются следующие тенденции.

Во-первых, особо тщательное внимание стало уделяться вопросам предупреждения загрязнения окружающей среды. Отходы производства, как промышленные, так и коммунальные, начинают рассматриваться как омертвённые природные ресурсы, следствие безобразного отношения их использования.

Во-вторых, совершенно изменилось понятие экологической ответственности. Всё большее количество населения разных стран проникается чувством ответственности за состояние природных ресурсов, охраны окружающей среды. Кроме того, во многих странах приняты довольно жёсткие законы за неудовлетворительное решение экологических проблем, введены экологические налоги, нормативы выброса веществ – загрязнителей в окружающую среду. Становится популярным развитие экологического туризма, всё более заметной становится деятельность «зелёных».

В-третьих, на бытовом уровне наблюдаются заметные сдвиги. Потребители той или