

А.Г. Галстян, Е.О. Буянова, А.Ю. Иванова

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

Рассмотрены основные закономерности и обоснованы рациональные режимы организации процесса обезвоживания молочных напитков с целью их концентрирования и получения продукта с длительными сроками годности. Применение нетрадиционного метода консервирования кисломолочных напитков на базе вакуумного обезвоживания при инфракрасном энергоподводе позволяет максимально сохранить и увеличить концентрацию полезной микрофлоры, сохраняя функциональную направленность концентрированных напитков.

Концентрирование, молочные напитки, вакуумная сушка, инфракрасные лучи, качество, микрофлора.

Введение

На современном этапе развития молочной промышленности переработка молочного сырья на продукты длительного хранения рассматривается как важнейшее направление рационального использования сырья и эффективной работы предприятия. Большинство производителей отрасли ориентированы на выпуск конкурентоспособной продукции с увеличенными сроками годности.

В основном пищевые продукты относятся к разряду скоропортящихся. Решение вопроса по сохранению их качества для потребителей представляется значимой задачей пищевой технологии. Перед производителями стоит одна из важнейших задач сегодняшнего дня – работать равномерно в течение всего года и поставлять на рынок молока круглогодично стойкую в хранении продукцию. Поэтому разработка нового ассортимента молочных продуктов, стойких в хранении, выражает актуальное направление в научных исследованиях.

В отечественной и зарубежной практике многими учеными накоплен опыт по использованию различных средств и методов для продления сроков годности продуктов. С этой целью в продукты вносили консерванты и антиокислители, проводили сушку и концентрирование продукта, стерилизацию, применяли различные виды упаковок и защитных покрытий, совершенствовали способы обработки воздуха в холодильных камерах, проводили хранение в области низких температур [2, 3]. Все методы сохранения пищевых продуктов давали различную степень торможения процессов порчи и вызвали различный характер изменений при хранении. Аналитический обзор литературы показал, что сформированы научно-практические основы прогрессивных технологий производства молочных продуктов, стойких в хранении.

В основе консервирования пищевых продуктов лежат приемы, направленные:

- на удаление микроорганизмов, ферментов;
- уничтожение микроорганизмов;
- подавление микроорганизмов путем создания неблагоприятных условий для их жизнедеятельности;
- инактивацию ферментов.

Изменяя условия среды, особенно содержание свободной воды, можно регулировать состав и активность микрофлоры, ограничить или устранить

разрушительное действие микроорганизмов и ферментов на составные части продуктов. Современные технические и технологические методы обезвоживания позволяют кардинально решить проблему сохранения качества скоропортящихся пищевых продуктов на длительное время [3, 4, 6].

Молочные напитки представляют собой высокопитательную среду для развития микроорганизмов и подвергаются бактериальной и ферментативной порче. Следовательно, большинство из них имеют непродолжительный срок хранения. Проведение их обезвоживания путем использования высокотемпературной обработки и получение концентрированных молочных напитков позволит увеличить их сроки годности, снижая влияние сезонности в производстве молока на уровень потребления молочных продуктов в межсезонный период.

Все способы обезвоживания молочных продуктов условно можно разделить на традиционные и новые. К традиционным способам относятся сгущение, распылительная сушка (сухое цельное и обезжиренное молоко, сухая пахта, сухая сыворотка, сухие кисломолочные продукты), пленочная сушка (сухое обезжиренное молоко, сухая пахта, сухая сыворотка). Указанные способы уже приблизились в своем развитии к пику совершенства. Они имеют ряд недостатков как в отношении качества продукта, так и по технико-экономическим показателям производства.

Резервом в повышении качества обезвоженных продуктов является применение новых способов удаления воды или их оптимальное сочетание с традиционными приемами. В противоположность традиционным способам существуют новые способы обезвоживания при щадящих температурных режимах, которые еще не нашли широкого применения в производстве вследствие ряда причин. К таким способам относятся вакуумная сублимационная сушка и вакуумная сушка с инфракрасным нагревом [6–8].

У нас в стране и за рубежом применяют тепловую и сублимационную сушку, которую успешно используют для многих видов пищевых продуктов, ферментов, заквасок, чистых культур микроорганизмов, творога, сливок, кисломолочных продуктов с высокой степенью сохранности нативных свойств. Однако организация производства имеет отдельные недостатки, связанные с высокими ценами на продукцию, сложностью при их восстановлении, высо-

кой технологичностью производства. Использование такой технологии могут позволить только крупные производители, имеющие в своем активе известные торговые бренды.

Актуальными остаются вопросы по разработке новых способов обезвоживания продуктов нетрадиционными методами и технологиями. В последние годы появились технологии с использованием сушилки инфракрасными лучами, в поле токов высокой частоты, супернагретым паром в центробежном кипящем слое и во взвешенном состоянии.

Наибольший практический интерес для внедрения в производство представляет вакуумное обезвоживание с инфракрасным энергоподводом (терморadiационный). Качество продуктов данного способа сушки не уступает качеству сублимированных продуктов, тогда как затраты на удаление влаги существенно ниже, чем при сублимации. В нашей стране рассматриваемая технология пока не получила распространения, что в значительной степени обусловлено отсутствием методов расчета, позволяющих выполнить корректные количественные оценки режимных параметров процесса.

О приоритете именно вакуумной сушки достаточно убедительно свидетельствуют результаты сравнительного анализа основных способов обезвоживания термолабильных материалов, представленных специалистами фирмы HISAKA WORKS, LTD [7]. На основе современных практических воззрений специалистов вакуумная сушка широко используется в пищевой промышленности, фармацевтике, получении продуктов тонкой химии [1, 4, 5]. В этом случае устраняются недостатки, присущие обычной сушке: возможное разложение термочувствительных сложных органических соединений, витаминов, ароматизаторов; окисление или взрыв нагретого продукта при контакте с воздухом; зависимость содержания влаги в конечном продукте от влажности окружающей среды. Экономические показатели процесса обусловлены высокой скоростью испарения влаги и отсутствием потерь тепла с уходящим воздухом. Применение вакуума позволяет повысить качество и стойкость в хранении концентрированных и сухих продуктов вследствие отсутствия в их составе газовой фазы, в том числе активного кислорода, а также свободной воды.

Главное отличие и преимущество вакуум-радиационного обезвоживания заключаются в объеме нагрева с равномерным распределением влаги в продукте и в мягком, деликатном воздействии температурных режимов выпаривания воды на микроструктуру и физико-химические свойства объекта. Применение вакуума при обработке инфракрасным излучением дает возможность низкотемпературной сушки (температура объекта изменяется в пределах 8–25 °С), что обеспечивает сохранение первоначальных свойств исходного сырья, исключается непосредственный контакт высушиваемого продукта с воздухом и греющей поверхностью [1, 6].

Научных исследований по применению данного способа обезвоживания проводилось недостаточно, что указывает на актуальность и перспективность

применения терморadiационного метода в технологии производства молочных концентратов.

Использование инфракрасных лучей в вакуумной сушке считается одним из самых современных и эффективных способов получения высококачественных и конкурентоспособных продуктов питания. Механизм терморadiационного нагрева основан на способности инфракрасных лучей активно поглощаться водой, содержащейся в продукте, но не поглощаться тканью высушиваемого продукта. Поэтому удаление влаги возможно проводить при невысоких температурах в интервале от плюс 40 до плюс 60 °С, что дает возможность практически полностью сохранить витамины, биологически активные вещества, полезную микрофлору, естественный цвет, вкус и аромат натурального продукта. Кроме того, следует отметить, что инфракрасное излучение безопасно для окружающей среды и человека [6].

Природа инфракрасных лучей та же, что и видимого света, разница только в длине волны. Длина волны видимого света 0,4–0,75 мкм, инфракрасных лучей 0,75–350 мкм. У инфракрасных лучей основная часть излучения находится на участках спектра с длиной волны 0,8–5,3 мкм. Инфракрасные лампы выделяют 3–5 % световых и 95–97 % инфракрасных лучей. Обычная лампа накаливания дает 15 % световых и 85 % инфракрасных лучей [6].

С учетом актуальности темы была поставлена цель по исследованию технологических режимов обезвоживания молочных напитков на базе вакуум-радиационного метода сушки. Новые технологические решения в технологии консервирования базируются на современных тенденциях потребительского рынка к «натуральности» молочных продуктов. В связи с этим в качестве объектов исследования были выбраны кисломолочные напитки, имеющие непродолжительный срок хранения, но играющие значительную роль в организации лечебно-профилактического питания населения. Новые концентрированные молочные напитки имеют отношение к научной концепции по совершенствованию и разработке технологий продуктов с длительными сроками годности.

Объекты и методы исследований

Исследовалось несколько видов кисломолочных напитков с различной массовой долей жира, сухих веществ, наполнителей функциональной направленности: ацидолакт сладкий 2,5 % жира, йогурт молочный фруктовый с персиком 2,5 % жира, йогурт молочный фруктовый с абрикосом 1,5 % жира, биойогурт со злаками 1,5 % жира, обогащенный бифидобактериями.

Экспериментальные исследования проводились в научно-исследовательских лабораториях кафедр «Технология молока и молочных продуктов», «Теплохладотехника» и «Технология жиров, биохимия и микробиология» Кемеровского технологического института пищевой промышленности.

На первом этапе исследований провели анализ химического состава, органолептических, физико-химических свойств и микробиологических показателей выбранных объектов. Анализ проводили традицион-

ными методами, принятыми в молочной промышленности: отбор и подготовку образцов по ГОСТ 26809-86; массовую долю сухих веществ по ГОСТ 3626-73; массовую долю жира по ГОСТ 5867-90; микробиологических показателей по ГОСТ 9225-84 [9, 10].

При выборе режимов вакуумного обезвоживания учитывали следующие факторы: биологическую ценность и исходные органолептические свойства напитков; максимальную степень сохранения структуры и исходного состояния составных компонентов продукта (белков, липидов, витаминов, ароматических летучих веществ); оптимальный размер и форму продукта; исходную бактериальную обсемененность образца.

Второй этап посвящен исследованию закономерностей вакуумной сушки с терморadiационным энергоподводом (ИК-лучи). Обезвоживание проводилось на экспериментальном стенде, конструкция которого позволяла изменять мощность и температуру нагрева, автоматически фиксировать параметры технологического процесса вакуумного обезвоживания кисломолочных напитков. Основными технологическими и теплофизическими факторами процесса являлись: толщина слоя объекта (4, 6, 8 и 10 мм), мощность нагрева (200, 400 и 600 Вт), температура нагрева (35, 45 и 60 °С), исходная и конечная массовая доля сухих веществ в объекте, постоянное остаточное давление 2–3 кПа. Сгущение молочных напитков проводили до достижения массовой доли сухих веществ 40–50 %, 50–60 %, 60–70 %.

Результаты и их обсуждение

В ходе эксперимента изучали теплофизические особенности теплового выпаривания воды в условиях вакуума при действии инфракрасных лучей и на основе полученных результатов устанавливали новые оптимальные режимы концентрирования. Контролировали изменение массы, фиксировали температуру и продолжительность процесса, вели наблюдение за поведением объекта. Результаты изменения массы объекта, температур на поверхности и в центре объекта, в рабочей камере приведены на рис. 1 и 2. По термограммам процесса изучали закономерность и кинетику обезвоживания молочных напитков.

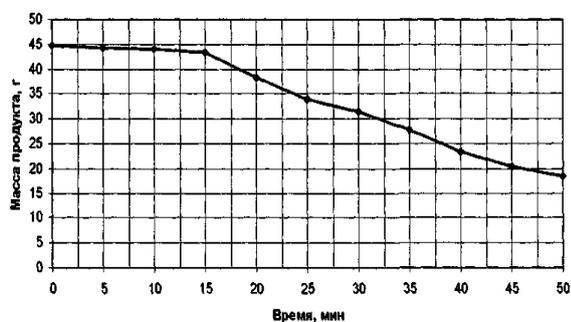


Рис. 1. График изменения массы кисломолочного напитка в процессе обезвоживания при условии: мощность

нагрева 600 Вт, толщина слоя 4 мм, температура нагрева 35 °С, конечная массовая доля сухих веществ 40 %

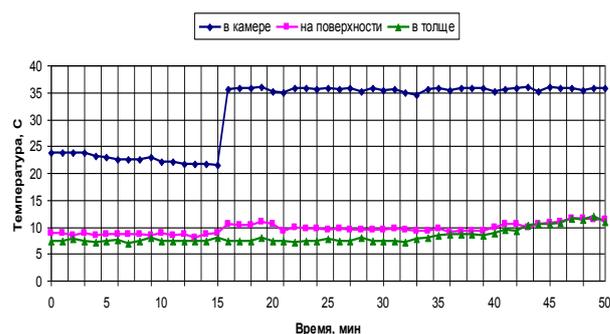


Рис. 2. Термограммы вакуумного обезвоживания молочного напитка при мощности нагрева 600 Вт

Анализ полученных результатов позволил установить, что все образцы концентрированных напитков, полученные при различной мощности нагрева, не отличались в большей степени по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Характеристика была следующей: по внешнему виду – непрозрачная, густая, однородная масса; цвет – кремовый или соответствующий цвету наполнителя (желтый, оранжевый); вкус и запах – чистый, кисломолочный, сладкий, с ярко выраженным привкусом наполнителя. При оценке органолептических свойств по 10-балльной шкале образцы получили в среднем по 8 баллов. По физико-химическим показателям образцы с содержанием сухих веществ в интервале от 40,9 до 41,3 % имели значения по массовой доле жира 6,0–6,2 %, по массовой доле белка 7,3–7,4 %, титруемой кислотности 158–172 °Т. В молочных концентратах была отмечена высокая концентрация полезной молочнокислой микрофлоры в среднем 1×10^{10} КОЕ/г.

Таким образом, экспериментальные исследования позволили определить, что мощность нагрева в указанном интервале не оказывает значительного влияния на свойства продуктов и на продолжительность процесса. Исходя из опытных наблюдений и анализа полученных результатов установлена рациональная мощность нагрева инфракрасных ламп на уровне 400 Вт.

Для установления оптимальной толщины слоя объекта эксперименты проводили при температуре нагрева 35 °С и оптимальной мощности нагрева 400 Вт. На рис. 3 представлены результаты органолептической оценки при толщине слоя продукта от 4 до 10 мм во время вакуумной сушки. На представленной диаграмме видно, что максимальную органолептическую оценку по всем показателям получили образцы при толщине слоя 8 и 10 мм. По микробиологическим и физико-химическим показателям все полученные образцы не имели существенных отличий. Кроме того, анализ результатов показал, что с увеличением толщины слоя объекта на каждые 2 мм продолжительность процесса увеличивалась в 1,4–1,6 раза. Результаты представлены на рис. 4.

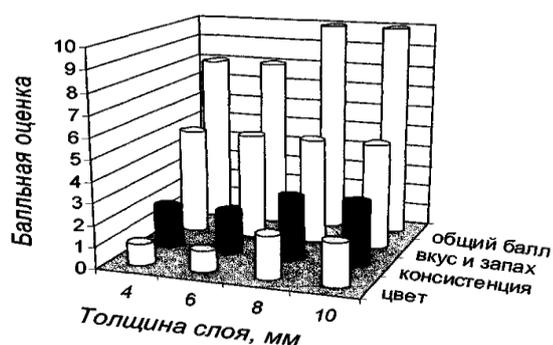


Рис. 3. Органолептическая оценка концентрированного кисломолочного напитка с массовой долей сухих веществ 40 %

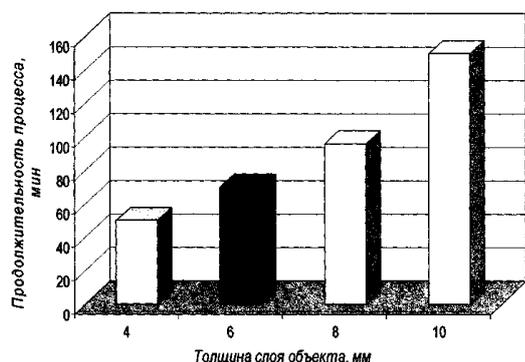


Рис. 4. Зависимость продолжительности вакуумного обезвоживания от толщины слоя кисломолочного напитка

Проводились исследования по установлению рациональной температуры обезвоживания. По комплексу показателей качества и теплофизическим показателям обоснована температура теплового потока лучей на уровне 45–60 °С. В данном случае скорость обезвоживания зависит не столько от скорости передачи тепла, сколько от скорости перемещения влаги внутри продукта.

Анализ температурных графиков инфракрасной вакуумной сушки кисломолочных напитков показал одинаковую динамику изменения температуры в центре и на поверхности образца в течение 120 мин сушки, которая была зафиксирована на уровне 10 ± 1 °С при установлении в рабочей камере режима 60 °С. В течение всего цикла обезвоживания (136 мин) аналогичная закономерность изменения температуры была установлена и для режима 45 °С, но с установлением температуры на поверхности и в центре образца на уровне 8 ± 1 °С. Низкие положительные температуры образцов концентрированного продукта указывают

на большую вероятность сохранения в них питательных свойств и биологической ценности. Таким образом, температура объекта во время проведения экспериментов существенно не отличалась. Изменялась продолжительность процесса в зависимости от температуры сушки. Закономерность следующая: с повышением температуры продолжительность процесса уменьшается в 1,1–1,2 раза (рис. 5).

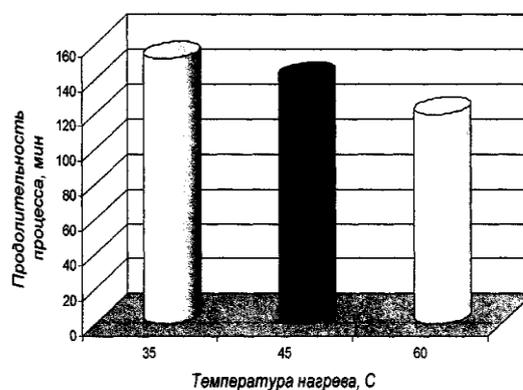


Рис. 5. Зависимость продолжительности инфракрасной вакуумной сушки кисломолочного напитка от температуры нагрева (толщина слоя 10 мм, мощность нагрева 400 Вт, конечная массовая доля сухих веществ 40 %)

Для получения стабильных и высоких показателей качества концентрированного продукта применение мощных потоков ИКЛ не рекомендуется.

Проницаемость микроструктуры напитков увеличивается с уменьшением толщины слоя и с понижением массовой доли влаги. Так, для молочных напитков с содержанием сухих веществ от 14 до 19 % проницаемость инфракрасных лучей была зафиксирована в интервале от 8 до 10 мм.

Таким образом, установлены основные закономерности и рациональные режимы организации обезвоживания молочных напитков с целью получения концентратов длительного хранения. Изучена кинетика обезвоживания при использовании комбинированного вакуум-теплорадиационного метода, на базе которого определялась продолжительность концентрирования до заданной конечной доли сухих веществ. Условия щадящего выпаривания влаги обусловили высокую концентрацию составных частей молока, заквасочных культур в готовом продукте, сохраняя их функциональную направленность.

Список литературы

1. Гинзбург, А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.
2. Картечкина, О.А. Увеличение срока хранения молочных продуктов: обзорная информация / О.А. Картечкина. – М.: АгроЦНИИТЭИММП, 1989. – С. 7–8.
3. Ковтунов, Е.Е. Качество молочных продуктов и сокращение их потерь в процессе производства и хранения: обзорная информация / Е.Е. Ковтунов, И.Г. Бушуева, А.Н. Пинаева и др. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1991. – 44 с.
4. Липатов, Н.Н. Интенсификация технологических процессов с помощью вакуумирования: обзорная информация / Н.Н. Липатов, И.А. Селезнев, З.М. Цкитишвили. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1987. – 48 с.

5. Попов, А.М. Результаты экспериментальных исследований вакуумной сушки брусники / А.М. Попов, В.В. Гурин, А.Н. Расщепкин, Е.А. Расщепкина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 9. – С. 67–70.
6. Рогов, И.А. Применение инфракрасного излучения в отраслях пищевой промышленности / И.А. Рогов, И.Н. Жуков. – М.: Машиностроение для пищевых продуктов, 1971. – 78 с.
7. Семенов, Г.В. Вакуумное низкотемпературное обезвоживание жидких и пастообразных термолабильных материалов / Г.В. Семенов, С.М. Бражников // Вестник МАХ. – 2002. – № 3. – С. 43–46.
8. Экзусьян, Т.Н. Перспектива применения метода микроволновой вакуумной сушки для производства продуктов функционального питания / Т.Н. Экзусьян, Н.А. Студенцова // Пищевая технология. – 2004. – № 4. – С. 94–98.
9. Шидловская, В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: справочник / В.П. Шидловская. – М.: Колос, 2000. – 280 с.
10. Крूस, Г.Н. Методы исследования молока и молочных продуктов / Г.Н. Крूस, А.М. Шалыгина, З.В. Волокитина; под общ. ред. А.М. Шалыгиной. – М.: Колос, 2000. – 368 с.

ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии,
115093, Россия, Москва, ул. Люсиновская, 35.
Тел./факс: (495) 236-02-36
e-mail: conservlab@mail.ru

ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

A.G. Galstyan, E.O. Buyanova, A.Y. Ivanova

New technology in the production of concentrated milk drinks

The basic laws of milk drinks dehydration with a view to their concentration and obtaining a product with extended shelf life have been considered. The rational conditions of this process organization have been justified. The use of non-traditional method of fermented milk preservation based on vacuum dehydration in infrared energy deposition makes it possible to maximum preserve and increase the concentration of beneficial microorganisms, maintaining the functional orientation of concentrated drinks.

Concentration, milk drinks, vacuum drying, infrared radiation, quality, microflora.

All-Russia dairy research institute (VNIMI),
35, Lusinovskaya street, Moscow, 115093, Russia
Phone/Fax: +7(495) 236-02-36
e-mail: conservlab@mail.ru

Kemerovo Institute of Food Science and Technology
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

