

**УНИВЕРСИТЕТ ПО ХРАНИТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ –
ПЛОВДИВ**

**UNIVERSITY OF FOOD
TECHNOLOGIES – PLOVDIV**

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

**SCIENTIFIC
WORKS**

**ТОМ LXI
I част**

**VOLUME LXI
part I**

2014

За съдържанието на всяка статия отговорност носят авторите
The authors are responsible for contains of the papers.

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Председател:

Проф. д-р Пантелей Денев

Членове:

Проф. д.т.н. Албена Стоянова

Проф. д.т.н. Алберт Кръстанов

Проф. д.т.н. Николай Менков

Проф. д.н. Божидар Хаджиев

Проф. д-р Васил Карагъзов

Проф. д-р Димитър Хаджикинов

Проф. д-р Иван Панчев

Проф. д-р Йорданка Алексиева

Проф. д-р Костадин Василев

Проф. д-р Милчо Ангелов

Проф. д-р Николай Банков

Проф. д-р Пламен Моллов

Проф. д-р Симеон Василев

Доц. д-р Венцислав Ненов

Доц. д-р Лидия Колева

Доц. д-р Николай Шопов

Доц. д-р Радка Власева

Доц. д-р Стефчо Кемилев



11. ИЗПОЛЗВАЙКИ ТЕХНОЛОГИЯ МАЛТИТОВИТЕ БИСКВИТИ ПОЛУФИНАЛИТЕ Дорехович В.В.,
Абрамова А.Г.
USING TECHNOLOGY MALTTITOL SPONGE CAKES SEMIFINISHED, V. Dorohovych, A. Abramova 59
12. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ЧАЯ, Е.В.
Рубанка, В.А. Терлецкая, доц. И.Н. Зинченко,
STUDY OF PHISICO-CHEMICAL PROPERTIES OF THE AQUEOUS TEA EXTRACT, E.V. Rubanka, V.A.
Terletskaia, I. N. Zinchenko 63
13. ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВИПИКАНИЕ ВАФЕЛЬ НА
АГЛЮТЕНОВОЙ МУКЕ, Виктория Виталиевна Дорехович, Ирина Василиевна Тарасенко, Сергей
Александрович Иванов
RESEARCH OF THE THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF THE WAFER BATTER IN THE DIFFERENT
KINDS OF GLUTEN-FREE FLOUR, Victoria Vitaliyivna Dorohovich, Irina Vasilievna Tarasenko, Sergey Ivanov 69
14. ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОЛОКА ПРИ СУШКЕ РАСПЫЛЕНИЕМ, Белинская
К.А., Шутюк В.В., Фалендыш Н.А
RESEARCH THE DIFFERENT TYPES OF MILK IN SPRAY DRYING, K. Belinskaja, V. Shutyuk, N. Falendysh 74
15. АМАРАНТОВОЕ МАСЛО КАТО ДОБАВКА ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА ПЮРЕ,
Оксана Точкова, Валерий Манк, Александра Черчович,
THE USE OF AMARANTH TO IMPROVE THE QUALITY PUREE, Oksana Tochkova, Valéry Mank, Aleksandra
Cherchovych, 78
16. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РАДИКАЛОУЛАВЯЩАТА АКТИВНОСТ НА НАПИТКИ ОТ
РАЗЛИЧНИ ВИДОВЕ ОРИЗ И ШИПКА, Светослав Александров, Петя Иванова
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RADICAL – SCAVENGING ABILITY OF JUICES OF DIFFERENT
TYPES OF RICE WITH ROSE HIP, S. Aleksandrov, P.Ivanova 81
17. СЕНЗОРНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ПОНИЧКИ ОТ АМАРАНТОВО БРАШНО, Йорданка
Анастасова Топузова, Гроздан Иванов Караджов
SENSORY CHARACTERISTIC OF DONUTS OF AMARANTH FLOUR, Yordanka A. Topuzova, Grozdan I.
Karadzhov 87
18. ОБОГАЩЕНИЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПИЩЕВЫМИ ВОЛОКНАМИ, Татьяна
Сильчук, Марьяна Назар,
THE ENRICHMENT OF BREAD BY MEANS OF FOOD FIBERS Tatjana Silchuk, Mariana Nazar 93
19. МОДИФИКАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ ЖИДКОЙ ЗАКВАСКИ С ЗАВАРИВАНИЕМ
ЧАСТИ МУКИ, ИСПОЛЗУЕМОЙ В ПОСТОЯННО ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ РАБОТЫ
ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, Татьяна Гуринова, Татьяна Самуйленко
UPDATING OF THE NUTRITIOUS MIX OF THE LIQUID FERMENT USED IN CONSTANTLY
CHANGING WORKING CONDITIONS OF THE BAKING ENTERPRISES, Tatyana Gurinova, Tatyana
Samuylenko 97
20. КАЧЕСТВО И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕМЯН ЛЮПИНА БЕЛОРУССКОЙ
СЕЛЕКЦИИ, Рукшан Л.В., Е.С. Новожилова, Д.А. Кудин,
THE QUALITY AND USE PROSPECT LUPIN SEEDS OF THE BELARUS SELECTI, L.V. Rukshan,
E.S. Novozhylova, D.A. Kudin 104
21. ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА РАСТИТЕЛНИ ФИБРИ ВРХУ ФИЗИКО ФИМИЧНИ И СЕНЗОРНИ
ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ФЕРМЕНТИРАНИ КОЛБАСИ, А. Кузелов, Д. Андроников, В. Илиева , А.
Жаневски, К. Мојсов, Н. Ташков
IMPACT OF FIBER ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL SENSORY CHARACTERISTICS ON
FERMENTED SAUSAG; A. Kuzelov, D. Andronikov, V. Pieva, A. Janevski, K. Mojssov, N. Taskov 109
22. РЕЗУЛТАТЫ ВЛИЯНИЯ СОНОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ ВОССТАНОВЛЕННОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ, О. Кочубей-Литвиненко, О.
Красуля, Н. Тихомирова, В. Богуш,



ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОЛОКА ПРИ СУШКЕ РАСПЫЛЕНИЕМ

Белинская К.А., Шутюк В.В., Фалендыш Н.А.

Национальный университет пищевых технологий г. Киев, Украина, e-mail: schutyuk@i.ua

RESEARCH THE DIFFERENT TYPES OF MILK IN SPRAY DRYING

K. Belinskaja, V. Shutyuk, N. Falendysh

National University of Food Technology, Kiev, Ukraine, e-mail: schutyuk@i.ua

Abstract

The work presents the results of drying goat, horse and sheep milk in the spray drier «Niro-Atomizer» for production of dry adapted milk formula for infants. Analysis of the produced powders indicate differences in the composition of different kinds of milk. This is evidenced by isotherms, defining the ability of the product to absorb and give moisture. The obtained results are of practical importance, as they make it possible to predict changes in dry milk characteristics while producing adapted milk formula with long shelf life. Key words: heat transfer, drying drops, milk.

Keywords: *heat transfer, mass transfer, drying, drop, milk.*

Введение

Процесс сушки пищевых продуктов сопровождается физическими и химическими изменениями. К физическим изменениям главным образом относятся макро- и микроизменения размера, формы и внутренней структуры. Степень и характер данных изменений зависит от режимов и способов сушки. Интенсивность перемещения молекул растворенного вещества влияет на образование структуры поверхности порошков, что в свою очередь определяет их функциональность.

На микроструктуру порошков пищевых продуктов полученных на распылительной сушилке влияют в основном температура, влажность и скорость сушильного агента, концентрация, состав и начальная температура продукта. Так микроструктура порошка из цельного молока более пористая, чем с перегона. Одним из объяснений может рассматриваться разное содержание и поверхностная деятельность основных молекул этих продуктов - лактозы (0,8 нм), жира (0,5-10 мкм), протеина (2-10 нм), казеина (50-500 нм), играет важную роль в тепло-массопереноса при сушке [1]. Также пористый порошок может формироваться при большой скорости подачи сушильного агента, в результате быстрого образования на поверхности капли твердой корки. Для определенных условиях

сушки порошки могут искажаться, морщиться, раздробиться или раздуться зависимости от поведения сжатия, распределения напряжений на поверхности, типа оболочки продукта или корки (непроницаемой или водопроницаемой, пористой или непористой т.д.) сложившейся во время сушки [4].

На поверхности некоторых материалов формируется гладкий наружный слой, другие могут расколоться или даже измельчать нарушены фрагменты (оболочки). Определенные качественные соотношения наблюдаются между изменениями микроструктуры и влагосодержания материала и профилей температуры воздуха в сушилке [7]. Порошок морщится при низких температурах сушильного агента, в этом случае что водная диффузия медленнее и позволяет больше времени изменять форму продукта. Разрыхляется, раскалывается или ломается материал высушенный при высоких температурах сушки. Продукты с толстой, компактной и нерегулярной коркой наблюдаются для медленных процессов сушки. В порошках могут быть углубления или времени на наружной поверхности, которые не могут быть связаны с внутренними порами или вакуолью центра [5]. Интенсивность перемещения молекул растворенного вещества влияет на образование структуры поверхности порошков, что в свою очередь определяет их функциональность. Так на поверхности цельного молока наблюдается

преимущественно жир, а на поверхности перегона - лактоза (58%) и протеин (41%). Точная интерпретация основных ключевых параметров сушки капли чрезвычайно полезна в понимании формирования микроструктуры порошков.

Материалы и методы

В качестве материала для исследования использовалось молоко домашних животных – коз, кобыл и овец.

Снятие изотерм адсорбции паров происходило весовым методом на вакуумной установке с пружинными кварцевыми весами Мак-Бена. Суть его заключается в том, что давление адсорбированного газа или пара измеряется в заготовленной емкости известного объема, которую затем соединяют с ампулой, содержащей адсорбент, и после установления адсорбционного равновесия измеряют равновесное давление. Изотермы изображен графически как $a = f(P/P_s)$, где a – величина адсорбции, мм/г, P/P_s – относительное давление паров адсорбтива.

Опыты по сушке молока выполнялись на полупромышленной распылительной сушилке «Ниро-Атомайзер» с рабочим объемом камеры $0,9 \text{ м}^3$ и производительностью по испаренной влаге до 10 кг/час . Сушилка позволяет обеспечить температуру сушильного агента в диапазоне $120...250 \text{ }^\circ\text{C}$ на входе в сушилку и $80...100 \text{ }^\circ\text{C}$ - на выходе из нее.

Для определения показателей качества и безопасности молочных продуктов используют методики и методы по ГОСТ 4273 2003 «Молоко и сливки сухие. Общие технические условия».

Изучение микроструктуры сырья проводились на микроскопе Konus Biorex-3 с величиной увеличения $40...100\times$, а микрофотографии выполнялись с помощью профессиональной цифровой фотокамеры Sigeta UCMOS 5100 5.1MP с расширением 2592×1944 пикселей.

Результаты и обсуждение

От состава продукта зависят параметры процесса сушки. Начальное содержание сухих веществ и условия сушки также значительно влияют на процесс сушки. Одним из примеров для подтверждения различия в составе молока приведены в таблице. Даже после изменения площади поверхности при сушке и интенсивности сушки область «постоянной скорости» изменения массы не показывают. Продукты с высоким содержанием жира или

белка дают разные скорости сушки в сравнении с более стандартными продуктами, такими как цельное и обезжиренное молоко. Такая тенденция может касаться также изменения температуры сушки.

Таблица

Состав сухого молока домашних животных

Показатели	Массовая доля белка, %	Массовая доля жира, %	Массовая доля лактозы, %
Овечье молоко	25,2	32,0	21
Козье молоко	29,6	22,0	40,0
Кобылье молоко	16,1	12,0	66,0

Анализируя десорбционных кривые (рис. 1), можно сделать вывод, что с уменьшением давления паров воды образцы отдают влагу почти до конца, поскольку гистерезис не входит в нулевую отметку, а заканчивается даже после двухчасового вакуумирования на линии ординат. Это свидетельствует о том, что образцы удаляют только адсорбированную влагу, при этом химически связанная влага не удаляется.

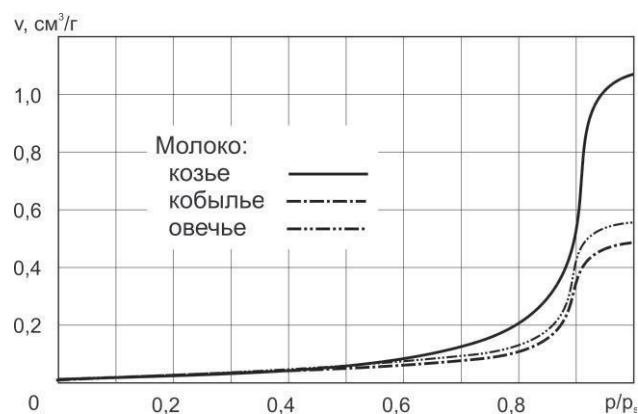


Рис. 1. Кривые десорбции разных видов молока в зависимости от давления водяных паров

Verhey J. изучал процесс образования вакуолей при сушке концентрированного молока распылением за счет наличия воздуха, а не спонтанного образования паровых пузырей внутри сухой оболочки [2]. Результаты исследований показывают, что наличие воздуха в каплях молока вызвано в основном распылением, а не в начальном его содержании. При использовании дисковых распылителей наличие воздуха в продукте значительно больше, чем в результате распыления форсунками. Иногда необходима повышенная пористость конечного

продукта вызванная технологическими аспектами, в этом случае газ (воздух, азот или двуокись углерода) вводят в концентрата молока с использованием смесительного бака. Образование вакуолей во время распыления диска может быть минимизировано за счет использования концентрата с высокой концентрацией сухих веществ, в данном случае это связано с трудностью достичь полного перемешивания воздуха в молоке [6].

Sano Y. и Keeu R. провели лабораторное исследование на предмет изменения сферической формы одной капли молока [8]. Они утверждают, что образование пористости в сухом продукте связано с быстрым формированием твердой оболочки на поверхности частицы и как следствие образования пузырьков пара в середине ее. Однако формирование единой большой полый сферической частицы не часто встречается в современной практике. Как показывает практика, в промышленных установках достигаются более высокие плотности высушенных частиц в сравнении с лабораторными исследованиями.

Надо отметить, что образцы (кроме образца «Козье молоко») имеют очень близкую пористую структуру друг относительно друга (рис. 2), однако вроде «Козье молоко» больше притягивает к себе влагу, чем другие образцы, и имеет больший объем пор: $V_s = 0,98 \text{ см}^3/\text{г}$. Меньше влаги поглощает образец «Кобылье молоко», у него и наименьший удельный поверхность, то есть худшие структурные характеристики, поэтому из всех образцов он является худшим адсорбентом. Однако для хранения кобылье молоко является лучшим продуктом, поскольку оно позже всех будет размокать в помещении с повышенной влажностью.

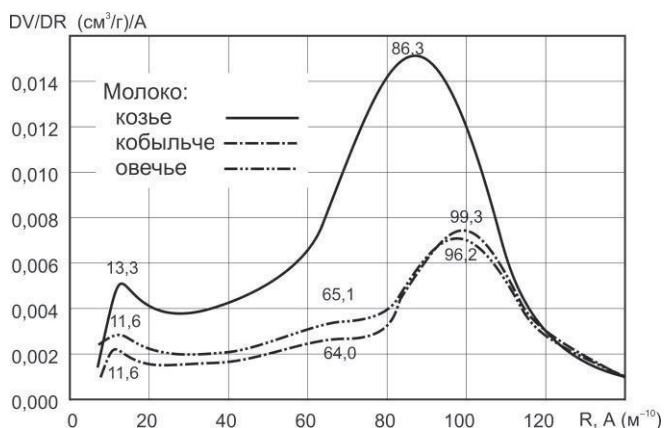


Рис. 2. Зависимость объема пор различных видов сухого молока от размера частиц

Образец «Козье молоко» является лучшим адсорбентом среди трех образцов, однако храниться он должен хуже, потому что лучше и в большем количестве притягивает влагу. Однако со снижением влажности козье молоко отдает влагу, как и другие образцы. Диаметр пор у образца «Козье молоко» такие же, как и у остальных образцов, однако количество этих пор намного больше, поскольку кривая распределения пор по радиусам проходит по всей ширине гораздо выше других, что и наблюдается в структурных характеристиках. Большое количество пор позволяет этому образцу набирать влагу в больших количествах, чем другие образцы, поэтому за большой влажности воздуха образец «Козье молоко» будет иметь высшее влажность.

Исследования микроструктуры различных видов молока показывают (рис. 3), что:

существует разделение между компонентами в процессе сушки капель молока;

поверхность молочных порошков в значительной степени покрывается жирами, даже при очень низком его содержании в продукте;

форма свободного жира на поверхности молочных порошков имеет вид нерегулярных пятен или слоя;

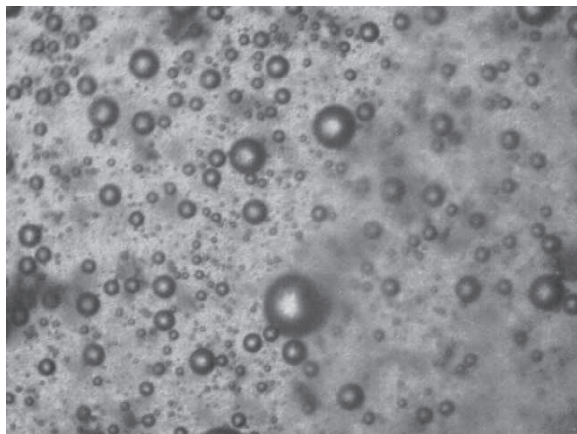
защищены шарики протеина или белков преимущественно расположенные под поверхностью свободного жира;

лактоза в меньшем количестве расположена под поверхностью свободного жира, чем белок.

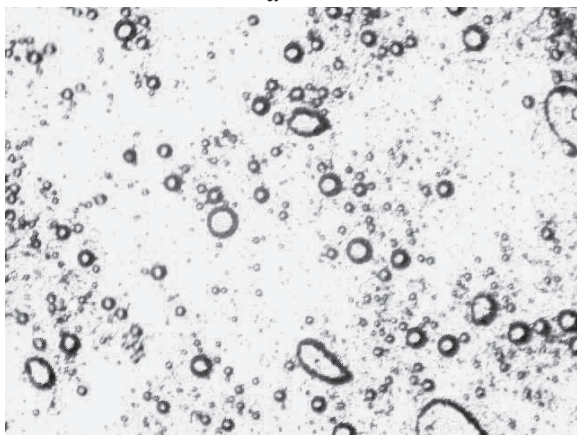
Данные результаты перекликаются с результатами Kim E. и др. [3], которые рассматривали следующие вопросы: 1 - образование корочки во время сушки, 2 - расслоение твердых частиц во время сушки, 3 - адсорбции белка на воздушно-жидкостной поверхности раздела при атомизации. Высокое содержание жира на поверхности значительно ухудшает смачивание порошка и дисперсионные свойства, а также повышает маслянистость и когезионные свойства. При высоком содержании сахара в продуктах сушки в распылительных сушилках является серьезной проблемой и необходимо проводить значительные меры, чтобы преодолеть эту проблему.

Заключение

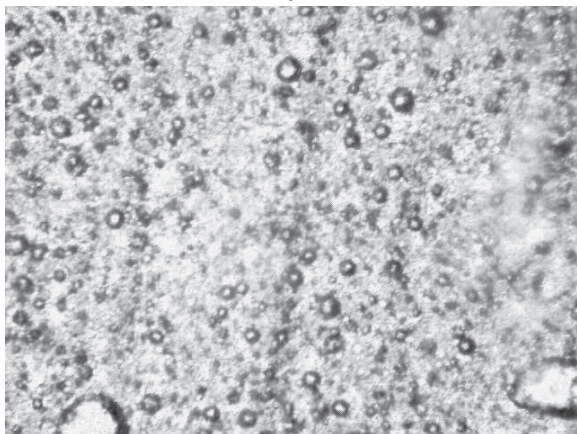
Результаты выполненных исследований указывают на различия в составе различных видов молока. Об этом свидетельствуют изотермы, характеризующие способность



а



б



в

Рис. 2. Микроструктура различных видов сухого молока:

а – кобылье; б – козье; в – овечье

продукта поглощать и отдавать влагу, поскольку основные составляющие продукта (белки, жиры, углеводы) отличаются способностью поглощения и отдачи влаги. Полученные результаты имеют практическое значение, давая возможность предвидеть изменения характеристик продукта в процессе хранения. Поскольку полученное сухое

молоко используется для производства детских адаптированных смесей, которые, как известно, имеют длительный срок хранения, то сохранение продуктом постоянной влажности является весьма важным вопросом. По результатам исследований можно сделать вывод: кобылье молоко достаточно хорошей сырьем, поглощает меньше влаги, а значит, способна в течение длительного времени храниться, не изменяя своих свойств.

Исследование кинетики сушки одновременно с изменением микроструктуры продукта позволяет моделировать более качественно изменение физических и биологических свойств. Понимание, как изменяется или формируется типичная микроструктура продукта во время сушки, как влияет изменение микроструктуры на морфологию, поверхностные свойства и качество продукта, позволяет более детально понять основные принципы сушки пищевых продуктов, контроля их качества, восстановление, отбора условий проведения процесса и более эффективного проектирование сушильных установок.

Литература

- [1] *Chen X.D., Patel K.C.* Manufacturing Better Quality Food Powders from Spray Drying and Subsequent Treatments. *Drying Technology* 2008, 26, 1313–1318.
- [2] *Chen X.D.* Towards a comprehensive model based control of milk drying processes.– *Drying technology*, 1994, 12 (5), 1105–1130.
- [3] *Kim E.H.-J., Chen X.D., Pearce D.* Surface characterization of four industrial spray-dried dairy powders in relation to chemical composition, structure and wetting property. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2002, 26 (3), 197–212.
- [4] *Drying technologies in food processing*/edited by Xiao Dong Chen, Arun S. Mujumdar/ 2008 Blackwell Publishing Ltd, 350.
- [5] *Oakley D.E.* Produce uniform particles by spray drying. *Chemical Engineering Progress* 1997, 10, 48–54.
- [6] *Vliet T., Walstra P.* Relationship between Viscosity and Fat Content of Milk and Cream. *J. Texture Studies.* – 1980, N 11.– P. 65–68.
- [7] *Walton D.E.* The morphology of spray-dried particles: A qualitative view. *Drying Technology* 2000, 18, 1943–1986.
- [8] *Yamamoto S., Sano Y.* Drying of enzymes: Enzyme retention during drying of a single droplet. *Chem. Eng. Sci.* 1992, 47: 177–183.