

**РОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУХОГО МОЛОКА В ФОРМИРОВАНИИ  
КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ**

**A.G. Kruchinin, E.E. Illarionova,  
A.V. Bigaeva, S.N. Turovskaya**

**THE ROLE OF DRY MILK TECHNOLOGICAL PROPERTIES IN FORMING  
THE QUALITY OF FOOD SYSTEMS**

**Кручинин Александр Геннадьевич** – канд. техн. наук, зав. лаб. молочных консервов Всероссийского НИИ молочной промышленности, г. Москва. E-mail: a\_kruchinin@vnimi.org

**Илларионова Елена Евгеньевна** – науч. сотр. лаб. молочных консервов Всероссийского НИИ молочной промышленности, г. Москва.

E-mail: e\_illarionova@vnimi.org

**Бигаева Алана Владиславовна** – науч. сотр. лаб. молочных консервов Всероссийского НИИ молочной промышленности, г. Москва.

E-mail: a\_bigaeva@vnimi.org

**Туровская Светлана Николаевна** – ст. науч. сотр. лаб. молочных консервов Всероссийского НИИ молочной промышленности, г. Москва.

E-mail: s\_turovskaya@vnimi.org

**Kruchinin Alexander Gennadevich** – Cand. Techn. Sci., Head, Lab. of Milk Canned Food, All-Russia Institute of Dairy Industry, Moscow.

E-mail: a\_kruchinin@vnimi.org

**Illarionova Elena Evgenyevna** – Staff Scientist, Lab. of Milk Canned Food, All-Russia Institute of Dairy Industry, Moscow.

E-mail: e\_illarionova@vnimi.org

**Bigaeva Alana Vladislavovna** – Staff Scientist, Lab. of Milk Canned Food, All-Russia Institute of Dairy Industry, Moscow.

E-mail: a\_bigaeva@vnimi.org

**Turovskaya Svetlana Nikolaevna** – Senior Staff Scientist, Lab. of Milk Canned Food, All-Russia Institute of Dairy Industry, Moscow.

E-mail: s\_turovskaya@vnimi.org

Обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации возможно только путем насыщения внутреннего рынка отечественной качественной и безопасной пищевой продукцией в объемах, необходимых для поддержания активного и здорового образа жизни населения. Получение такой продукции априори зависит от качества используемых сырьевых ингредиентов. Для создания различных пищевых систем (молочной, кондитерской, хлебобулочной, мясной и пр. продукции) широко применяют сухое молоко в натуральном или восстановленном виде. Распространенность использования сухого молока в пищевой промышленности, с одной стороны, обусловлена его физико-химическими показателями, высокой биологической и пищевой ценностью, с другой – возможностью длительного хранения в широком диапазоне температур и снижением экономических и производственных издержек. Цель исследований – анализ и система-

тизация информации о влиянии технологических свойств сухого молока на его функциональность и рациональность использования в различных отраслях пищевой промышленности путем формирования качественных свойств пищевых систем. Органолептические, физико-химические, структурно-механические, микробиологические характеристики сухого молока зависят от генетических, паратипических и производственных факторов и обуславливают технологичность, функциональность и рациональность его использования. Одними из основных технологических свойств сухого молока являются его растворимость, способность к пенообразованию и диспергированию, термоустойчивость и сыропригодность. На указанные свойства оказывают влияние форма и размер частиц, плотность, пористость, сыпучесть, агломерированность, смачиваемость сухого молока, режимы тепловой обработки сырого молока

перед его сгущением и сушкой и пр., которые имеют различные степени воздействия на формирование качественных характеристик готовой продукции.

**Ключевые слова:** пищевые системы, сухое молоко, технологические и функциональные свойства, растворимость, пенообразование, диспергирование, термоустойчивость, сыропригодность.

*The food security of the Russian Federation can be ensured only by saturating domestic market with safe domestic food products of high-quality in the volumes capable of maintaining an active and healthy lifestyle of the population. The production of this kind of food primarily depends on the quality of raw ingredients. Dry milk in natural and reconstituted forms is widely used to create various food systems (dairy, confectionery, bakery, meat, etc.). Firstly, its popularity in the food industry is explained by its physicochemical properties, high biological and nutritional value; and secondly, dry milk can be stored for a long time in a wide temperature range with low economic and production expenses. The research's aim is to analyze and systematize the information about the influence of technological properties of dry milk on its functionality and efficient use in various sectors of food industry by forming the qualitative properties of food systems. Many characteristics of dry milk like organoleptic, physical and chemical, structural and mechanical and microbiological depend on genetic, paratypical and production factors and determine the manufacturability, functionality and rationality of its use. Among the most important technological properties of dry milk are its solubility, foamability, dispersibility, cheeseability and heat resistance. All mentioned properties are influenced by the particles' size and shape, by dry milk's density, porosity, flowability, agglomeration, wettability and heat treatment modes for raw milk before it is condensed or dried. All these traits impact the qualitative characteristics of high-quality end-product to various degrees.*

**Keywords:** food systems, dry milk, technological and functional properties, solubility, foaming, dispersion, heat resistance, cheeseability.

**Введение.** Основным звеном эффективного социально-экономического развития России яв-

ляется продовольственная безопасность страны, формируемая путем насыщения внутреннего рынка сырьем и продуктами питания отечественного производства для обеспечения активного и здорового образа жизни населения. Кроме того, наращивание производства качественной и безопасной пищевой продукции, обладающей значительным мультипликативным действием, способствует реализации задач государственной политики в сфере экономики, стимулируя в рыночных условиях хозяйственную деятельность предприятий, инновационное развитие, агропромышленную интеграцию, конкурентоспособность, рост спроса и предложения и пр. Вместе с этим потребление качественных и безопасных продуктов питания в достаточном количестве и сбалансированных с учетом медико-биологических норм и требований способствует решению задач в области здорового питания, повышая качество и увеличивая продолжительность жизни россиян [1].

В пищевой промышленности доля сырья в структуре материальных затрат производства продукции в среднем составляет около 70 %. Применительно к молочной отрасли этот показатель достигает 85 %. При этом качество исходного сырья входит в триаду, формирующую качество готовой молочной продукции (другие составляющие – технологическая обработка и условия хранения), и является наиважнейшей частью. Кроме того, качество исходного сырья следует считать основополагающим критерием, оказывающим непосредственное влияние на выбор режимов технологических процессов и, соответственно, на сроки хранения готовой продукции. Все это в полной мере относится к производству наиболее хранимоспособной молочной продукции – консервам, среди которых значимое место занимает сухое молоко. Сухое молоко (СМ) широко используется в качестве сырья во многих отраслях пищевой промышленности (молочной, кондитерской, хлебопекарной, мясной и пр.). Распространенность использования СМ в пищевой промышленности, с одной стороны, обусловлена его физико-химическими показателями, высокой биологической и пищевой ценностью, с другой – возможностью длительного хранения в широком диапазоне температур и снижением экономических и производственных издержек. Кроме этого, СМ входит в но-

менклатуру продукции, используемой при чрезвычайных ситуациях, для создания национальных запасов, обеспечения потребностей армии и пр. По данным Аналитического центра MilkNews, в 2019 году объемы производства сухих молочных продуктов в РФ составили 171 тыс. т, в т.ч. сухого цельного молока (СЦМ) – 63 тыс. т, сухого обезжиренного молока (СОМ) – 87 тыс. т, основная доля которых производится предприятиями Приволжского и Центрального федеральных округов (44 и 31 % соответственно). Это самые высокие показатели за последнее десятилетие. Однако следует отметить, что на российском продовольственном рынке спрос на сухое молоко более чем в 2 раза превышает его внутреннее производство и составляет 280–305 тыс. т. Недостаток СМ на внутреннем рынке РФ компенсируется за счет импорта из таких стран, как Республика Беларусь, Уругвай, Новая Зеландия.

**Цель исследований.** Анализ и систематизация информации о влиянии технологических свойств СМ на его функциональность и рациональность использования в различных отраслях пищевой промышленности.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В основу получения СМ положен один из классических принципов консервирования – ксероанабиоз, заключающийся в плазмолизе микробных клеток путем удаления из молока влаги за счет использования тепловой сушки. Самым распространенным способом промышленного производства СМ является непрерывная распылительная сушка молока, основанная на мгновенном испарении влаги из мелкодиспергированных частиц молока со средним диаметром от 100 до 200 мкм при их соприкосновении с циркулирующим горячим сухим воздухом в условиях контролируемого потока и температуры. В результате образуются сухие одиночные (средний диаметр 50 мкм) или агломерированные (средний размер от 100 до 250 мкм и более) частицы продукта, состоящие из лактозы, находящейся в аморфной и кристаллической формах и создающей непрерывную фазу, в которую встроены белковые частицы в виде мицелл казеина и сывороточных белков, образующих пространственный каркас, и равномерно распределенный «защищенный» молочный жир, имеющий форму, близкую к шарообразной, а также в значительно меньшем количестве

«свободный» жир, покрывающий внешнюю поверхность в виде пятен и находящийся во внутренней области частицы. Кроме этого, сухие частицы содержат вакуоли (полости и пустоты) с окклюдируемым воздухом и пронизаны сетью трещин и капилляров. Агломерированные частицы состоят из двух и более одиночных частиц, связанных между собой переходными мостиками, имеющими такую же физико-химическую структуру, что и соединяемые ими частицы [2–5].

Производство СМ в РФ осуществляют по ГОСТ 33629-2015 «Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия» с обязательным соблюдением требований действующих технических регламентов. В соответствии со стандартом по внешнему виду и консистенции СМ представляет собой белый со светло-кремовым оттенком однородный мелкий сухой порошок, имеющий чистый вкус и запах, свойственные пастеризованному молоку. Документ распространяется на обезжиренное, частично обезжиренное и цельное СМ, для которого в зависимости от вида установлены следующие физико-химические показатели: массовая доля влаги (не более 4 или 5 %), массовая доля жира (не более 1,5 %; от 1,5 до 26,0; не менее 26,0), массовая доля молочного сахара (от 31,5 до 54,0 %), соотношение между белком и сухим обезжиренным молочным остатком (не более 34 %), индекс растворимости (не более 0,2 см<sup>3</sup> сырого осадка), чистота (не ниже I группы), кислотность (от 14 до 21 °Т). Соблюдение указанных норм и законодательно установленных требований к санитарно-микробиологическим показателям за счет правильно проведенного технологического процесса обеспечивает получение качественной готовой продукции длительного срока годности (более одного года при определенных температурно-влажностных условиях) [6].

На возможность, направленность и рациональность применения СМ в различных отраслях пищевой промышленности влияют его органолептические, физико-химические, структурно-механические, микробиологические показатели, которые формируются путем различных зоотехнических (генетических, паратипических) [7, 8] и производственных приемов [9]. Например, получение классических йогуртов основано на обязательном использовании СМ с целью по-

вышения массовых долей сухих веществ и белка [10], в производстве творога применение СМ увеличивает выход готовой продукции, уменьшает потерю белка и количество отделяемой сыворотки [11], в хлебобулочных, кондитерских, шоколадных, колбасных изделиях, ликерах – формирует органолептические и структурно-механические свойства, повышает биологическую ценность готовой продукции [12–16]. Также СМ широко используют в создании функциональных продуктов для различных групп населения – детского, геродиетического, лечебного, спортивного и прочего питания.

Для промышленной переработки одними из значимых технологических свойств СМ являются его способность к растворению (восстановлению), пенообразованию, диспергированию, термостабильности и сыропригодности. Указанные свойства зависят от формы и размера частиц, плотности, пористости, сыпучести, агломерированности, смачиваемости, осаждаемости, погружаемости, проникаемости, дисперсности (распускаемости), растворимости порошка, температурного воздействия на молоко-сырье и пр. [2, 12].

С целью обновления знаний о физических свойствах СМ, произведенного в Европе, исследователями [17] проведена оценка его отдельных свойств. Установлено, что размер, объем и средний диаметр поверхности частиц СОМ были значительно меньше, чем у СЦМ. За счет этого объемная насыпная плотность СОМ была выше, чем у СЦМ (в среднем 541,36 и 449,5 кг/м<sup>3</sup> соответственно). Полученные данные коррелируют с имеющимися результатами исследований произведенного в России СМ (в среднем 591,0 и 441,0 кг/м<sup>3</sup> соответственно) [9]. Указанные свойства являются важными факторами в производстве продукции, получаемой сухим смешиванием. Авторами [18] осуществлены исследования эффективности получения сухих детских смесей на основе СЦМ и СОМ с использованием сывороточных белков, мальтодекстрина, лактозы, оксида цинка и аскорбиновой кислоты. Исследуемыми параметрами смесителя были уровень наполнения (от 60 до 100 %) и время перемешивания (от 5 до 25 мин). Выявлен оптимальный режим получения смеси с равномерно распределенными в ней компонентами (60 % в течение 10–15 мин перемешивания). При этом применение только СОМ с размером частиц

75 мкм привело к созданию сухой смеси с отличными характеристиками. В работе [12] представлены данные по влиянию размера частиц на диспергируемость СМ, которая уменьшается с увеличением процентного содержания мелких частиц (менее 90 мкм).

Плотность (объемная, насыпная) и пористость являются экономически, коммерчески и технологически важными свойствами СМ, поскольку определяют расход упаковочного материала, объем контейнеров для перевозки и помещений для хранения, параметры оборудования для смешивания и машин для обеспечения правильной подачи и пр.

Сыпучесть (текучесть) СМ – свойство, характеризующее легкость, с которой частицы движутся относительно друг друга, определяемое такими показателями, как угол естественного откоса и сжимаемость. Как правило, СМ, состоящее в основном из больших агломерированных и небольшого количества мелких частиц, обладает хорошей сыпучестью. Присутствие жира в СМ снижает движение частиц, расплавляясь, особенно, когда его используют при повышенных температурах. Поэтому СЦМ обладает меньшей текучестью по отношению к СОМ. Для улучшения сыпучести СЦМ предложено осуществлять кристаллизацию фракции жира с низкой температурой плавления, что позволило получить продукт с хорошей сыпучестью, а именно углом естественного откоса – 32,5° и сжимаемостью 0,029 [2, 12].

СМ, состоящее из агломерированных частиц, обладает улучшенными свойствами: повышенной сыпучестью, диспергируемостью, равномерной смачиваемостью в холодной или горячей воде, уменьшенной насыпной плотностью. Дополнительное использование в производстве такого СМ эмульгаторов и солей-стабилизаторов значительно повышает его технологичность. Так, сыпучесть обычного и быстрорастворимого СМ с использованием лецитина в качестве эмульгатора составляет 2–3 и 5–6 г/с, смачиваемость при 40 °С – более 300 и 10–15 с, насыпная масса (без уплотнения) – 500–550 и 290–370 кг/м<sup>3</sup>, относительная скорость растворения при 40 °С – 15–30 и 80–95 % соответственно. Благодаря указанным свойствам быстрорастворимое СМ находит широкое применение при выработке продуктов детского питания, инстант-смесей

для производства мороженого, молочных каш, пудингов, используется в домашних условиях и общественном питании [2, 12, 19–21]. Электронная микроскопия СМ с комплексной полифосфатной солью показала, что оно состоит из глобул больших размеров, объединенных в агрегаты посредством мостиков, с плотной структурой и меньшим объемом вакуолей. Исследования дисперсности выявили значительное преобладание частиц с размером более 250 мкм. Такие характеристики СМ способствовали увеличению скорости и полноте растворения (индекс растворимости снизился в 2–3 раза), повышению термоустойчивости восстановленного молока на 1–3 группы, что определило его использование в технологиях получения рекомбинированных и молочосодержащих сгущенных консервов (стерилизованных или с сахаром) без дополнительной корректировки солевого состава [22, 23].

В производстве пищевой продукции способность СМ образовывать пену в процессе его восстановления расценивается двояко. При выработке таких молочных продуктов, как восстановленное молоко, традиционные кисломолочные продукты, сгущенные молочные консервы, данное свойство является нежелательным и негативно влияющим на качество готовой продукции, поскольку в образующейся при растворении СМ пене интенсивнее протекают микробиологические и ферментативные процессы, а также ухудшается работа технологического оборудования. Но в производстве аэрированных молочных продуктов (муссов, коктейлей и пр.), мороженого, при приготовлении кофе капучино или макиато пенообразование СМ играет огромную положительную роль, поскольку это технологическое свойство является базовым условием и основой получения качественной продукции. Так, исследователями установлены оптимальные технологические параметры получения аэрированной дисперсной системы (соотношение СМ к воде – 1:6, температура взбивания 0–1 °С, продолжительность сбивания 9 мин) с пенообразующей способностью 310 % и устойчивостью пены 37 % (через 1 ч в статических условиях). Для этой цели широко используют различные роторно-пульсационные аппараты, создающие значительную поверхность раздела фаз, наиболее эффективными из которых яв-

ляются конструкции с внутренним статором и принудительной подачей воздушных потоков [24, 25]. Использование СМ в производстве мороженого повышает его взбитость [26].

Также область применения СМ существенно зависит от температурных режимов пастеризации молока-сырья перед сгущением и сушкой, которые подразделяют на следующие основные классы температурной обработки: низкотемпературная, средняя (умеренная), высокотемпературная, выражаемые как концентрация денатурированного сывороточного белкового азота (UMSPN). СМ низкотемпературной обработки (более 6,0 мг UMSPN/г) имеет более высокую биологическую ценность за счет сохранения таких значимых компонентов молока, как сывороточные белки, его рационально использовать в производстве сыров и творога, поскольку улучшаются технологические характеристики сычужной свертываемости и синерезиса с образованием качественного сгустка. Молоко, обладающее в том числе такими свойствами, называется сыропригодным. СМ среднетемпературной обработки (1,51–5,99 мг UMSPN/г) применяют при выработке мороженого, шоколада, кондитерских изделий за счет его оптимальной при данном температурном воздействии эмульгирующей и пенообразующей способности. Высокотемпературное СМ (не более 1,5 мг UMSPN/г) за счет его повышенной термоустойчивости и растворимости является приоритетным молочным сырьем в производстве пищевых продуктов, где применяются высокие режимы температурной обработки: питьевые и сгущенные стерилизованные молочные продукты, хлебобулочные изделия, горячие напитки [9, 12, 27].

**Заключение.** СМ находит широкое применение в производстве разнообразной пищевой продукции, обуславливая ее качество и безопасность. Изучение технологических свойств СМ с точки зрения понимания механизмов и способов формирования его характеристик позволяет целенаправленно и эффективно использовать СМ в виде сырьевого компонента в различных отраслях пищевой промышленности, получая качественную и конкурентоспособную отечественную продукцию. Развитие знаний о СМ сделает возможным конструировать его функционально-технологические свойства и повышать пищевую и биологическую ценность.

Литература

1. Galstyan A.G., Aksenova L.M., Lisitsyn A.B. et al. Modern approaches to storage and effective processing of agricultural products for obtaining high quality food products // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2019. Vol. 89. № 2. P. 211–213. DOI: 10.1134/S1019331619020059.
2. Липатов Н.Н., Харитонов В.Д. Сухое молоко. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 264 с.
3. Туровская С.Н., Галстян А.Г., Петров А.Н. [и др.]. Безопасность молочных консервов как интегральный критерий эффективности их технологии. Российский опыт // Пищевые системы. 2018. Т. 1, № 2. С. 29–54. DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-2-29-54.
4. Литвяк В.В., Росляков Ю.Ф., Мельситова И.В. [и др.]. Микроструктурные особенности сухих молочных продуктов // Известия вузов. Пищевая технология. 2017. № 1. С. 76–80.
5. 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. Vol. 26, Iss. 3. P. 197–212. DOI: 10.1016/S0927-7765(01)00334-4.
6. Радаева И.А., Червецов В.В., Галстян А.Г. [и др.]. Межгосударственный стандарт на сухое молоко // Молочная промышленность. 2016. № 3. С. 36–38.
7. Иванова И.П., Троценко И.В. Применение селекционно-генетических параметров в племенной работе с молочным скотом // Вестник КрасГАУ. 2019. № 3. С. 65–70.
8. Зайцева О.В., Лефлер Т.Ф., Курзюкова Т.А. Эффективность производства молока при разных способах содержания коров // Вестник КрасГАУ. 2019. № 4. С. 67–74.
9. Кобзева Т.В., Юрова Е.А. Оценка показателей качества и идентификационных характеристик сухого молока // Молочная промышленность. 2016. № 3. С. 32–35.
10. Зобкова З.С. История производства йогурта // Молочная промышленность. 2017. № 8. С. 24–25.
11. Зобкова З.С. История развития технологии творога // Молочная промышленность. 2016. № 2. С. 32–33.
12. Sharma A., Jana A.H., Chavan R.S. Functionality of Milk Powders and Milk-Based Powders for End Use Applications-A Review // Comprehensive reviews in food science and food safety. 2012. Vol. 11, Iss. 5. P. 518–528. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2012.00199.x.
13. Блинова О.А., Медведева А.В. Технология производства ржаного хлеба с применением сухого молока // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК: сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. Пенза: Изд-во Пензен. ГАУ, 2018. С. 127–128.
14. Тарасенко Н.А. Разработка технологии нового вида кондитерского изделия – СПА-вафель // Известия вузов. Пищевая технология. 2014. № 5-6. С. 50–53.
15. Черкашина Н.А. Основные свойства сухого молока и возможность его замены при производстве колбасных изделий // Все о мясе. 2011. № 4. С. 36–37.
16. Агейкина И.И. Технологические аспекты применения сухого молока в производстве эмульсионных ликеров с коньяком // Перспективные исследования и новые подходы к производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: сб. науч. трудов XIII Междунар. науч.-практ. конф. (28–30 октября 2019 г., Углич). Углич, 2019. С. 19–23.
17. Pugliese A., Cabassi G., Chiavaro E. et al. Physical characterization of whole and skim dried milk powders // Journal of food science and technology-mysore. 2017. Vol. 54, Iss. 11. P. 3433–3442. DOI: 10.1007/s13197-017-2795-1.
18. Dali N.S.M., Bakar N.A., Aziz N.A. et al. The influence of dry-blending operational parameters on homogeneity of milk formula powder // III International Conference on Agricultural and Food Engineering. 2017. Vol. 1152. P. 339–407. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1152.54.
19. Dhanalakshmi K., Ghosal S., Bhattacharya S. Agglomeration of Food Powder and Applications // Journal Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2011. Vol. 51, Iss. 5. P. 432–441. DOI: 10.1080/10408391003646270.
20. Голубева Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока. М.: ДеЛи принт, 2005. 376 с.

21. *Chever S., Mejean S., Dolivet A. et al.* Agglomeration during spray drying: Physical and rehydration properties of whole milk/sugar mixture powders // *LWT-Food Science and Technology*. 2017. Vol. 83. P. 33–41. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.05.002.
22. *Галстян А.Г.* Развитие научных основ и практические решения совершенствования технологий, повышения качества и расширения ассортимента молочных консервов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04. М., 2009. 50 с.
23. *Брусенцев А.А., Забадалова Л.А., Арсеньева Т.П.* Особенности производства сгущенных консервов с использованием сухого молока // *Переработка молока*. 2011. № 11. С. 35–36.
24. *Просеков А.Ю., Подлегаева Т.В., Новиков Р.С.* Пенообразующая способность восстановленного цельного молока // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2001. № 5-6 (264-265). С. 39–40.
25. *Иванец В.Н., Иванец Г.Е., Светкина Е.А.* Исследование пенообразующих свойств молока при обработке в роторно-пульсационном аппарате // *Техника и технология пищевых производств*. 2012. № 2 (25). С. 102–106.
26. *Творогова А.А., Казакова Н.В.* Технология мороженого и замороженных десертов // *Энциклопедия «Пищевые технологии»*. Углич, 2019. Гл. 6. С. 7–163.
27. *Зобкова З.С., Зенина Д.В., Фурсова Т.П.* [и др.]. Влияние состава сырья и технологических параметров производства на качество зерненого творога // *Молочная промышленность*. 2016. № 6. С. 34–38.
3. *Turovskaja S.N., Galstjan A.G., Petrov A.N.* [I dr.]. Bezopasnost' molochnyh konservov kak integral'nyj kriterij jeffektivnosti ih tehnologij. Rossijskij opyt // *Pishhevye sistemy*. 2018. T. 1, № 2. S. 29–54. DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-2-29-54.
4. *Litvjak V.V., Rosljakov Ju.F., Mel'sitova I.V.* [I dr.]. Mikrostrukturnye osobennosti suhих molochnyh produktov // *Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija*. 2017. № 1. S. 76–80.
5. *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. Vol. 26, Iss. 3. P. 197–212. DOI: 10.1016 / S0927-7765 (01) 00334-4.
6. *Radaeva I.A., Chervecov V.V., Galstjan A.G.* [I dr.]. Mezghosudarstvennyj standart na suhoe moloko // *Molochnaja promyshlennost'*. 2016. № 3. S. 36–38.
7. *Ivanova I.P., Trocenko I.V.* Primenenie selekcionno-geneticheskikh parametrov v plemennoj rabote s molochnym skotom // *Vestnik KrasGAU*. 2019. № 3. S. 65–70.
8. *Zajceva O.V., Lefler T.F., Kurzjukova T.A.* Jeffektivnost' proizvodstva moloka pri raznyh sposobah sodержaniya korov // *Vestnik KrasGAU*. 2019. № 4. S. 67–74.
9. *Kobzeva T.V., Jurova E.A.* Ocenka pokazatelej kachestva i identifikacionnyh harakteristik suhogo moloka // *Molochnaja promyshlennost'*. 2016. № 3. S. 32–35.
10. *Zobkova Z.S.* Istorija proizvodstva jogurta // *Molochnaja promyshlennost'*. 2017. № 8. S. 24–25.
11. *Zobkova Z.S.* Istorija razvitija tehnologij tvoroga // *Molochnaja promyshlennost'*. 2016. № 2. S. 32–33.
12. *Sharma A., Jana A.H., Chavan R.S.* Functionality of Milk Powders and Milk-Based Powders for End Use Applications-A Review // *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2012. Vol. 11, Iss. 5. P. 518–528. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2012.00199.x.
13. *Blinova O.A., Medvedeva A.V.* Tehnologija proizvodstva ržanogo hleba s primeneniem suhogo moloka // *Vklad molodyh uchenyh v innovacionnoe razvitie APK: sb. statej Vseros*.

### Literatura

1. *Galstyan A.G., Aksenova L.M., Lisitsyn A.B. et al.* Modern approaches to storage and effective processing of agricultural products for obtaining high quality food products // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2019. Vol. 89. № 2. P. 211–213. DOI: 10.1134/S1019331619020059.
2. *Lipatov N.N., Haritonov V.D.* Suhoe moloko. М.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1981. 264 с.

- nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh. Penza: Izd-vo Penzen. GAU, 2018. S. 127–128.
14. *Tarasenko N.A.* Razrabotka tehnologii novogo vida konditerskogo izdelija – SPA-vafel' // *Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija.* 2014. № 5-6. S. 50–53.
  15. *Cherkashina N.A.* Osnovnye svojstva suhogo moloka i vozmozhnost' ego zameny pri proizvodstve kolbasnyh izdelij // *Vse o mjase.* 2011. № 4. S. 36–37.
  16. *Agejkina I.I.* Tehnologicheskie aspekty primenenija suhogo moloka v proizvodstve jemul'sionnyh likerov s kon'jakom // *Perspektivnye issledovanija i novye podhody k proizvodstvu i pererabotke sel'skohozjajstvennogo syr'ja i produktov pitaniija: sb. nauch. trudov XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (28–30 oktjabrja 2019 g., Uglich).* Uglich, 2019. S. 19–23.
  17. *Pugliese A., Cabassi G., Chiavaro E.* et al. Physical characterization of whole and skim dried milk powders // *Journal of food science and technology-mysore.* 2017. Vol. 54, Iss. 11. P. 3433–3442. DOI: 10.1007/s13197-017-2795-1.
  18. *Dali N.S.M., Bakar N.A., Aziz N.A.* et al. The influence of dry-blending operational parameters on homogeneity of milk formula powder // *III International Conference on Agricultural and Food Engineering.* 2017. Vol. 1152. P. 339–407. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1152.54.
  19. *Dhanalakshmi K., Ghosal S., Bhattacharya S.* Agglomeration of Food Powder and Applications // *Journal Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2011. Vol. 51, Iss. 5. P. 432–441. DOI: 10.1080/10408391003646270.
  20. *Golubeva L.V.* Tehnologija molochnyh konservov i zamenitelej cel'nogo moloka. M.: DeLi print, 2005. 376 s.
  21. *Chever S., Mejean S., Dolivet A.* et al. Agglomeration during spray drying: Physical and rehydration properties of whole milk/sugar mixture powders // *LWT-Food Science and Technology.* 2017. Vol. 83. P. 33–41. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.05.002.
  22. *Galstjan A.G.* Razvitie nauchnyh osnov i prakticheskie reshenija sovershenstvovanija tehnologij, povyshenija kachestva i rasshirenija assortimenta molochnyh konservov: avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk: 05.18.04. M., 2009. 50 s.
  23. *Brusencev A.A., Zabadalova L.A., Arsen'eva T.P.* Osobennosti proizvodstva sgushhennyh konservov s ispol'zovaniem suhogo moloka // *Pererabotka moloka.* 2011. № 11. S. 35–36.
  24. *Prosekov A.Ju., Podlegaeva T.V., Novikov R.S.* Penoobrazujushhaja sposobnost' vosstanovlennogo cel'nogo moloka // *Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija.* 2001. № 5–6 (264–265). S. 39–40.
  25. *Ivanec V.N., Ivanec G.E., Svetkina E.A.* Issledovanie penoobrazujushhijh svojstv moloka pri obrabotke v rotno-pul'sacionnom apparate // *Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv.* 2012. № 2 (25). S. 102–106.
  26. *Tvorogova A.A., Kazakova N.V.* Tehnologija morozhenogo i zamorozhennyh desertov // *Jenciklopedija «Pishhevyje tehnologii».* Uglich, 2019. Gl. 6. S. 7–163.
  27. *Zobkova Z.S., Zenina D.V., Fursova T.P.* [i dr.]. Vlijanie sostava syr'ja i tehnologicheskijh parametrov proizvodstva na kachestvo zernenogo tvoroga // *Molochnaja promyshlennost'.* 2016. № 6. S. 34–38.

