

*О.Л. Сороко, к.т.н., доцент, Е.В. Беспалова, И.В. Миклукх, к.т.н., доцент,
Г.П. Пинчук, Н.В. Галактионова
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СМЕСЕЙ СУХИХ БЫСТРОРАСТВОРИМЫХ НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГОРЯЧИХ НАПИТКОВ

*O. Soroko, E. Bepalova, I. Miklukh, G. Pinchuk, N. Galaktionova.
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

MODERN TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF MILK-BASED DRY INSTANT MIXES FOR THE PREPARATION OF HOT DRINKS

*e-mail: olegsoroko@tut.by, beshpalova-kat@mail.ru,
inmiklukh@mail.ru, pku.org@tut.by, 8551234n@gmail.com*

Технология производства смесей молочных сухих для приготовления горячих напитков, в том числе с применением вендинговых автоматов, представляет особый интерес с точки зрения импортозамещения качественным натуральным отечественным продуктом с применением собственного сырья. В статье приведены результаты исследований по разработке технологии производства смесей сухих молочных быстрорастворимых и их применимости в вендинговых автоматах.

The technology of production of dry milk mixes for the preparation of hot drinks, including with the use of vending machines, is of particular interest from the point of view of import substitution with high-quality natural domestic products using their own raw materials. The article presents the results of research on the development of technology for the production of instant milk powder mixtures and their applicability in vending machines.

Ключевые слова: смесь сухая молочная быстрорастворимая, агломерация, вендинговые автоматы, индекс растворимости, относительная скорость растворения, смачиваемость, залипание, стойкость пены.

Keywords: instant milk powder mixture, agglomeration, vending machines, solubility index, relative dissolution rate, wettability, sticking, foam resistance.

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь, как и во многих странах мира (Финляндия, Ирландия, Великобритания, Австралия, Эстония, Франция, Германия) производство молока и молочных продуктов возведено в ранг государственной политики, а производители нацелены на изготовление национальных и инновационных продуктов, имеющих общемировое признание и учитывающих запросы времени, интересы разных категорий потребителей. В современном ритме жизни быстрорастворимые молочные продукты занимают особое место. Именно поэтому, такие продукты находят все большее применение, как в домашних условиях, так и сферах общественного питания (в том числе вендинговом направлении). Торговые автоматы (вендоры), которые предлагают покупателю свои услуги по реализации кофе и других напитков становятся все более популярными. В связи с этим, несомненно, актуальным является разработка современной технологии производства смесей сухих быстрорастворимых на молочной основе для приготовления горячих напитков, обладающих требуемыми свойствами сыпучести и растворимости. Успешное внедрение данной технологии в производство позволит расширить ассортиментный перечень молочной продукции, которая обеспечит достойную конкуренцию широко применимым импортным аналогам на рынке в

данном сегменте и обеспечит потребителя качественным продуктом с натуральным молочным составом.

Цель работы – разработка технологии производства смесей сухих быстрорастворимых на молочной основе и исследование эффективности применения их в вендинговых автоматах.

Метод или методология проведения работы – определение характеристик объектов исследований проводили с использованием стандартных методов. Гранулометрический состав определялся путем просеивания при помощи специализированных сит с фиксированным диаметром ячеек (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0 мм).

Результаты и их обсуждение. Сотрудниками РУП «Институт мясо-молочной промышленности» разработана технология производства смесей сухих быстрорастворимых, предназначенных для приготовления горячих напитков, в том числе с применением вендинговых автоматов.

При проведении научных исследований по разработке технологии производства смесей молочных сухих быстрорастворимых изучены различные способы производства сухих молочных продуктов, в том числе быстрорастворимых. Установлена необходимость применения процесса агломерации сухой смеси на специализированном оборудовании или классических сушильных установках, оснащенных инстантайзерами с дополнительным введением операции увлажнения для обеспечения требуемых показателей продукта, или аглораспылителем.

Проведя комплекс научно-исследовательских работ по вопросу организации технологического процесса производства смесей молочных сухих быстрорастворимых была установлена необходимость смачивания поверхности частиц в процессе агломерирования сухой смеси связующим агентом – сиропом мальтодекстрина путем распыла в виде тумана форсуночным элементом под давлением подаваемого воздуха. В рамках работы определена концентрация и количество сиропа мальтодекстрина. Установлено, что для распыла в виде тумана и создания оптимального липкого слоя на поверхности частиц смеси требуется распределение связующего агента концентрацией 30–35% в количестве 7,0–14,0% от массы обрабатываемого продукта, при контакте с которым частицы смеси увлажняются расчетно до массовой доли влаги 10–15%. Досушивание смеси необходимо проводить в «псевдооживленном» слое при температуре воздуха не более 70°C на входе в агломератор.

В процессе работы определены критерии оценки качества смесей молочных сухих быстрорастворимых: массовые доли влаги, жира, белка, титруемая кислотность, индекс растворимости, относительная скорость растворения, смачиваемость, показатели безопасности, а также факторы, оказывающие влияние на их ухудшение.

В соответствии с установленными критериями оценки качества и требованиями к физико-химическим показателям готового продукта (массовая доля влаги 1,0–5,0%, массовая доля белка 15,0–25,0%, массовая доля жира 1,0–15,0%, содержание углеводов не менее 65,0%, индекс растворимости сырого осадка не более 1,0 см³) подобран компонентный состав смесей и разработаны рецептуры для их производства.

По результатам экспериментальных выработок, проведенных на опытном участке РУП «Институт мясо-молочной промышленности» разработаны проекты технических условий, которыми предусмотрена классификация смесей в зависимости от используемого сырья и пищевкусовых компонентов (в том числе ароматизаторов) на смеси, смеси с какао, кофе, цикорием и ароматом, и технологической инструкции, в которой определено два способа производства смесей:

- 1) агломерирование сухой смеси, полученной путем сухого смешения;

2) агломерирование сухой смеси, полученной путем распылительной сушки нормализованной смеси.

На ОАО «Лидапищеконцентраты» на агломерационной установке KFL-200 (Китай, максимальная загрузка 200 кг), представленной на рисунке 1, проведены опытные выработки смесей молочных сухих быстрорастворимых на основании проекта технических условий, технологической инструкции и рецептур. Отличительными особенностями данной установки является наличие системы автоматизации: контроль температуры входящего и выходящего воздуха, наличие пневмообстукивателей и расходомера агломерационной жидкости. Предусмотрена система регранулирования порошка KFZ-600 (Китай, производительностью 300–600 кг/ч).



а) Агломерационная установка KFL-200;
б) Пневмообстукиватели;
в) Рабочий интерфейс;
г) Емкость для приготовления сиропа.

Рисунок 1 – Промышленная агломерационная установка

Источник данных: ОАО «Лидапищеконцентраты»

Установлено соответствие партии продукта требованиям проекта технических условий. Смесь молочная сухая быстрорастворимая (рисунок 2 а) исследована на гранулометрический состав. Определено, что основную массовую долю составляют частицы диаметром 0,5–2 мм, равную 75% от общего объема. Не обнаружено агломератов размером более 2 мм. Получение более равномерных частиц связано с автоматически контролируемой подачей углеводного сиропа.

Проведены исследования по применимости опытного образца смеси молочной сухой быстрорастворимой в вендинговых автоматах. Критериями применимости служили:

- налипание продукта на рабочих поверхностях аппарата;
- стабильность порции продукта, выдавливаемой шнеком, для конкретного режима приготовления напитка;
- смачиваемость и растворимость продукта (наличие осадка/взвеси продукта в момент приготовления и хранения с перемешиванием и без его наличия);
- пенообразование в момент приготовления и стабильность пены в процессе хранения.

Исследования осуществлены на бытовом вендинговом автомате Cino (Milan), который представлен на рисунке 2 (б).



а



б

Рисунок 2— Смесь молочная сухая быстрорастворимая (а) и вендинговый автомат Cino (Milan) (б)

Источник данных: собственная разработка, ООО «БелРиаВенд»

Установлено, что температура подаваемой воды на приготовление напитков равна 72 °С. Выбран режим работы автомата – «кофе с молоком». Дозировка молочной смеси для данного режима составляет 10 г. Порция напитка – 180 мл. Исследования смеси разрабатываемой (опыт) осуществлены в сравнении с контрольным образцом, в качестве которого определен топтинг для приготовления кофе производства Германия (контроль).

При приготовлении напитка с применением режима «кофе с молоком» установлена следующая последовательность подачи ингредиентов: экстракт кофе 125 мл → раствор смеси молочной в воде 55 мл. Растворение молочной смеси осуществляется в последовательности: подача шнеком определенной дозы смеси, установленной автоматом, в емкость для смешивания с одновременной подачей горячей воды и перемешиванием потоком воздуха, создаваемым вертикальным вентилятором на задней стенке емкости.

Одним из важных критериев оценки смеси является образование налипаний продукта во время приготовления горячих напитков, поскольку это может нарушить рецептурный состав готового напитка, а именно установленную дозировку молочной смеси. Причиной налипаний является паровой эффект, образуемый в результате подачи в емкость для смешивания горячей воды, высокая гигроскопичность смеси и

конструкция самого вендингового автомата. Известно, что гигроскопичность молочных продуктов, т.е. их способность впитывать воду, обусловлена в первую очередь состоянием лактозы. Лактоза в аморфном состоянии крайне гигроскопична и притягивает на себя влагу, впитывает ее и приводит к комкованию продукта. Снизить гигроскопичность молочной смеси возможно направленной кристаллизацией лактозы, двухстадийной сушкой или агломерацией смеси [1, 2, 3].

На первом этапе проведены исследования по образованию налипаний на дозаторе смеси. Поскольку классическая расфасовка импортных аналогов смесей для приготовления кофе в бытовых условиях составляет 500 г, то для полной разгрузки емкости для сухих молочных смесей потребовалось изготовить по 50 порций напитка для опыта и контроля. Между порциями перерыв во времени не превышал 2 ± 2 мин. На конец экспериментальных выработок установлено налипание на дозаторе для двух смесей, представленных на рисунке 3.



а) топдинг для кофе, Германия (контроль)



б) смесь молочная сухая быстрорастворимая (опыт)

Рисунок 3 – Налипание на дозаторе в вендинговом автомате

Источник данных: собственная разработка.

Разработанная смесь молочная налипает на поверхность дозатора незначительно больше, что определено визуально. Это связано с наличием в составе продукта более 70% гигроскопичных молочных компонентов. Контрольным взвешиванием емкости со смесью определили, что образовавшиеся налипания не уменьшают единоразовую порцию смеси (10 гр), требуемую для приготовления следующей порции напитка. Поскольку к этому моменту емкость для смеси опустошается, то налипания физически устраняются при ее пополнении.

Критерий оценки применимости смесей в вендинговых автоматах «смачиваемость» зависит от свойств поверхности агломератов или отдельных частиц – отталкивает ли она воду или поглощает ее слишком быстро, так что образуется непроницаемая для воды пленка [4]. Экспериментальные исследования позволили установить, что в емкости для смешивания смеси и горячей воды происходит максимально быстрое перемешивание твердой фазы с растворителем с последующей подачей через трубку в стакан для готового напитка. Не установлено наличие в емкости и трубке подачи для смешивания залипаний и осадка. В результате приготовления каждой порции кофейного горячего напитка с применением опытной и контрольной смеси наблюдается образование осадка нерастворенных частиц смеси

в стакане, которые растворяются в процессе хранения напитка не более 5–7 минут или моментально при перемешивании. Осадок представлен на рисунке 4.



а) топпинг для кофе, Германия (контроль)



б) смесь молочная сухая быстрорастворимая (опыт)

Рисунок 4 – Кофейные напитки
Источник данных: собственная разработка.

Исследования по определению пенообразования смеси молочной сухой быстрорастворимой (опыт) и топпинга для кофе (контроль) в момент приготовления напитка характеризуют сохранение пены длительное время. Известно, что на пенообразующую способность оказывают влияние массовая доля молочного жира и белка. Чем выше концентрация жира и молочного белка, тем выше пенообразующая способность смеси и стабильность пены [5, 6]. Опытный образец содержит 5% молочного жира и 15% молочного белка, контрольный образец – 9% жира, в том числе растительного (кокосового) и 15% молочного белка.

К тому же пенообразование достигается в результате высвобождения частиц воздуха, заключенных в порошке в процессе агломерации. Стабильность пены устанавливали по высоте столба пены в мм. График динамики изменения стойкости пены опытного и контрольных образцов представлен на рисунке 5.

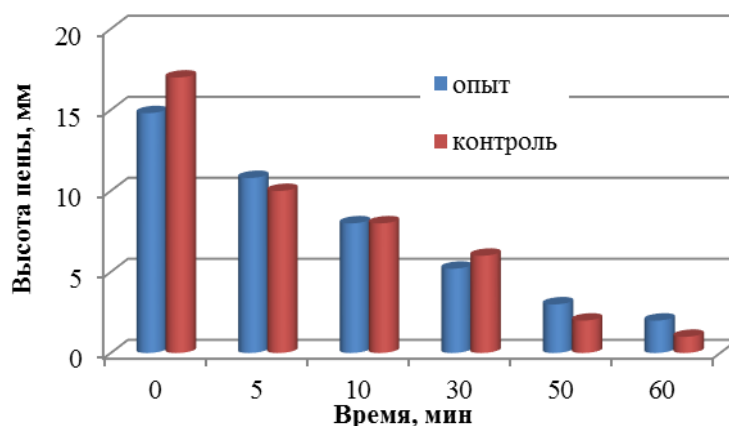


Рисунок 5 – Динамика стойкости пены в процессе хранения кофейного напитка
Источник данных: собственная разработка.

Установлено, что у разрабатываемой смеси уровень пенообразования на момент приготовления напитка ниже на 14% по сравнению с уровнем в контрольном образце. Однако на протяжении хранения кофейных напитков в течение 60 минут

наблюдается интенсивное снижение стойкости пены в контрольном образце в сравнении с опытным от 7% в первые 5 минут до 50% через 60 минут. В первые 5 минут снижение высоты столба пены опытного образца составляет 27%, а контрольного образца – 41%. Такое изменение свидетельствует об образовании плотной и стойкой пены при приготовлении кофейного напитка с применением смесей молочных сухих быстрорастворимых.

Дополнительно ООО «БелРиаВенд» проведены испытания опытной партии смесей на применимость в вендинговых автоматах различных конструкций и объема загрузки. Установлено, что результаты исследований коррелируются с проведенными в лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства.

Дегустационная оценка смесей молочных сухих быстрорастворимых проведена в лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

На дегустацию представлены образцы:

образец 1 – топпинг для кофе производства Германия (контроль) в качестве сравнительного образца;

образец 2 – смесь молочная сухая быстрорастворимая с массовой долей жира 5% с сахаром;

образец 3 – смесь молочная сухая быстрорастворимая с массовой долей жира 5%. с сахаром с какао.

Представленные образцы в сухом виде загружались в автомат. Дегустация образцов 1 и 2 осуществлена с применением режима приготовления напитка «кофе с молоком», образца 3 – «шоколад». В процессе приготовления напитка происходит восстановление образцов в горячей воде, а для образцов 1 и 2 дополнительно введение экстракта кофе. Дегустационная оценка проводилась в соответствии с разработанной шкалой.

Дегустационные оценки образцов представлены на рисунке 6.

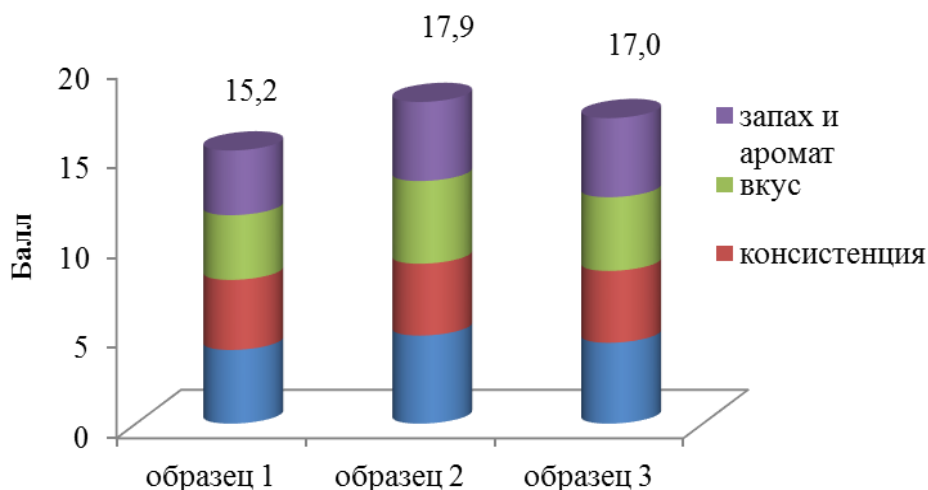


Рисунок 6 – Дегустационная оценка образцов

Источник данных: собственная разработка.

Участниками дегустации в количестве 12 человек установлен наиболее высокий средний балл у образца № 2 – смесь молочная сухая быстрорастворимая с сахаром с массовой долей жира 5% (восстановленная с кофе) – 17,9, при 20-ти балльной шкале оценки. Контрольный образец набрал самый низкий средний балл – 15,2, в том числе по всем критериям оценки от 3,6 до 4,1 балла.

По запаху и аромату наиболее высокие показатели у образцов №2 и №3 – 4,4. По всем остальным критериям оценки максимальные баллы у образца № 2.

По результатам проведенных исследований доработаны проекты технических условий, технологическая инструкция и сборник рецептур, согласованы и утверждены в установленном порядке.

По результатам апробации технологического процесса производства смесей молочных сухих быстрорастворимых и на основании комплекта ТНПА и ТД выработана опытно-промышленная партия, проведены ее испытания по показателям качества и безопасности (таблица 1) и определено соответствие установленным требованиям.

Таблица 1 – Физико-химические и микробиологические показатели смесей молочных сухих быстрорастворимых

Наименование показателя	Норма по ТУ*	Факт
Физико-химические показатели:		
Массовая доля влаги, %	Не более 5,0	3,9
Массовая доля жира, %	От 1,5 до 15,0	5,0
Массовая доля сахарозы, %	1,0-5,0	4,84
Кислотность, °Т	Не более 22,0	11,9
Индекс растворимости, см3 сырого осадка	Не более 0,3	0,2
Микробиологические показатели:		
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более 1×10^5	$2,8 \times 10^4$
БГКП (колиформы), г	Не доп. в 0,01	Не обн.
<i>S. aureus</i> , г	Не доп. в 1,0	Не обн.
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы, г	Не доп. в 25,0	Не обн.
Плесени, КОЕ/г	Не более 50	15

Примечание:

1. * - норма установлена требованиями ТУ ВУ 100098867.547-2020 (утв. 13.11.2020 г., гос. рег. №060698 от 19.11.2020 г.);

Источник данных: собственная разработка.

На данный момент осуществлена постановка новой технологии смесей молочных сухих быстрорастворимых на производство ОАО «Лидапищеконцентраты». Изготовлены смеси в количестве 200 кг способом агломерирования сухой смеси.

Заключение. Комплекс проведенных научно-исследовательских работ позволил разработать технологию производства импортозамещающих смесей молочных сухих быстрорастворимых, предназначенных для приготовления горячих напитков, в том числе с применением вендинговых автоматов.

Список использованных источников

1. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические аспекты производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 352 с.

2. Способ определения фосфолипидов поверхностно-активных веществ в сухом быстрорастворимом молоке: пат. SU974267 / В.А. Шуваев, В.Д. Харитонов, С.М. Кунижев. – Оpubл. 15.11.1982.

3. Тёпел, А. Химия и физика молока / А. Тёпел; пер. с нем. под ред. С.А. Фильчаковой. – СПб.: Профессия, 2012. – 832 с.

4. Чекулаева, Л.В. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья:

1. Gorbatova, K.K. Fiziko-himicheskie i biohimicheskie aspekty proizvodstva molochnyh produktov / K.K. Gorbatova. – SPb. : GIORД, 2004. – 352 s.

2. Sposob opredelenija fosfolipidov poverhnostno-aktivnyh veshhestv v suhom bystrorastvorimom moloке: pat. SU974267 / V.A. Shuvaev, V.D. Haritonov, S.M. Kunizhev. – Opubl. 15.11.1982.

3. Tjopel, A. Himija i fizika moloка / A. Tjopel; per. s nem. pod red. S.A. Fil'chakovoј. – SPb.: Professija, 2012. – 832 s.

4. Chekulaeva, L.V. Tehnologija produktov konservirovanija moloка i molochnogo syr'ja:

учебное пособие для вузов / Л.В. Чекулаева, К.К. Полянский, Л.В. Голубева. – М.: ДеЛипринт, 2002. – 249 с.

5. Быстрорастворимый продукт для приготовления напитка: пат. RU 2491827 / Р.Т.Бём, Д.П.Донхоу, П.Э. Матиас, К. Фу, У. Кесслер, Ж.Б. Решт'ен, М.Б. Судхарсан,. – Оpubл. 10.09.2013.

6. Иванова, С. А. Пенообразующие свойства концентрата белков обезжиренного молока / С. А. Иванова. – Техника и технология пищевых производств. – Кемеровов: Кемеровский государственный университет, 2018. – С. 12–21.

uchebnoe posobie dlja vuzov / L.V. Chekulaeva, K.K. Poljanskij, L.V. Golubeva. – М.: DeLiprint, 2002. – 249 s.

5. Bystorastvorimyj produkt dlja prigotovlenija napitka: pat. RU 2491827 / R.T.Bjom, D.P.Donhou, P.Je. Matias, K. Fu, U. Kessler, Zh.B. Resht'en, M.B. Sudharsan,. – Opubl. 10.09.2013.

6. Ivanova, S. A. Penobrazujushhie svojstva koncentrata belkov obezzhirennogo moloka / S. A. Ivanova. – Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. – Kemerovov: Kemerovskij gosudarstvennyj universitet, 2018. – S. 12–21.