УДК 621.311(075)

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ В АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ШОКОЛАДА

Беззубцева М.М., Волков В.С., Стоборева М., Панченков А.М.

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», Санкт-Петербург, Пушкин, e-mail: mysnegana@mail.ru

В статье представлены результаты исследования перспектив внедрения в аппаратурно-технологические схемы производства шоколадных масс оборудования отечественного производства – электромагнитных механоактиваторов (ЭММА). На основании анализа результатов исследований на ЭММА, представляющих предмет изобретения, выявлено, что полуфабрикат, механоактивированный электромагнитным способом, по физико-химическим и реологическим параметрам имеет более высокие показатели для приготовления шоколадных изделий. В результате проведенных исследований установлена возможность получения на ЭММА шоколадной массы порошкообразной консистенции с жирностью 16,7...18,5%, вязкостью – 13,8 Па·с, влажностью – 0,8% и стандартизированной степенью измельчения (не менее 96%) непосредственно из какао-крупки и сахарного песка без предварительного их измельчения. Доказано, что внедрение ЭММА в производство позволит интенсифицировать классическую технологическую схему путем сокращения операций переработки, к которым относятся: смешение рецептурных компонентов, измельчение сахарного песка до сахарной пудры, измельчение какао-крупки до какао тертого, тонкий помол (вальцевание) шоколадной массы.

Ключевые слова: импортозамещение, электромагнитные механоактиваторы, шоколад

PROSPECTS OF INTRODUCTION OF IMPORT-SUBSTITUTING EQUIPMENT IN APPARATUS-TECHNOLOGICAL PRODUCTION OF CHOCOLATE

Bezzubceva M.M., Volkov V.S., Stoboreva M., Panchenkov A.M.

St.-Peterburg agrarian university, St.-Peterburg, Pushkin, e-mail: mysnegana@mail.ru

The article presents the results of the research of prospects of introduction in hardware-technological scheme for production of chocolate masses of equipment of domestic production – electromagnetic mechanoactivation (EMMA). Based on the analysis of the results of research on EMMA, representing the subject invention, it was found that prefabricated, mechanically activated by electromagnetic method, physico-chemical and rheological parameters has higher rates for making a chocolate product. As a result of the conducted researches possibility of receiving on EMMA chocolate powder consistency with a fat...to 16,7 to 18,5%, a viscosity of 13,8 PA·s, moisture content of 0,8% and standardized the degree of crushing (96%) directly from cocoa nibs and sugar without preliminary grinding. It is proved that the introduction of EMMA will allow to intensify the classical technological scheme by reducing transactions processing, which includes: mixing prescription components, grinding of granulated sugar to sugar powder, grinding cocoa grist to cocoa liquor, fine grinding (milling) of the chocolate mass.

Keywords: import-substitution, electromagnetic mehanoaktivatory, chocolate

Стратегической задачей перерабатывающей отрасли АПК является импортозамещение, базирующееся на внедрении в практику производства инновационных технологий и оборудования, оптимизации инфраструктуры рынка и малого бизнеса. Как показали исследования, за первую половину 2015 года в России производство шоколада и других продуктов, содержащих какао, снизилось на 18,4% (до 44 400 т). Об этом сообщает Центр исследований кондитерского рынка (ЦИКР). За первые шесть месяцев снизились показатели производства порошка какао без сахара на 13,6% (до 2200 т), а с добавлением сахара – на 26,6% (до 3900 т). Шоколад оказался одним из самых пострадавших сегментов пищевой отрасли. Это связано с высокими ценами на ингредиенты, используемые при производстве шоколада, продолжающимся снижением курса рубля, снижением покупательной способности населения.

Анализ схем переработки дорогого импортного сырья – какао-бобов – показал, что процессы механоактивации в аппаратурно-технологических схемах кондитерских фабрик занимают ведущее место среди технологических процессов. От энергоэффективности работы механоактиваторов зависит качество, энергоемкость и себестоимость готового шоколада [13, 14, 15, 16]. Для интенсификации процессов дробления и измельчения в технологической схеме производства шоколадных продуктов применение традиционных способов и аппаратурных решений недостаточно. В практику производства всё в большей мере внедряют импортозамещающие инновационные физические методы электромагнитной механоактивации [1, 2, 3, 4, 17]. Перспективным направлением является внедрение в производство аппаратов отечественной разработки – электромагнитных механоактиваторов (ЭММА).

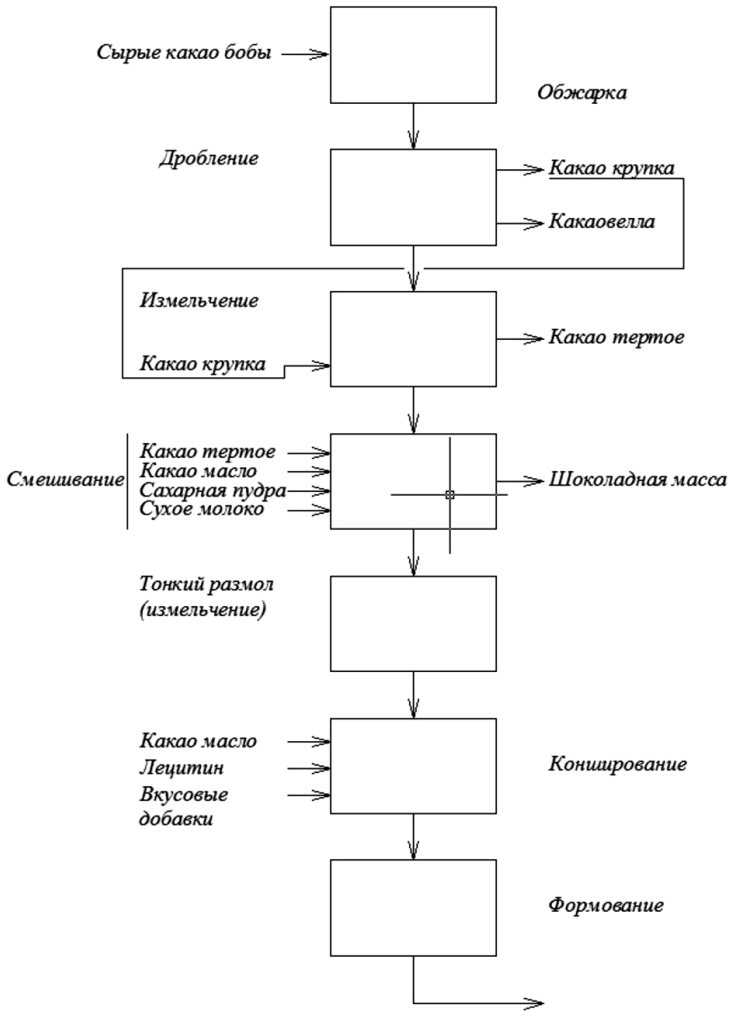

Рис. 1. Основные операции технологического процесса производства шоколадных масс и шоколада

Целью исследования является интенсификация классической технологической схемы производства шоколадных масс путем внедрения электромагнитных механоактиваторов (ЭММА).

Материалы и методы исследования

Анализ перспектив внедрения в классические схемы производства шоколада инновационного оборудования отечественной разработки – ЭММА. Использованы аналитические и экспериментально-статистические методы исследований.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 представлена технологическая схема производства шоколадных масс и шоколада. С целью получения продукта с регламентированной стандартом степенью измельчения в схеме использована многостадийность операции диспергирования. Многостадийное измельчение приводит к переизмельчению материала, нерациональному использованию сырьевых и энергетических ресурсов, повышению энергоемкости готовых изделий и росту их себестоимости [3]. Необходимо отметить, что основным оборудованием для проведения наиболее энергоемкой стадии тонкого диспергирования шоколадных масс в классической технологической схеме производства шоколада являются пятивалковые мельницы, выпускаемые зарубежными фирмами Bauermeister, Buhler, Carle Montari и др. В этих устройствах шоколадная масса под действием валков, вращающихся в противоположные стороны с различными скоростями, раздавливается, вальцуется в тонкую пленку и подвергается истиранию в малых регулируемых зазорах. С техниче-

ской и технологической точек зрения, пятивалковые мельницы имеют небольшую производительность (200–500 кг/ч) и высокую энергоемкость (125 кВтч/т), практически не дают возможности создать автоматическую систему управления процессом, а также не позволяют получить продукт в оптимальном диапазоне дисперсности твердой фазы, что в совокупности не отвечает современным условиям производства и требует разработки нового энергоэффективного оборудования.

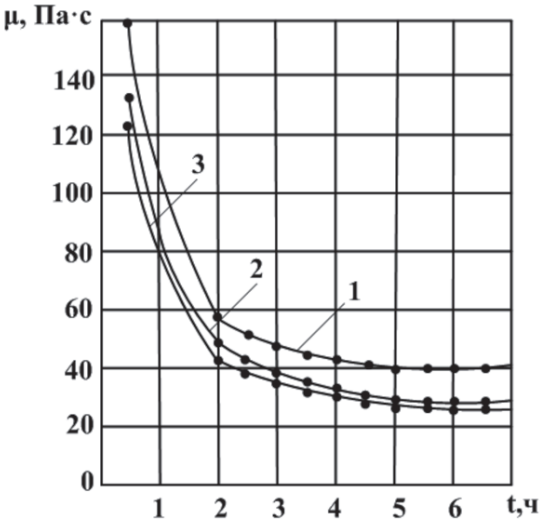

Рис. 2. Зависимость эффективной вязкости шоколадных масс от продолжительности обработки в смесителе: I – шоколадная масса, вымешанная из компонентов классического способа измельчения; 2 – шоколадная масса струйного помола; 3 – шоколадная масса электромагнитного способа измельчения

Анализ научно-технических материалов в области измельчения показал [5, 6, 7, 8], что задача интенсификации процесса измельчения и улучшения качества продукта (в частности, шоколадных полуфабрикатов), не может быть решена на имеющемся механическом традиционном оборудовании. Результаты исследований [9, 10, 11] подтвердили, что наиболее перспективными способами измельчения являются способы диспергирования продуктов в смеси с мелющими телами при высоких скоростях соударений, которые реализуются в энергонапряженных измельчающих устройствах – электромагнитных механоактиваторах, использующих для создания измельчающего усилия эффекты электромагнетизма. Проведенные исследования, направленные на выявление перспектив внедрения электромагнитного способа механоактивации в аппаратурно-технологическую схему производства шоколада, проведены на инновационных конструкциях ЭММА, представляющих предмет изобретений [12, 13].

Необходимо отметить, что помимо дисперсности, важным технологическим показателем шоколадных масс является вязкость. Для обеспечения формования и глазирования в порошкообразную массу вводится какао-масло и ПАВ, которые придают продукту текучую консистенцию с установленной технологическими требованиями вязкостью (11...14 Па·с). Введение этих компонентов осуществляется в ходе механической обработки полуфабриката в процессах гомогенизации и конширования. В результате механического воздействия разрушается образованная в процессе измельчения структура шоколадной массы и осуществляется равномерное распределение твердых частиц в дисперсионной среде, что способствует получению более гомогенного продукта. Согласно данным многочисленных в этой области исследований [14, 15, 16], технологические свойства шоколадных масс в значительной степени обусловлены способами их разведения, гомогенизации и конширования, а также конструктивными параметрами устройств для осуществления этих процессов. Исследования проведены стандартными методами. Измельченная электромагнитным способом порошкообразная масса, состоящая из сахара и какао в соотношении 2:1 с добавлением какао-масла (при общем содержании жира 28,5 %), вымешивалась в смесителе посредством вращающихся навстречу друг другу лопастей Z-образной формы, с частотой вращения 0,7 $с^{-1}$ при температуре 55 °С. Анализ реологических свойств полуфабриката производился через каждые 0,5 ч в процессе его обработки в смесителе. Зависимость вязкости шоколадной массы от продолжительности вымешивания определялась из реологических кривых при фиксированном градиенте скорости 30 $с^{-1}$. Результаты исследований представлены на рис. 2. Для проведения сравнительного анализа приведены аналогичные зависимости вязкости двух образцов шоколадных масс, измельченных по классической схеме на традиционном механическом оборудовании: какао тертое – на дезинтеграторе фирмы Shoenenberger, сахарная пудра – на мельнице «Рекорд», смесь какао тертого и сахарной пудры – на пятивалковом измельчителе комбината Nagema, а также на мельнице струйного помола. Результаты исследований свидетельствуют, что минимальная вязкость достигается в шоко-

ладной массе, рецептурные компоненты которой обработаны электромагнитным способом механоактивации. После шестичасовой обработки и полного разрушения структуры в массу вводилось рецептурное количество ПАВ, состоящее из смеси какао-масла с соевофосфатидным концентратом в соотношении 1:1. В вымешанную в течение 1,5 ч шоколадную массу при температуре 55 °С добавлялась вторая порция какао-масла и производилась окончательная гомогенизация смеси в течение 0,5 ч.

Проведенные исследования подтвердили возможность интенсификации технологической схемы производства шоколадных масс путем сокращения стадий обработки: операции смешения рецептурных компонентов, измельчения сахарного песка до сахарной пудры, измельчения какао-крупки до какао тертого, а также операции тонкого помола (вальцевания) шоколадной массы. Одностадийное диспергирование сокращает потери сырья (какао-продуктов и сахара) с 1,8 до 1,2 %.

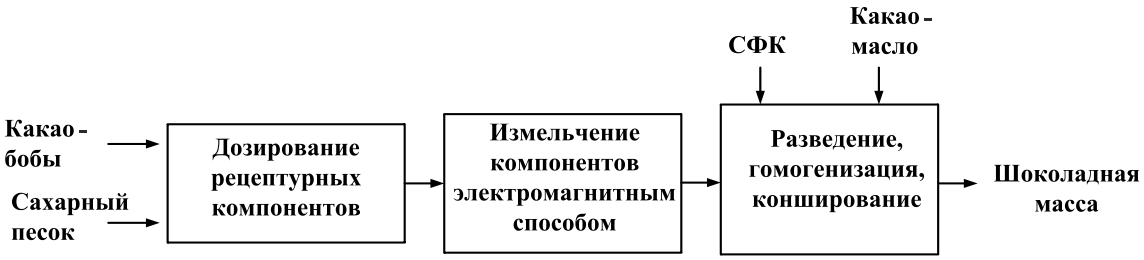

Рис. 3. Принципиальная схема производства шоколадных масс с использованием электромагнитного способа измельчения

Выявлено, что полуфабрикат, механоактивированный электромагнитным способом, по физико-химическим и реологическим параметрам имеет более высокие показатели для приготовления шоколадных изделий. Получены следующие показатели механоактивированной шоколадной массы: степень измельчения – 97,2 % (по норме не менее 90 %); вязкость – 13,8 Па·с (согласно технологии 11...14 Па·с) влажность – 0,8 % (по норме не более 1,2 %); содержание жира – 30,4 % (в шоколадной массе, полученной по классической схеме, 32,7 %). Представленные данные свидетельствуют, что введение в технологическую линию производства шоколадных изделий электромагнитного способа механоактивации не нарушает технологических режимов стадий обработки, способствуя при этом улучшению как качественных, так и экономических показателей готового продукта.

Технологическая схема производства шоколадных масс с использованием электромагнитного способа измельчения представлена на рис. 3. Выявлена возможность получения шоколадной массы порошкообразной консистенции с жирностью 16,7...18,5 % и стандартизированной степенью измельчения (не менее 96 %) непосредственно из какао-крупки и сахарного песка без предварительного их измельчения.

Заключение

Выявлено, что использование электромагнитного способа, реализованного в аппаратах нового типа – ЭММА, позволяет заменить импортное дорогостоящее оборудование (дезинтеграторы, шариковые и валковые мельницы фирм Shoenenberger, Nagema, Wiener и др.) одним аппаратом отечественной разработки.

Внедрение ЭММА в аппаратурно-технологические линии производства шоколада способствует полной автоматизации процесса и предусматривает возможность совмещения стадий диспергирования и перемешивания пищевых продуктов средней твердости, применяемых в кондитерском производстве в качестве добавок, наполнителей и заменителей какао-продуктов для приготовления различных сортов шоколада (ядра орехов, крошка печенья, сухое молоко, виноградная косточка, какаовелла и др.).

Список литературы

1. Беззубцева М.М., Волков В.С., Ружьев В.А. Классификация электромагнитных мельниц // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 9. – С. 103–104.

2. Беззубцева М.М., Волков В.С. Классификация электромагнитных механоактиваторов по технологическому назначению // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 8–1. – С. 25–27.

3. Беззубцева М.М., Волков В.С.Теоретические исследования электромагнитного способа измельчения материа-

лов (монография) //Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2–1. – С. 68–69.

4. Беззубцева М.М., Криштопа Н.Ю. Классификация электромагнитных измельчителей (ЭМИПТ).В сборнике: Проблемы аграрной науки на современном этапе // Сборник научных трудов: к 100-летию университета. Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 140–153.

5. Беззубцева М.М., Обухов К.Н. Энергетические параметры, характеризующие работу электромагнитных механоактиваторов // Международный журнал экспериментального образования. – 2015 . – № 8–1. – С. 134–135.

6. Беззубцева М.М., Волков В.С.Исследование режимов работы электромагнитных механоактиваторов // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8. – С. 109.

7. Беззубцева М.М., Волков В.С., Котов А.В., Обухов К.Н. Инновационные электротехнологии в АПК (учебное пособие) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2–2. – С. 221.

8. Беззубцева М.М., Обухов К.Н. К вопросу исследования физико-механических процессов в магнитоожиженном слое ферротел // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 7–2. – С. 191–195.

9. Беззубцева М.М., Обухов К.Н. Электромагнитный способ снижения энергоемкости продукции на стадии измельчения // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 8–3. – С. 399–400.

10. Беззубцева М.М., Обухов К.Н. К вопросу исследования диспергирующих нагрузок в электромагнитных механоактиваторах // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 8–5. – С. 847–851.

11. Беззубцева М.М., Волков В.С. К расчету энергоэффективных режимов работы механоактиваторов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 9–1. – С. 9–13.

12. Волков В.С., Беззубцева М.М., Романейн Н.В. К вопросу исследования селективности измельчения материалов электромагнитной механоактивацией // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 11–3. – С. 329–332.

13. Беззубцева М.М., Волков В.С., Котов А.В. Анализ эффективности способов измельчения шоколадных масс // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1–7. – С. 1160–1163.

14. Беззубцева М.М., Волков В.С., Котов А.В., Обухов К.Н. К вопросу исследования зависимости технологического эффекта измельчения рецептурных компонентов шоколадного производства от режимов работы электромагнитных механоактиваторов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 358.

15. Беззубцева М.М., Волков В.С., Обухов К.Н. Электромагнитная механоактивация полуфабрикатов шоколадного производства // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 3–1. – С. 73–74.

16. Беззубцева М.М., Волков В.С., Котов А.В., Обухов К.Н. К вопросу исследования электромагнитного способа механоактивации рецептурных компонентов шоколадных изделий // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 4. – С. 12–14.

17. Голубев П.М., Беззубцева М.М. Критический анализ способов формирования диспергирующего усилия и конструктивных решений мельниц с использованием магнитных полей // Вестник Студенческого научного общества. – 2010. – № 1. – С. 342–346.