

УДК 621.926+663.913.15

М. А. КИРКОР, В. А. ШУЛЯК, П. А. РОМАШИХИН, А. Г. СМУСЕНОК

НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА ИЗ КАКАОВЕЛЛЫ

Могилевский государственный университет продовольствия

(Поступила в редакцию 07.08.2006)

Кондитерские изделия по своей пищевой ценности характеризуются низким содержанием витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон. При их производстве часто в качестве сырья используются какао-бобы или какао-порошок, придающие вкус шоколада и повышающие потребительский спрос на эти изделия. При переработке какао-бобов образуются отходы – какао-велла, количество которой достигает 10% от объема перерабатываемой продукции. По пищевой ценности она характеризуется пониженным содержанием жира (какао-масла) и повышенным содержанием витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон. Кроме этого, этот продукт, даже в большем количестве, чем ядро какао-боба, содержит теобромин – вещество, способствующее стимулированию деятельности сердечной мышцы человека и повышающее общий тонус организма. Количество пищевых волокон в какао-велле достигает 60% [1]. Они представлены пектиновыми веществами, клетчаткой и пентозанами. Органолептические свойства какао-веллы сходны со свойствами какао-порошка. Ограничения в ее использовании связаны с трудностью получения из нее порошка с высокой степенью измельчения. Разработка технологии получения из какао-веллы порошка с высокой степенью измельчения позволяет получить продукт, способный заменить в кондитерских изделиях какао-порошок и обогатить их биологически ценными веществами: минеральными веществами и пищевыми волокнами, что соответствует теории рационального питания и современным тенденциям создания пищевых продуктов функционального назначения. Использование какао-веллы позволяет повысить пищевую ценность кондитерских изделий. Кроме этого, это предполагает безотходную технологию переработки какао-бобов [1].



Рис. 1. Установка для тонкого измельчения и классификации

В Могилевском государственном университете продовольствия в 2005 г. разработана технология и оборудование для производства порошка какао-веллы с высокой степенью измельчения, полностью соответствующие техническим условиям Республики Беларусь [2]. В настоящее время разработан полный комплект нормативной документации и оборудование для организации производства порошка какао-веллы. Разработаны и опробованы на пищевых предприятиях Республики Беларусь рецептуры мороженого и мучных кондитерских изделий из этого порошка: пряников, мучных сладостей, печенья, коврижки и т. п.

Для изучения процесса измельчения какао-веллы была спроектирована и изготовлена установка для тонкого измельчения и классификации, общий вид которой представлен на рис. 1.

Установка включает в себя измельчитель ударно-истирающего действия и центробежный классификатор, объединенные в одном рабочем объеме, шнековый питатель и циклон.

Установка работает следующим образом: в бункер питателя засыпается исходный продукт – какао-велла. Затем одновременно приводятся во вращение рабочие органы измельчителя и классификатора. При достижении ими рабочих параметров процесса включается привод питателя. Исходный продукт поступает в помольную камеру мельницы, где за счет ударно-истирающего воздействия измельчается. В то же время ротор измельчителя работает, как вентилятор, за счет чего измельченный продукт захватывается потоком воздуха и поступает на разделение в классификатор. Под действием центробежных сил полидисперсный материал разделяется на две фракции: крупную и мелкую. Мелкая фракция, соответствующая своими размерами технологическим требованиям, выводится из классификатора в циклон и собирается в сборнике готового продукта. Крупная фракция возвращается на доизмельчение, не покидая объема рабочей камеры установки.

Оценку качества измельчения готового продукта – порошка какао-веллы – проводили по кривым распределения частиц по размерам. Для описания гранулометрического состава полидисперсных материалов принято использовать дифференциальные или интегральные кривые распределения частиц. Нами были исследованы грансоставы мелкой фракции в зависимости от частоты вращения ротора классификатора (от 400 до 1000 об/мин) при постоянной частоте вращения рабочего органа измельчителя (8500 об/мин).

Одними из важнейших параметров интегральных кривых распределения частиц по размерам являются: медианный диаметр частицы δ_m , для которого остаток на сите составляет 50%, δ_{10} – размер частицы, для которой остаток на сите составляет 10%, δ_{90} – размер частицы, для которой остаток на сите составляет 90% [3, 4].

Для математической обработки экспериментальных данных в критериальном виде нами были определены значения критерия Фруда [5]:

$$Fr = \frac{n^2 D}{g}, \quad (1)$$

где n – частота вращения ротора классификатора, об/с; D – диаметр ротора, м; g – ускорение свободного падения, м/с².

На основании экспериментальных данных были построены и обработаны зависимости δ_m , δ_{10} , δ_{90} от критерия Фруда. В графическом виде сопоставление расчетных и экспериментальных данных представлено на рис. 2.

В результате математической обработки экспериментальных данных были получены критериальные уравнения, описывающие зависимости этих параметров от конструктивных и кинематических характеристик процесса классификации:

$$\delta_{10} = 8,34Fr^{-0,22}, \quad (2)$$

$$\delta_m = 49,87Fr^{-0,2}, \quad (3)$$

$$\delta_{90} = 154Fr^{-0,14}. \quad (4)$$

Для определения качественных характеристик процесса классификации интегральную кривую разделения преобразуют к безразмерному аргументу $\delta' = \delta/\delta_{гр}$, на основании которого определяются КПД классификатора, степень проскока и качество классификации [6]:

$$\eta = \int_0^1 \varphi(\delta') d\delta', \quad (5)$$

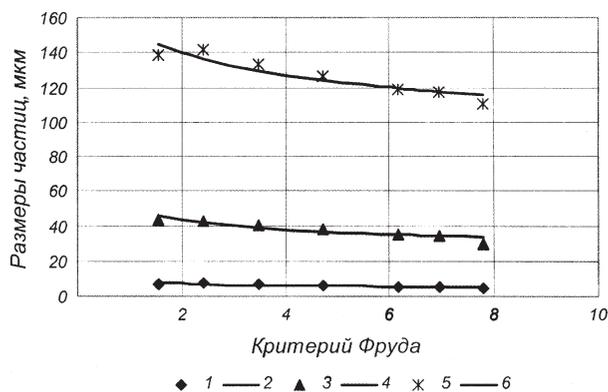


Рис. 2. Зависимости характерных размеров интегральных кривых от критерия Фруда: 1 – экспериментальные значения δ_{10} ; 2 – расчетные значения δ_{10} ; 3 – экспериментальные значения δ_m ; 4 – расчетные значения δ_m ; 5 – экспериментальные значения δ_{90} ; 6 – расчетные значения δ_{90}

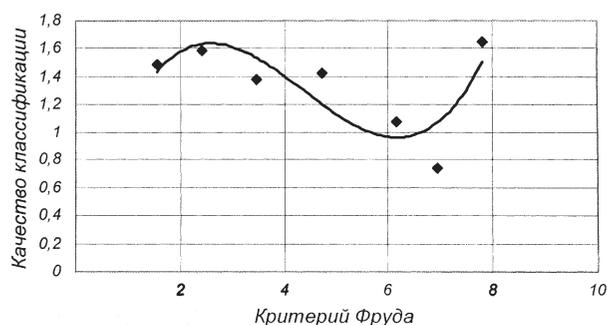


Рис. 3. Зависимость качества классификации от критерия Фруда

После математической обработки экспериментальных данных по качественным характеристикам процесса классификации было получено критериальное уравнение, описывающее зависимость качества классификации K_k от конструктивных и режимных параметров проведения процесса:

$$K_k = 0,0293Fr^3 - 0,384Fr^2 + 1,3973Fr + 0,0868. \quad (8)$$

Анализ уравнения (8) и кривых на рис. 2 показал, что с увеличением частоты вращения ротора классификатора при постоянной частоте вращения рабочего органа измельчителя значения максимального и медианного размера частиц в мелкой фракции уменьшаются. Среднеквадратичное отклонение размеров функции распределения частиц готового продукта лежит в пределах 6,70–7,85. Максимальному же значению качества классификации соответствует частота вращения ротора классификатора 500 об/мин, а минимальному – 850 об/мин, что отвечает максимуму значения степени проскока.

Таким образом, на разработанной установке можно получать порошки из какао-шеллы высокого качества со средним размером частиц на уровне 25–30 мкм, которые отвечают требованиям технологического процесса производства кондитерских изделий.

Опытный образец установки для тонкого измельчения УТИ-100 внедрен на ОАО «Коммунарка», г. Минск в апреле 2006 г. Заводские испытания показали, что полученный продукт полностью соответствует Стандарту Республики Беларусь СТБ 1206–2000.

Литература

1. Ромашихин П. А., Скоклеенко М. В. Способ определения фальсификации какао-порошка // Кондитерское производство. 2005. № 2. С. 34–35.
2. ТУ РБ 29093074.001–99 «Порошок из какао-шеллы».
3. Белоглазов И. Н., Курочкина М. И. К характеристике распределения частиц по крупности в сложной дисперсной системе // Журнал прикладной химии. 1991. № 10. С. 2079–2082.
4. Козов П. А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. 2-е изд., испр. Л.: Химия, 1974.
5. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 8-е изд., перераб. М.: Химия, 1971.
6. Мизонов В. Е., Ушаков С. Г. Аэродинамическая классификация порошков. М.: Химия, 1989.

M. A. KIRKOR, V. A. SHULYAK, P. A. ROMASHIHIN, A. G. SMUSENOK

NEW EQUIPMENT FOR PRODUCTION OF A POWDER FROM COCOA-SHELLS

Summary

In the article, the results of research of a new combined installation for preparation of a powder from cocoa-shells are discussed. The analysis of the processes of milling and classification of cocoa-shells in a new installation is made, and fractional compositions of a ready powder are determined, depending on the frequency of rotation of a rotor of a qualifier, on the basis of which the quality indicators of the process of classification are obtained.