© Борук С. Д.¹, Кравченко М. Ф.², Романовська О. Л.², 2019

¹ Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

² Київський національний торговельно-економічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ВПЛИВУ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА

У роботі розглянуто вимоги до фізико-хімічних властивостей потенційних заміників природних харчових добавок. Одним із продуктів, якому постійно ведеться пошук його потенційних заміників є какао. Проведені дослідження показали, що при додаванні до водних систем какао поділяється на дві складові: речовини, що переходять у об'єм системи та рівномірно у ньому розподіляються внаслідок проходження процесів екстракції та стійкі до зовнішнього впливу частинки, які набухають і стають вузлами просторової структурної мережі. Встановлено, що більший вплив на реологічні характеристики зразків тіста здійснює водорозчинна складова какао порошку. Показано хімічна спорідненість розчинної і не розчинної складових відіграє важливу роль у структуруванні дисперсних систем на основі пшеничного борошна.

Ключові слова: кероб, какао, структура тіста, реологічні властивості, стійкість до розшарування.

Вступ

Однією з головних тенденцій розвитку харчової промисловості у 21 столітті є поступова заміна ряду продуктів на їх природні та синтетичні замітники. Головною умовою їх застосування є збереження рівня якості кінцевого продукту.

Одним із таких продуктів какао. Какао-боби досить вартісна сировина, яка має постійний попит. Тому постійно ведеться пошук його потенційних заміників. Такі замітники повинні бути більш дешевими, володіти схожими органолептичними та фізико-хімічними властивостями, а також мати менший вміст кофеїну.

Основними компонентами сухої речовини какао-бобів є жири, алкалоїди – теобромін, кофеїн в (у незначних кількостях), білки, вуглеводи, дубильні і мінеральні речовини, органічні кислоти, ароматичні з'єднання. Жир (какао-масло) міститься в кількості 52-56 % сухих речовин. При температурі 25°C масло какао тверде і крихке, а при 32°C – рідке, тому в роті воно плавиться без залишку. Теобромін ($C_7H_8O_2N_4$) та кофеїн ($C_6H_{10}O_2N_4$) – алкалоїди, мають гіркий смак [1-5].

Дубильні речовини надають бобам специфічний гіркий, терпко-в'язучий смак і забарвлення. У ядрі їх міститься 4-7 % . Ароматичні речовини, які входять до складу какао-бобів, відіграють велику роль у створенні специфічного аромату какао-продуктів. Це летючі сполуки, які зникають під час сушки та обсмаження какао-бобів і при обробці шоко-

ладної маси, що добре впливає на якість продукції. Важколетючі сполуки розчинюються в какао-маслі та зумовлюють аромат шоколаду .

Проведені дослідження показали, що при додаванні до водних систем какао розподіляється на дві складові: речовини, що переходять у об'єм системи та рівномірно у ньому розподіляються внаслідок проходження процесів екстракції, та стійкі до зовнішнього впливу частинки, які набухають і стають вузлами просторової структурної мережі.

В об'єм системи переважно переходять какао-масла і алкалоїди, інші речовини утворюють дисперсні частинки. Стійкість і реологічні властивості структури, що виникає у такій системі, зумовлені як дією речовин, що рівномірно розподіляються по об'єму, так і наявністю дисперсних частинок. Як відомо, що саме ці властивості суттєво впливають на умови проведення технологічного процесу одержання харчових напівфабрикатів (тіста), і визначають властивості кінцевого продукту [6-8].

Потенційні замітники какао у кондитерських виробках повинні не тільки забезпечувати збереження відповідних органолептичних властивостей кінцевого продукту, але і відтворювати поведінку какао у напівфабрикатах. Але даних про індивідуальний вплив кожного з цих факторів не наведено. Це зумовлює необхідність дослідити процеси, що відбуваються з какао при його додаванні до

харчових мас, визначити механізм дії кожної складової какао як добавки.

Для досягнення мети було необхідно виконати такі завдання:

- провести розділення какао-порошку на розчинну та нерозчинну складові;
- провести визначення впливу на реологічні характеристики какао-порошку та окремо його складових.

Одержана інформація дозволить визначити шляхи регулювання властивостей тіста на основі фізико-хімічної механіки дисперсних систем і визначити методи їх дослідження.

Методика експерименту

Об'єктом дослідження було обрано тісто, виготовлене за традиційною технологією [1], із використанням борошна пшеничного вищого гатунку за ДСТУ 46.004-99. Коротка характеристика борошна наведена в таблиці 1.

Таблиця 1.

Показники якості
пшеничного борошна вищого сорту

Показник якості	Характеристика борошна вищого сорту
Колір	Білий або білий із жовтим відтінком
Запах	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий
Вміст мінеральної домішки, % (мас.)	2,1
Вологість, % (мас.)	15,0
Клейковина, % (мас.)	48,0

Як добавки використовували какао-порошок за ДСТУ 4391:2005, органолептичні та фізико-хімічні показники наведені в таблиці 2.

Визначення реологічних характеристик зразків. Визначення проводили на ротаційному віскозиметрі «Реотест-2» на системі циліндрів S, S₃. Напругу зсуву і в'язкість розраховували за формулами для відповідних значень швидкості зсуву. Напругу зсуву τ_r визначали за формулою:

$$\tau_r = z \times a,$$

де z – константа циліндра, дин/см²;

a – значення поділки шкали на приладі.

Таблиця 2
Органолептичні та фізико-хімічні показники какао-порошку

Назва показника	Характеристика і норма
Зовнішній вигляд	Порошок від світло-коричневого кольору, не допускається тьмянний сірий відтінок
Смак і запах	Властивий даному продукту, без сторонніх присмаків і запахів
Масова частка вологи, %, не більше	7,5
Масова частка жиру, %, не більше	9±3,0
Ступінь подрібнення, %, не більше	1,5
Дисперсність – кількість мілких фракцій, %, не менше	90,0
Показник рН, не більше	7,1

В'язкість η визначали за формулою:

$$\eta = \tau_r \div D_r \times 100,$$

де η – ефективна в'язкість, Па·с,

τ_r – напруга зсуву, дин/см²,

D_r – швидкість зсуву, сек⁻¹.

Розділення какао-порошку на розчинну та нерозчинну складові. Для розділення какао-порошку на розчинну та нерозчинну складові вихідний порошок (50 г) заливали гарячою водою (200 мл) та залишали на водяній бані за температури 80 °С впродовж 4 годин. Після розчин охолоджували, залишали на 12 годин. Розчин розшаровувався, обережно декантували верхню частину розчину, осад промивали дистильованою водою. Осад висувували, розчин випаровували на водяній бані до повітряно сухого стану. Одержані компоненти використовували для подальшої роботи.

Результати й обговорення

Як показали проведені дослідження (рис. 1.), розділення какао на розчинну і нерозчинну складову відбувається у співвідношенні приблизно 3 : 1.

Одержані результати із урахуванням літературних даних про ефективність дії добавок дозволяють прогнозувати, що в таких системах більший вплив на їх реологічні характеристики здійснює розчинна складова.

Рис. 1. Розділення (за масою) какао-порошку на розчинну у воді (1) та нерозчинну (2) складові

Для визначення впливу какао-порошку та його складових на реологічні характеристики зразків тіста до них додавали добавку в концентраціях для какао 10 %; 20%; 30 %, для водорозчинної складової 7,5 %; 15 %; 22,5 %; для водо нерозчинної складової 2,5 %; 5 %; 7,5 %.

Як показали проведені дослідження, введення до складу борошна какао та його складових призводить до поступового збільшення в'язкості тіста. Це зумовлено процесами структуроутворення в дисперсних системах за рахунок вимиванням речовин з какао. (рис. 2.)

Рис. 2. Залежність в'язкості зразків тіста від концентрації добавки з добавками 1 – какао; 2 – розчинна складова какао; 3 – нерозчинна складова какао; ряд 1 – контрольний зразок, 2 – вміст добавки 10 %, 3 – 20 %, 4 – 30 %

При цьому відзначимо, що найбільш ефективно діє какао-порошок, водорозчинна складова менш ефективно і, нарешті, нерозчинна складова мало впливає на в'язкість зразків тіста. Це свідчить про визначальну роль інтенсивності міжчастинкової взаємодії у процесах структуроутворення в таких системах. Здатні до утворення місткових зв'язків речовини, що містяться у водорозчинній складовій, сприяють утворенню структури в системі. Чисто механічні домішки (нерозчин-

на складова) практично не впливає на реологічні характеристики системи.

Установлено, що сумарний вплив складових какао на реологічні характеристики менший, ніж вплив какао-порошку як комплексної добавки (рис. 3.). Це свідчить про те, що частинки дисперсної фази не розчинної у воді складової какао більш схильні утворювати структурних каркас із молекулами водорозчинної складової какао.

Рис. 3. Ефективність впливу добавок на в'язкість зразків тіста від концентрації добавки ряд 1 – какао, 2 – розчинна складова какао, 3 – нерозчинна складова какао для концентрацій 1 – 10 %; 2 – 20 %; 3 – 30 %

Отже, хімічна спорідненість розчинної і нерозчинної складових відіграє важливу роль у структуруванні дисперсних систем на основі пшеничного борошна.

Висновки

Установлено, що розділення какао на розчинну і нерозчинну складову відбувається у співвідношенні приблизно 3 : 1. Такий розподіл дозволяє стверджувати, що більший вплив на реологічні характеристики зразків тіста здійснює водорозчинна складова какао-порошку. Показано що какао-порошок у більшому ступені впливає на реологічні характеристики дисперсних систем, у меншому ступені – водорозчинна складова. Водонерозчинна складова практично не впливає на в'язкість зразків тіста. Установлено, що сумарний вплив складових какао на реологічні характеристики менший, ніж вплив какао-порошку як комплексної добавки. Це свідчить про те, що хімічна спорідненість розчинної і нерозчинної складових відіграє важливу роль у структуруванні дисперсних систем на основі пшеничного борошна.

Список літератури

1. Павлов А. В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий – Гидрометеиздат – 1998 – 294 с.
(Pavlov A. V. Sbornik receptur mучnyh konditerskih i bulochnyh izdelij – Hidrometeoizdat – 1998 – 294 s.)
2. ТУ-05476322-004:2013 на виробництво напівфабрикатів із бісквітного тіста з борошна «Здоров'я».
(ТУ-05476322-004:2013 на vyrobnyctvo napivfabrykativ iz biskvitnoho tista z boroshna «Zdorovja».)
3. Еркебаев М.Б., Кулажанов Т.К. Основы реологии пищевых продуктов: учеб. пособие – 2006 –Алмата: АТУ – 298 с.
(Erkebaev M.B., Kulazhanov T.K. Osnovy reologii pishhevyh produktov: ucheb. posobie – 2006 –Almata: ATU – 298 s.)
4. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы – М.: – 1989 – 221 с.
(Frolov Ju. G. Kurs kolloidnoj himii. Poverhnostnye javlenija i dispersnye sistemy – М.: – 1989 – 221 s.)
5. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии – М.: Химия – 1975. – 494 с.
(Vojuckij S. S. Kurs kolloidnoj himii – М.: Himija – 1975. – 494 s.)
6. Овчинников П. Ф., Круглицкий Н.Н., Михайлов Н.В. Реология тиксотропных систем – Киев: АН Украинской ССР – 1973. – 7 с.
(Ovchinnikov P. F., Kruglickij N.N., Mihajlov N.V. Reologija tiksotropnyh sistem – Kiev: AN Ukrainskoj SSR – 1973. – 7 s.)
7. М.Ф. Кравченко, О.Л. Романовська, С.Д. Борук. Реологічні властивості бісквітного тіста з борошном «Здоров'я» // Наукові праці НУХТ – 2015 – Т.21, №5 – С. 69-74.
(M.F. Kravchenko, O.L. Romanovska, S.D. Boruk. Reologichni vlastyvyosti biskvitnogho tista z boroshnom «Zdorovja» // Naukovi praci NUKhT – 2015 – T.21, №5 – S. 69-74.)
8. Sergiy Boruk, Igor Winkler, Olga Romanovska, Olga Gerych. Quinoa as a substitute for semolina: some aspects and problems of introduction // Food and Environment Safety - Journal of Faculty of Food Engineering, Ștefan cel Mare University - Suceava Volume XVI, Issue 4 – 2017 – P. 196-201.

Summary

Boruk S. D.¹, Kravchenko M. F.², Romanovska O. L.²

¹ Yu. Fedkovych National University of Chernivtsi

² Kyiv national university for trade and economics

RESEARCH OF THE MECHANISM OF THE IMPACT OF DISPERSION ADDITIVES ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF DISPERSE SYSTEMS BASED ON WHEAT FLOUR

In the paper the requirements to the physicochemical properties of the potential substitutes of the used food additives are considered. Cocoa is one of the products that is constantly looking for its potential substitutes. Studies have shown that when added to aquatic systems, cocoa is divided into two components: substances that pass into the volume of the system and are evenly distributed in it due to the passage of extraction processes, and resistant to the external influence of particles that swell and become nodes of the spatial structural network. Potential substitutes for cocoa in confectionery should not only preserve the relevant organoleptic properties of the final product, but also reproduce the behavior of cocoa in semi-finished products. We have shown that the separation of cocoa into soluble and insoluble component occurs in the ratio of 3: 1. The obtained results allow us to predict that in such systems the soluble component exerts a greater influence on their rheological characteristics. It has been found that the introduction of cocoa flour and its ingredients leads to a gradual increase in the viscosity of the dough. This is due to the processes of structure formation in the dispersed systems due to the leaching of substances from cocoa.

It should be noted that cocoa powder works most effectively, the water-soluble component is less effective and finally the insoluble component has little effect on the viscosity of the dough samples. This

indicates the decisive role of the intensity of interparticle interaction in the processes of structure formation in such systems. Substances that are contained in a water-soluble component capable of forming bridging bonds contribute to the formation of structure in the system. Purely mechanical impurities (insoluble component) have virtually no effect on the rheological characteristics of the system.

It was found that the total effect of cocoa components on rheological characteristics is less than the effect of cocoa powder as a complex additive. This indicates that particles of the dispersed phase of a water-insoluble cocoa component are more likely to form a structural framework with molecules of a water-soluble component of cocoa. Therefore, the chemical affinity of soluble and insoluble components plays an important role in the structuring of dispersed systems based on wheat flour.

Keywords: cocoa, dough structure, rheological properties, stratification resistance.