

ВПЛИВ СПІВВІДНОШЕННЯ РЕЦЕПТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕМУЛЬСІЇ ДЛЯ ПІСОЧНОГО ТІСТА

Гордієнко Л.В., канд. техн. наук., доцент, Жидацька І.В., канд. техн. наук., асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто питання додавання кукурудзяної олії до складу емульсії для пісочного тіста та її вплив на реологічні властивості модельних систем та емульсії. Встановлено ступінь зміни ефективної в'язкості систем в залежності від вмісту кукурудзяної олії та наявності стабілізатору.

The question of adding of corn oil in emulsion's structure for a shortcake dough and its influence on reological properties modelling systems and emulsion is considered. Degree of change of effective viscosity of systems depending on the content of corn oil and stabilizer presence is established.

Ключові слова: кукурудзяна олія, модельні системи, емульсія, в'язкість, пісочне тісто.

Приготування емульсії для пісочного тіста – основний процес, від якого залежать споживчі властивості готових виробів. Необхідне співвідношення компонентів в рецептурі дозволяє досягти високих якісних показників емульсії і створити сприятливі умови для отримання напівфабрикату пісочного тіста з необхідними структурно-механічними та фізико-хімічними властивостями. Тобто властивості емульсії, а не якості борошна, є визначальним фактором при виробництві печива [1]. Тому все більше уваги приділяється вивченню властивостей емульсій, підвищенню їх якості та стабільності.

Однією з головних вимог, що висувають до емульсійних систем на основі складної жирової композиції, що містить твердий та рідкий жирові компоненти (внаслідок надлишкової поверхневої енергії на межі розділу фаз) – це забезпечення стабільного показника в'язкості, який визначає міцкісні характеристики тіста.

Багатофакторність показника в'язкості визначається низкою технологічних чинників, головним з яких є якісний склад емульсії, вид технологічної обробки та її параметричні характеристики. Виходячи з цього, основними факторами, визначаючими якість емульсії для пісочного тіста за новою технологією, що передбачає внесення в емульсію кукурудзяної олії і стабілізатору та обробку у електромагнітному полі вихрового апарату, є компонентний склад жирової системи, умови та час диспергування емульсії в апараті ВА-100, наявність та кількість порошку коріння алтею (ПКА), що виступає в якості стабілізатору. Завдяки проведенню серії попередніх досліджень два останні показники можливо вважати фіксованими внаслідок встановлення їх оптимальних величин.

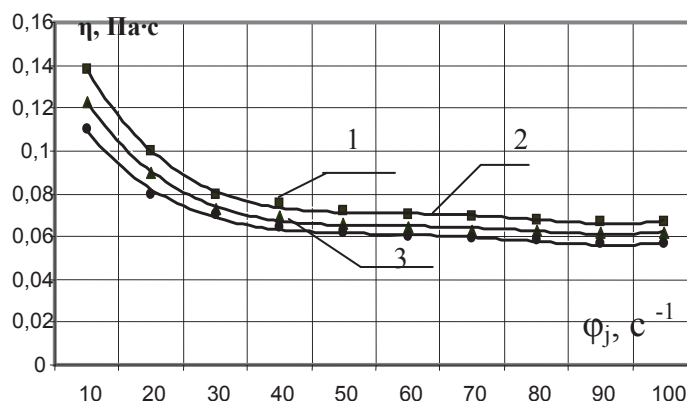
З огляду на те, що співвідношення твердого та рідкого жирових компонентів відіграє дуже важливу роль у формуванні структурно-механічних показників готових виробів, можливий діапазон використання олії кукурудзяної потребує додаткового підтвердження. Вивчення реологічних властивостей емульсій дозволяє встановити поведінку систем в залежності від зміни вмісту рідкого жирового компоненту (олії), внесення стабілізатору та дослідити процес структуроутворення.

Відомо, що у використанні рослинних олій існують обмеження, які пов'язані з прискореним витіканням рідкої фази з тіста та готових виробів, а також з поведінкою жиру в процесі зберігання [2,3]. Діапазон цих обмежень лімітується агрегативним і фізичним станом жирового компонента, видом та способом його механічної обробки. Таким чином, високих споживчих властивостей готових виробів можливо досягти шляхом корегування структурно-механічних показників емульсійної та тістової систем в процесі їх формування.

З метою регулювання структурно-механічних властивостей емульсій, що містять олію кукурудзяну, досліджувались реологічні властивості модельних систем, що складаються з вершкового масла та олії кукурудзяної. Модельні системи готували шляхом обробки вершкового масла та олії кукурудзяної в різних співвідношеннях в апараті ВА-100 протягом 10 с. Обґрунтування впливу складу жирового комплексу на реологічні властивості модельних систем (масло вершкове : олія кукурудзяна) здійснювали через знаходження залежності показника ефективної в'язкості від швидкості зсуву (рис. 1) при температурі 20 °С.

З рисунку видно, що при малих швидкостях зсуву системі властиве швидке руйнування структури з її наступним частковим відновленням. Зі збільшенням швидкості процес руйнування продовжується, але набуває при цьому поступового характеру. З даних графіку також видно, що при зміні співвідношення твердої та рідкої фази на користь останньої в'язкість систем зменшується, що пояснюється зростанням частки кукурудзяної олії, але модельні системи відрізняються відносною стабільністю змін та мають наближений в'язкісний інтервал з мінімальним відривом в показниках.

Зміна в'язкості систем в залежності від швидкості зсуву пояснюється появою та наступним зниканням процесу агрегації жирових крапель, який в цих умовах спочатку інтенсифікується в зв'язку зі зростанням числа крапель, що знаходяться в безпосередній близькості за кожний момент часу.



при співвідношенні твердої та рідкої фаз: 1 – (50:50) %;
2 – (40:60) %; 3 – (30:70) %.

Рис. 1 – Залежність ефективної в'язкості модельних систем від швидкості зсуву

При низьких швидкостях зсуву кожний агрегат представляє собою окрему сферу з об'ємом, більшим, ніж сума об'ємів складаючих його крапель, тому що всередині структури утримується деяка кількість безперервної фази. Всередині агрегатів краплі утримуються разом силами притягування Лондона-Ван-дер-Ваальса. В'язкість падає при підвищенні швидкості зсуву, тому що після початкового стиснення структури при малому зсуві агрегати руйнуються і рідина безперервної фази звільняється [4].

Раніше встановлено, що при напругах нижче граничної напруги зсуву, що характеризує міцність просторової структури, спостерігається повільна течія типу «ковзання». При такій дуже повільній течії структура руйнується, але встигає знову відновитися, так що рівноважна ступінь руйнування структури в такому повільному стаціонарному потоці є досить малою. Ця течія зв'язана з постійністю гранично високої в'язкості в області малих швидкостей зсуву [1]. Такий характер змін ефективної в'язкості систем в залежності від швидкості зсуву вказує на наявність в них внутрішніх зв'язків, що обумовлюють структурування.

Наступним етапом досліджень було встановлення змін реологічних властивостей систем, пов'язаних з додаванням інших компонентів рецептури.

З'єднання жирових продуктів з яйцепродуктами та цукром призводить до перерозподілу вологи всередині системи. Молекули сахарози є високогідратованими та у водному розчині покриваються гідратними оболонками; при температурі 20 °С молекули сахарози зв'язують та утримують 8-12 молекул води [3]. Завдяки дегідратуючим властивостям цукру, кількість колоїдно зв'язаної вологи зменшується, а вміст вільної, що знаходиться у вигляді цукрового розчину, збільшується, що призводить до розрідження системи [2]. Але в системі емульсії пісочного тіста недостатньо вологи для повного розчинення цукру, і тому частина цукру може залишитися у вигляді рідких кристалів та асоціатів, що властиво перенасиченим розчинам і призводить до значного зменшення рухливості води та може підвищувати в'язкість системи [5].

Роль яйцепродуктів в системі визначається їх емульгуючою дією на жирові компоненти. Враховуючи те, що подрібнення рідини в дрібні краплі при диспергуванні призводить до збільшення її поверхні, завдяки чому система набуває значний запас вільної поверхневої енергії, вона стає нестійкою. Для запобігання явища, що викликає такий стан системи (зменшення поверхневого натягу шляхом коалесценції крапель), вводять поверхнево-активні речовини (ПАР), які в силу особливостей своєї молекулярної структури концентруються на поверхні розділу та утворюються адсорбційну плівку, що механічно запобігає агрегуванню і коалесценції крапель. Пластифікуючі властивості в системі пісочного тіста належать яйцепродуктам (жовтку).

Відомо, що емульсія – це дисперсна система, яка складається з двох фаз, в якій одна розподілена в іншій у вигляді крапель. Рідина, що утворює краплі, називається дисперсною фазою, а рідина, що їх заключає, – дисперсійним середовищем [6,7]. Враховуючи те, що цукор в емульсії для пісочного тіста знаходиться в стані перенасиченого розчину, він не може виконувати роль дисперсійного середовища [5],

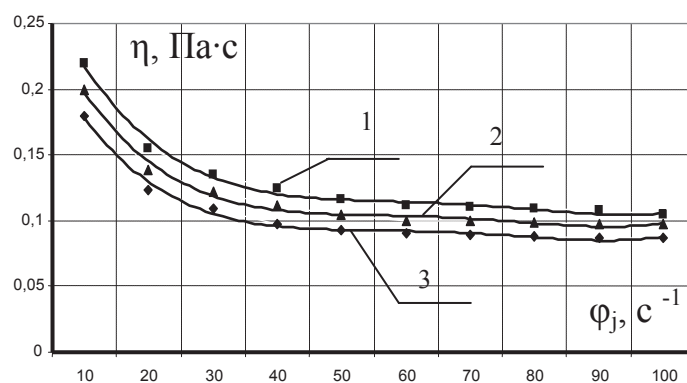
але може впливати на реологічні властивості емульсії. Отже, цукор та яйцепродукти відіграють важливу роль в структуроутворенні пісочного тіста, тому науковий інтерес представляли системи на основі жирової композиції з точки зору збереження закономірностей, пов'язаних з реологічними властивостями емульсії.

Відтворення динаміки змін реологічних властивостей емульсії сприяє знаходженню оптимального діапазону концентрації кукурудзяної олії в рецептурі, тому наступним етапом, що визначає функціональні властивості пісочного тіста, є встановлення змін показників ефективної в'язкості емульсії в залежності від вмісту рідкого жиру в ній (рис. 2).

Аналіз кривих (рис. 2) свідчить, що на фоні загального збільшення абсолютних показників в'язкості емульсії в порівнянні з модельними системами зберігається різке зниження в'язкості при малих швидкостях та їх менш виразне прагнення до зменшення при підвищенні градієнта швидкості.

Отримана закономірність пояснюється тим, що в нерухомому середовищі стан частинок характеризується значною хаотичністю, а під впливом зростаючої швидкості зсуву відбувається орієнтація частинок у напрямку течії та зменшується взаємодія між ними.

При малих швидкостях зсуву структура характеризується руйнуванням і відновленням окремих зв'язків – при цьому емульсія має найбільшу в'язкість.



при співвідношенні твердої та рідкої фаз: 1 – (50:50) %;
2 – (40:60) %; 3 – (30:70) %.

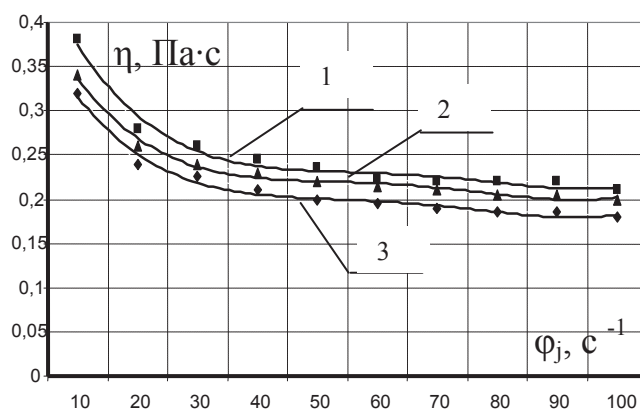
Рис. 2 – Залежність ефективної в'язкості емульсії від швидкості зсуву

З підвищенням швидкості руйнування структури починає переважати над відновленням, в'язкість різко зменшується [1,4]. Такий характер змін кривих залежності в'язкості емульсії від градієнта швидкості свідчать про те, що досліджувані емульсії являють собою структуровані дисперсні системи, які представляють собою неньютоновські псевдопластичні рідини, в'язкість яких залежить від прикладеного градієнта швидкості, а її аномалії характерно те, що швидкість течії зростає швидше, ніж прикладений тиск [6,8]. Крім того, встановлено, що знайдена закономірність поведінки систем в залежності від частки рідкого жиру зберігається в присутності інших компонентів емульсії.

Підвищення в'язкості емульсії порівнянно з модельними системами можна пояснити появою адсорбційного шару емульгатору, який має власну в'язкість, величина якої залежить від виду емульгатору (емульгатори типу В/М дають плівку з високою поверхневою в'язкістю, емульгатори типу М/В – з меншою) [4]. На в'язкість середовища може впливати також концентрація емульгатору та розмір диспергованих крапель, а з огляду на те, що перший параметр – величина стала, а інші знаходяться в одному величинному діапазоні (менше 1 мкм), ці чинники не враховували.

Реологічні властивості емульсії багато в чому визначаються хімічною природою добавок, що використовуються в якості стабілізаторів.

Висока ступінь стійкості емульсії при використанні високомолекулярних стабілізаторів може бути досягнута за рахунок возведення ними структурно-механічного бар'єру, що сприяє утворенню на поверхні частинок дисперсної фази желеподібних структурованих шарів, які володіють високою структурною в'язкістю і міцністю [9,10]. Вивчення реологічних властивостей емульсії з додаванням порошку коріння алтею показало підвищення в'язкості емульсії (рис. 3).



при співвідношенні твердої та рідкої фаз: 1 – (50:50) %;
2 – (40:60) %; 3 – (30:70) %.

Рис. 3 – Залежність ефективного в'язкості емульсії з додаванням порошку коріння алтею від швидкості зсуву

Аналіз кривих свідчить, що використання порошку коріння алтею в складі емульсії підвищує її в'язкість в середньому в 1,7...1,8 рази, що пояснюється властивостями хімічного складу ПКА.

Відомо [3,6], що існує деяке оптимальне співвідношення гідрофільних та ліпофільних властивостей діфільних молекул стабілізуючих речовин, при якому не відбувається втягування молекул стабілізатору з прикордонного шару у водну чи масляну фази і таким чином забезпечується утримання їх на міжфазному кордоні. Враховуючи високі показники водо – та жиропоглинальної здатності ПКА, можливо припустити віднесення ПКА саме до таких відносно збалансованих стабілізуючих речовин, що відрізняються середньою гідро – та олеофільністю.

Отже, підвищення в'язкості та збільшення швидкості зсуву, при якій відбувається руйнування структури емульсії, пояснюється утворенням на міжфазному кордоні структурованих шарів стабілізатору, які володіють певною структурною в'язкістю та міцністю. Встановлено також, що додавання порошку коріння алтею до емульсії зберігає закономірності, характерні течії такого роду рідин.

Література

1. Мачихин Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю.А. Мачихин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.
2. Талейник М.А. Технология мучных кондитерских изделий / М.А. Талейник. – М.: Агропромиздат, 1986. – 230 с.
3. Зубченко А.В. Влияние физико – химических процессов на качество кондитерских изделий / А.В. Зубченко. – М.: Агропромиздат, 1986. – 296 с.
4. Абрамзон А. А. Эмульсии / А. А. Абрамзон. – Л.: «Химия», 1972. – 448 с.
5. Корячкина С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры / С.Я. Корячкина. – Орел. : Труд, 2006. – 480 с.
6. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг. – Л. : Химия, 1984. – 358 с.
7. Козин Н.И. Применение эмульсий в пищевой промышленности / Н.И. Козин – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 249 с.
8. Евстратова К.И. Физическая и коллоидная химия / К.И. Евстратова, Н.А. Купина, Е.Е. Малахова. – М.: Высшая школа, 1990. – 510 с.
9. Борисенко Е.В. Физико-химические основы производства эмульсий / Е.В. Борисенко, А.Ю. Алексеева, С.А. Климова // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2003. – № 2. – С. 14-16.
10. Кочеткова А. Пищевые эмульсии и эмульгаторы: некоторые научные обобщения и практические подробности / А. Кочеткова // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2002. – № 2. – С. 2-13.