

УДК 663.052

Визначений вплив фізико-хімічних властивостей гуміарабіку в процесі його використання у харчових продуктах. Досліджувались зразки харчових емульсій з використанням різної кількості гуміарабіку, як стабілізатору (при сталій масляній фазі) та зразки емульсій з змінною масляною фазою і постійною кількістю стабілізатору. Оптимальний варіант співвідношення водного стабілізатору та масляної фази емульсії характеризується отриманням максимальної кількості часток емульсії розміром до 1 мікрона

Ключові слова: гуміарабик, емульсія, стабілізатор, фаза, вода, жир, розподіл, мутність, в'язкість, розмір часток

Определено влияние физико-химических свойств гуммиарабика в процессе его использования в пищевых продуктах. Исследовались образцы пищевых эмульсий с использованием разного количества гуммиарабика, как стабилизатора (при постоянной масляной фазе) и образцы эмульсий с переменной масляной фазой и постоянным количеством стабилизатора. Оптимальный вариант соотношения водного стабилизатора и масляной фазы эмульсии характеризуется получением максимального количества частиц эмульсии размером до 1 микрона

Ключевые слова: гуммиарабик, эмульсия, стабилизатор, фаза, вода, жир, распределение, мутность, вязкость, размер частиц

ЗАСТОСУВАННЯ ГУМІАРАБІКУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕМУЛЬСІЙ ТИПУ МАСЛО- ВОДА У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

О. А. Луговська

Аспірант*

E-mail: Oksana.Lugovska@rambler.ru

В. М. Сидор

Кандидат технічних наук*

E-mail: svm58@ukr.net

Т. І. Нікітчина

Кандидат технічних наук

Кафедра біотехнології,

консервованих продуктів і напоїв

Одеська національна академія харчових технологій
вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

E-mail: nikitchinati@ukr.net

*Кафедра експертизи харчових продуктів

Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01017

1. Вступ

На сьогоднішній день емульсії отримали широке застосування в різних галузях харчової промисловості. Отримання стабільної емульсійної системи являється актуальним та перспективним питанням. Емульсії значно спрощують технологічний процес, тому що містять у своєму складі усі необхідні компоненти для виробництва харчових продуктів [1–3].

Технологічна схема одержання емульсійної системи складається з чотирьох етапів: підготовка водної фази; масляної фази; отримання преемульсії; гомогенізація емульсії.

В дослідженнях зупинимося детальніше на застосуванні гуміарабіку як стабілізатора при приготуванні водної та масляної фаз. Визначимо температурні умови розчинення емульгатора у відповідній фазі; швидкість і інтенсивність перемішування компонентів для отримання преемульсії.

Більш детально дослідимо етап технологічного процесу – гомогенізація емульсії. Підберемо різницю тисків в гомогенізаторі, за допомогою якого регулюється розмір часток, кількість циклів гомогенізації.

Визначимо основні параметри контролю в готовому продукті: розмір часток, в'язкість системи, колір, замутнення.

Наявність різноманітних механізмів емульгування та гомогенізації засвідчує про те, що в даному питанні немає повного розуміння цих процесів і тому їх необхідно більш глибоко вивчати. Аналізуючи основні теоретичні відомості про процес виробництва емульсій на основі опрацьованих іноземних та вітчизняних джерел, визначається ефективна теорія отримання стабільних емульсій на даному етапі розвитку наукового знання в області процесів емульгування, а саме підбір інгредієнтів та технологічних параметрів процесу [4–6].

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Проблема полягає у створенні стабільної емульсії як в концентрованому, так і в розведеному вигляді одночасно. В якості стабілізуючого і емульгуючого компонента в виробництві ароматизованих масляних емульсій використовується камідь акації (Е 414).

Дослідження показали, що камідь акації містить мономери D-галактози, пов'язаних β -(1,3)-глікозидним зв'язком з численними розгалуженнями, які складаються з α - і β -галактози та інших цукрів або урино-вих кислот.

Камідь акації, відома як гуміарабік, являє собою природний ексудат, що отримується з дерев акації, яка проростає в Африці від Єгипту до Південно-Африканської Республіки. Ця камедь характеризується сильно розгалуженою арабіногалактановою структурою з білковою фракцією в центрі і утворює низьков'язкий розчин, що забезпечує якісні емульгуючі властивості. Порошок камеді легко гідратується, дозволяючи отримати 40–50 % водні розчини. Будучи швидкокорозинкою та високоочищеною формою, вона вбирає вологу і дуже швидко розчиняється у воді [4].

Гуміарабік добре розчинний у холодній воді і утворює прозорі розчини. Володіє вологоутримуючою здатністю. Ефективний стабілізатор дисперсних систем, регулятор структури і консистенції, плівкоутворювач, матеріал для мікрокапсулювання. Функціональні властивості гуміарабіку обумовлені особливостями його хімічної структури. Гуміарабік широко застосовується для приготування та стабілізації емульсій ефірних олій. Володіє добрими емульгуючими властивостями, низькою в'язкістю, тонким ароматом і здатністю захищати ароматичні добавки від окислення, як в технологічному процесі, так і при їх подальшому зберіганні. Вважається відмінним емульгатором і піногасником, володіє добрими властивостями текстуранта. Гуміарабік може використовуватися будь-якої концентрації і в комбінації з іншими загусниками типу агару, пектину, каррагіна, ксантанової і гуарової камеді, крохмалю [5, 6].

У емульсіях типу «масло в воді» гуміарабік грає роль емульгатора і стабілізатора. Оскільки це водорозчинний полісахарид, гуміарабік не відноситься до типових емульгаторів, в молекулах яких є ліпофільні і гідрофільні частини. Проте гуміарабік може володіти певним гідрофільно-ліпофільним балансом. Білок, що міститься в арабіногалактан – протеїновій частині молекули, надає їй поверхнево – активні властивості і сприяє утворенню навколо глобул жиру колоїдної плівки [7–9].

Гуміарабік стабільний у кислих середовищах і не піддається гідролізу навіть при $\text{pH} = 2$, що забезпечує стабільність цих гідрокооллоїдів в таких кислих напоях, як лимонні й напої типу коли [10].

Крім емульсійних напоїв гуміарабік використовується у виробництві рідких форм диспергуючих у воді натуральних барвників, наприклад емульсій каротину і маслосмол. У емульгованих природних нутрицевтиках гуміарабік стабілізує жиророзчинні вітаміни і ненасичені жирні кислоти

Для забезпечення тривалого терміну зберігання концентрованої або рідкої емульсії (зазвичай потрібно термін зберігання 1 рік) необхідно уникнути розшарування емульсії, випадання осаду і коалесценції. Стабілізація емульсії досягається стеричними характеристиками високомолекулярної фракції молекули гуміарабіка і силами електричного відштовхування внаслідок наявності урино-вих кислот на кожній диспергованій глобулі жиру.

3. Мета і задачі дослідження

Метою роботи стало дослідження фізико-хімічних властивостей гуміарабіку в процесі його використання у харчових продуктах.

Для створення стабільної емульсійної системи необхідно підібрати:

- співвідношення кількості водного стабілізатору та масляної фази для отримання розміру часток системи менше 1 мк, що забезпечує стабільність емульсії при зберіганні;

- температурні умови розчинення емульгатора у відповідній фазі; швидкість і інтенсивність перемішування компонентів для отримання преемульсії.

- різницю тисків в гомогенізаторі, за допомогою якого регулюється розмір часток, кількість циклів гомогенізації.

Необхідно визначити основні параметри контролю в готовому продукті: розмір часток, в'язкість системи, колір, замушення.

Прогнозування стабільності емульсії робиться на основі даних про розподіл розмірів часток, отриманий методами лазерної гранулометрії або мікроскопії емульсій при підвищеній і кімнатній температурах, а також результатів спостережень (як візуальних, так і методами аналізу світлопропускання і зворотного розсіювання) за розшаруванням емульсії і утворенням осаду. Природно, що ці прискорені методи повинні супроводжуватися тривалим спостереженням за поведінкою напоїв при зберіганні.

4. Експериментальні дані та їх обробка по затосуванню гуміарабіку, на етапі приготування водної та масляної фаз в емульсіях.

Гуміарабік – це один з основних емульгаторів для безалкогольних напоїв, оскільки всі компоненти напоїв сумісні з гуміарабіком, в тому числі:

- цитрусові масла, синтетичні ароматизатори, масла коли, нейтральні рослинні масла, тригліцериди і т. д.;

- штучні барвники, в тому числі жовтий «Сонячний захід» і тартразин, а також натуральні барвники, в тому числі каротин і масло смоли.

Процес руйнування емульсії описується швидкістю її дестабілізації (V) за законом Стокса:

$$V = \frac{2 \cdot r^2 (d_1 - d_2) \cdot g}{9 - \eta} \quad (1)$$

де V – швидкість дестабілізації емульсії; d_1 і d_2 – щільності дисперсної і дисперсійної фаз відповідно; η – в'язкість середовища; g – радіус глобули жиру; g – прискорення вільного падіння.

Щоб зменшити швидкість дестабілізації емульсії, необхідно використовувати жир з високою щільністю (біля 1,0) або збільшити щільність легких масел (наприклад, цитрусового, у якого $d \sim 0,80$) шляхом внесення дозволених до застосування в харчових продуктах агентів типу ацетатізобутірата сахарози.

Вміст гуміарабіку, що забезпечує необхідну стабільність емульсії, залежить від типу, вмісту і щіль-

ності жирової фази і зазвичай складає від 12 до 20 %. Гуміарабік розчиняють у воді кімнатної температури і потім при перемішуванні з високою напругою зсуву в нього додають масло, отримуючи «преемультію», в якій глобули жиру мають радіус близько 3–5 мкм. Потім проводять гомогенізацію цієї «преемультію» при підвищеному тиску, після чого радіус глобул жиру стає менше 1 мкм.

Для зменшення радіусу глобул жиру до 0,4–1,0 мкм використовують перемішування з високою напругою зсуву та гомогенізацію емульсії під тиском 100–300 кг/см². При такому розмірі глобул жиру коалесценція зводиться до мінімуму, і при розчиненні відбувається сильне замутнення. При гомогенізації під тиском до 300 кг/см² зазвичай застосовуються двоходові двостадійну систему.

Ефективні гомогенізація і диспергування емульсії досягається при в'язкості дисперсійного середовища 30-100 мПа·с.

Для досліджень готувались зразки харчових емульсій з використанням різної кількості гуміарабіку, як стабілізатору (при сталій масляній фазі) (табл. 1).

Таблиця 1

Рецептури емульсій з сталою кількістю жирової фази та змінною кількістю водного стабілізатору

Склад емульсії	Номер емульсії		
	1	2	3
	Вміст інгредієнта (%)	Вміст інгредієнта (%)	Вміст інгредієнта (%)
Цитрусове масло	6	6	6
Рузиногум (Е 445)	4	4	4
Гуміарабік (Е 414)	5	5,5	6
Лимонна кислота харчова (Е 330)	0,2	0,2	0,2
Бензоат натрію (Е 211)	0,1	0,1	0,1
Вода підготовлена	84,7	84,2	83,7
Всього	100	100	100

Та зразки емульсій з змінною масляною фазою і постійною кількістю стабілізатору (табл. 2).

Таблиця 2

Рецептури емульсій з сталою кількістю водного стабілізатору та змінною кількістю жирової фази

Склад емульсії	Номер емульсії		
	4	5	6
	Вміст інгредієнта (%)	Вміст інгредієнта (%)	Вміст інгредієнта (%)
Цитрусове масло	6	6	6
Рузиногум (Е 445)	5	5,5	6
Гуміарабік (Е 414)	5	5	5
Лимонна кислота харчова (Е 330)	0,2	0,2	0,2
Бензоат натрію (Е 211)	0,1	0,1	0,1
Вода підготовлена	83,7	83,2	82,7
Всього	100	100	100

Згідно рецептур готували:

1. Водну фазу, використовуючи високошвидкісну мішалку, розчиняли гуміарабік у воді, яка містить бензоат натрію і лимону кислоту.

2. Масляну фазу, використовуючи високошвидкісну мішалку, розчиняли рузиногум в цитрусовому маслі.

3. Преемультію готували, повільно додаючи масляну фазу у водну фазу, а потім перемішували з максимальною швидкістю. Для досягнення оптимальної ефективності розчинення гуміарабіку необхідна гомогенізація під тиском.

4. Вимірювали показники приготованих емульсій, в залежності від кількості гуміарабіку та масляної фази в їх складі:

- віскозиметром Брукфільда – в'язкість 1, 2, 3, 4, 5, 6 емульсії;
- мікроскопом EASTCOLIGHT 92012-EC (100x, 250x, 550x, 750x) – розмір часток 1, 2, 3, 4, 5, 6 емульсії;
- мутнометром 2100P – мутність 1, 2, 3, 4, 5, 6 емульсії.

Результати вимірювання показників кожної емульсії: віскозиметром Брукфільда – в'язкість, мікроскопом EASTCOLIGHT 92012-EC (100x, 250x, 550x, 750x) – розмір часток, мутнометром 2100P- мутність відображено в табл. 3.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків емульсій

Номер емульсії	В'язкість Brookfield (сР)	Мутність Розбавлення 0,025 % (NTU)	Середній діаметр масляних часток D (μm)
1	15,0	180	0,659
2	15,5	174	0,602
3	16,0	168	0,559
4	16,0	192	0,705
5	16,5	204	0,812
6	17,0	216	0,903

Дослідні зразки під номером 1, 2, 3 емульсії, які характеризуються збільшенням кількості гуміарабіку в складі продукту показують, що незначно збільшується в'язкість і зменшується розмір часток емульсії, але мутність не збільшується. За постійних інших складових частин емульсії, чим менше розмір часток, тим менше мутність емульсії (але вище стабільність при зберіганні). Якщо розмір часток менше за 1 мікрон, то емульсія має високу надійну стабільність і дає певне замутнення, але чим менше від 1 мікрону розмір часток, тим менше замутнення, а якщо розмір часток не перевищує 0,3 мікрона, то замутнення майже немає і розчин прозорий.

Також згідно з табл. 3 дослідні зразки під номером емульсій 4–6 показують що, чим більший показник масляної фази, тим вища в'язкість, мутність та розмір часток емульсії, але розмір часток не повинен перевищувати 1 мікрон, а отже стабілізатора повинно бути достатньо.

5. Висновки

Таким чином оптимальний результат дослідження гуміарабіку в емульсіях – це отримання максимальної кількості часток розміром біля 1 мікрона. Якщо кількість водного стабілізатору збільшується на 0,5 %, то зміни досліджуваних показників в'язкості, мутності та розмір часток емульсії не значні.

При збільшенні кількості масляної фази в складі продукту збільшується в'язкість, мутність та розмір часток емульсії. Кількість стабілізатора може впливати на стабільність емульсії, але мало впливає на замутильність, при недостатній кількості стабілізатора можуть утворюватись невелика кількість часток більших за 1 мікрон, що може призводити до утворення «масляного кільця» при тривалому зберіганні.

Концентровані емульсії з 10–20 % жирової фази при виробництві безалкогольних напоїв розбавляють або до концентрації 10–20 г/л в концентрованому сиропі з високою щільністю по БРІКС) або до концентрації 1–2 г/л в газованій воді. Такі стабілізовані емульсії можна використовувати і при отриманні ароматизованих алкогольних напоїв міцністю до 20 %, в яких флокуляції гуміарабіка не відбувається.

У порівнянні з іншими водорозчинними полісахаридами з тією ж молекулярною масою водні розчини

гуміарабіка характеризуються дуже малою в'язкістю. 1 % водні розчини гуарової і ксантанової камедей, а також каррагінана мають в'язкість по Брукфілду в межах 3000–5000 мПа·с. Щоб мати таку в'язкість, концентрація гуміарабіка у водному розчині повинна становити 40–45 %.

Низька в'язкість розчинів гуміарабіка пояснюється його глобулярною високорозгалуженою структурою, яка не сприяє утворенню зшивок або водневих зв'язків з водою. Розчини гуміарабіку до концентрації 25 % мають властивості ньютонівської рідини, а більш концентровані розчини є псевдопластичними. Сильно розгалужена структура гуміарабіку робить їх в кислих середовищах дуже стійкими до гідролізу, впливу ферментів і високих температур.

За обсягами споживання гуміарабік займає провідне місце серед усіх гідроліодів. Ринок гуміарабіка щороку зростає, що пояснюється багатофункціональністю цієї харчової добавки, здатністю виступати в ролі текстуроутворюючого агента, емульгатора, стабілізатора, а також водорозчинного харчового волокна з пребіотичними властивостями в складі продуктів здорового харчування. Популярність гуміарабіка визначається також його природним походженням, тобто даний продукт не модифікований.

Література

1. Борисенко, О. В. Методы создания высококонцентрированных вкусовые эмульсии для безалкогольных напитков [Текст] / О. В. Борисенко, Ю. А. Алексеев, С. Климов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2002. – № 2. – С. 18–19.
2. Григорьева, В. Н. Смеси растительных масел биологически полноценные продукты [Текст] / В. Н. Григорьева, А. Н. Лисиецын // Масложировая промышленность. – 2005. – № 1 – С. 9–10.
3. Пляшина, И. Г. Гуммиарабик: функциональные свойства и области применения [Текст] / И. Г. Пляшина, М. А. Булатов и др. // Пищевая промышленность. – 2002. – № 6. – С. 54–55.
4. Atwell, W. A. Starches [Text] / W. A. Atwell, D. J. Thomas. – St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, 1997. – P. 25–30
5. Galliard, T. Starch; Properties and Potential [Text] / T. Galliard. – Society of Chemical Industry. Chichester, UK: John Wiley and Sons, 1987. – P. 40–68.
6. GIRACT database [Electronic resource] / Available at: www.giract.com, 2006.
7. Imeson, A. Thickening and Gelling Agents for Food [Text]: 2nd ed. / A. Imeson. – London: Blackie Academic and Professional, 1999. – P. 125–220.
8. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы [Текст] / под ред. Б. М. МакКенна; пер. с англ. – СПб: Профессия, 2006. – С. 134–208.
9. Phillips, G. O. Handbook of Hydrocolloids [Text] / G. O. Phillips, P. A. Williams. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2000. – 117 p.
10. Whistler, R. L. Starch Chemistry and Technology [Text]: 2nd ed. / R. L. Whistler, J. N. Miller, E. F. Paschall, F. L. Orlando. – Academic Press, 1984. – P. 135–324.