

Луговська О.А.

ВПЛИВ ГІДРОКОЛОЇДІВ НА ЯКІСТЬ ЕМУЛЬСІЙ ДЛЯ НАПОЇВ

Анотація. Удосконалено спосіб приготування емульсій з гідроколоїдами гуміарабіком та крохмалем, шляхом введення нових технологічних параметрів. Досліджувались зразки харчових емульсій з використанням різної кількості гуміарабіку або крохмалю, як стабілізатору (при сталій кількості масляної фази) та зразки емульсій з змінною кількістю масляної фази і постійною кількістю стабілізатору. Оптимальний варіант співвідношення водного стабілізатору та масляної фази емульсії характеризується отриманням максимальної кількості частинок емульсії розміром до 1 мікрона.

Ключові слова: емульсії, гідроколоїд, стабілізатор, крохмаль, гуміарабік

Аннотация. Усовершенствован способ приготовления эмульсий с гидроколлоидами гуммиарабиком и крахмалом, путем введения новых технологических параметров. Исследовались образцы пищевых эмульсий с использованием разного количества гуммиарабика или крахмала, как стабилизатора (при постоянном количестве масляной фазы) и образцы эмульсий с переменным количеством масляной фазы 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: эмульсии, гидроколлоид, стабилизатор, крахмал, гуммиарабик

Abstract. The method for preparing emulsions with hydrocolloids with gum arabic and starch is improved, by introducing new technological parameters. Samples of food emulsions using different amounts of gum arabic or starch, as a

stabilizer (with a constant amount of oil phase) and samples of emulsions with varying amounts of oil phase and constant amount of stabilizer were studied. The optimal version of the ratio of the water stabilizer and the oil phase of the emulsion is characterized by obtaining a maximum amount of emulsion particles up to 1 micron.

Key words: emulsion, hydrocolloid, stabilizer, starch, gum arabic

1. Вступ

Емульсії широко використовуються в різних галузях харчової промисловості. Застосування ароматичних емульсій у виробництві безалкогольних напоїв має ряд переваг, а саме: скорочується тривалість купажування, так як немає необхідності додавати ароматизатор, підбирати барвник та стабілізатор. Використання ароматичних емульсій в напоях дозволяє вирішити проблему стабілізації аромату і смаку, так як в даному випадку емульгатор відіграє роль адсорбенту ароматичної частини, забезпечуючи продукту тонкий і м'який аромат.

Питання вдосконалення технології виробництва ароматичних емульсій тісно пов'язані з особливостями використання гідроколоїдів. Постійна увага вчених до цих сполук обумовлена їх важливістю для харчової промисловості. Проте, не зважаючи на велику кількість досліджень щодо фізико-хімічних властивостей гідроколоїдів, науково обґрунтованих даних щодо їх використання в харчових емульсіях недостатньо [1,2, 3, 4].

Встановлено, що отримання стійких емульсій тісно пов'язане з механізмом диспергування і залежить від багатьох факторів, таких як вміст олії, тип і концентрація емульгатора, спосіб введення фаз, час, інтенсивність та ступінь диспергування, температура. Доведено, що для забезпечення стійкості емульсії вирішальне значення має ступінь диспергування [5-9]. Застосування високих швидкостей перемішування [9] і особливо підвищення тиску в гомогенізаторі призводить до підвищення дисперсності, в'язкості і утворення більш стійких емульсій.

Дослідниками [7, 8] встановлено, що для кожного виду емульгатора існують визначені оптимальні співвідношення між водною та масляною фазами. Введення надлишкової олії призводить до розшарування.

Процес руйнування емульсії описується швидкістю її дестабілізації (V)

за законом Стокса:

$$V_s = \frac{2r^2 g (\rho_p - \rho_f)}{9\mu},$$

де V_s – швидкість дестабілізації емульсії (м/с); ρ_p – густина частинок (кг/м³); ρ_f – густина рідини (кг/м³); μ – динамічна в'язкість рідини (Па·с); r – радіус глобули жиру (м); g – прискорення вільного падіння (м/с²).

Для зменшення радіусу частинок жиру до 0,4-1,0 мкм використовують перемішування з високою напругою зсуву та гомогенізацію емульсій під тиском 100-300 кг/см². При такому розмірі частинок жиру коалесценція зводиться до мінімуму, і при утворенні емульсій відбувається сильне замутнення, що є бажаною характеристикою готової емульсії, в порівнянні з не замутною.

На сьогоднішній день найбільш широко застосовуваними гідро колоїдами в виробництві емульсій є крохмаль (E 1450) та гуміарабик (E 414).

Модифікований крохмаль-емульгатор (E 1450), внаслідок етерифікації октенілянтраною кислотою крохмаль (E 1450) набуває емульгуючих і піностабілізуючих властивостей. Гуміарабик (E 414) характеризується розгалуженою арабіногалактановою структурою з білковою фракцією в центрі, що забезпечує якісні емульгуючі властивості [10].

На основі аналізу літературних даних [10] стосовно приготування емульсії з гуміарабіком та особливостей застосування крохмалю в харчових емульсіях, як нищого за собівартістю емульгатора, проведено дослідження в лабораторних умовах по вдосконаленню застосування цих гідро колоїдів в емульсіях [10].

Недоліком відомого способу [10] є неможливість забезпечення повного розчинення інгредієнтів, крім того, у літературі відсутні дані про співвідношення масляної та водної фаз, показники розчинення інгредієнтів

(температура, час та швидкість перемішування) в відповідних фазах, показники приготування предемульсії (швидкість і час перемішування водної та масляної фази) та процесу гомогенізації (оптимальні тиски).

Отже, метою досліджень є удосконалення способу приготування емульсій з гуміарабіком та крохмалем шляхом введення нових технологічних показників з метою отримання стабільної емульсії з максимальною кількістю часток, розміром до 1 мкм., та запобігання появи недоліків харчових емульсій: кремування (руйнування структури емульсії, перетворенням масляних часток у більші і спливанням їх на поверхню емульсії) і кільцювання (утворення масляного кільця в напої, в процесі його зберігання).

2. Експериментальна частина. Для досліджень використовували емульсії на основі цитрусової олії. Стабілізаторами слугували гуміарабік та модифікований крохмаль.

Для дослідження емульгуючих властивостей гуміарабіку готувалися різні типи емульсій, а саме вміст водорозчинного емульгатора (високо очищена форма гуміарабіку 4-7 %) [10] та масляної фази емульсії [10] (8-16%), а згідно специфікації на цей тип високо очищеної форми гуміарабіку рекомендується 8-14% масляної фази емульсії. Тому обрано наступний вміст гуміарабіку 4-7 % та 8-14% масляної фази емульсії.

Для дослідження емульгуючих властивостей крохмалю готувалися різні типи емульсій, а саме, емульсії з різним вмістом водорозчинного емульгатора крохмалю, згідно специфікації на емульгуючий крохмаль Е 1450 8-14% та масляної фази [10] 8-16%. Досліджували емульсії із вмістом крохмалю 8-14 % та 8-14% олійної фази.

Зразки емульсій готували з різною кількістю олійної фази і постійною кількістю стабілізатора (Таблиця 1 і 3) та з постійною кількістю олійної фази, змінюючи кількість стабілізатора (Таблиця 2 і 4).

Таблиця 1

**Зразки емульсій із різною кількістю олійної фази та постійною кількістю
гуміарабіку**

Інгредієнти емульсії	Вміст інгредієнтів, %				
	Номер емульсії				
	1	2	3	4	5
Цитрусова олія	6,000	6,000	6,000	6,000	7,000
Резиногум (Е 445)	2,000	4,000	5,000	6,000	7,000
Гуміарабік (Е 414)	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Лимонна кислота (Е 330)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Бензоат натрію (Е211)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Барвник (Е124)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Барвник (Е110)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Антиоксидант (Е320, Е321)	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Вода	84,698	82,698	81,698	80,698	78,698
Всього	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

Таблиця 2

**Зразки емульсій з постійною кількістю олійної фази та різною кількістю
гуміарабіку**

Інгредієнти емульсії	Вміст інгредієнтів, %				
	Номер емульсії				
	6	7	8	9	10
Цитрусова олія	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Резиногум (Е 445)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Гуміарабік (Е 414)	4,000	5,000	5,500	6,000	7,000
Лимонна кислота (Е 330)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Бензоат натрію (Е211)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Барвник (Е124)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Барвник (Е110)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Антиоксидант (Е320, Е321)	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Вода	83,698	82,698	82,198	81,698	80,698
Всього	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

Таблиця 3

**Зразки емульсій із різною кількістю олійної фази та постійною кількістю
крохмалю**

Інгредієнти емульсії	Вміст інгредієнтів, %				
	Номер емульсії				
	1	2	3	4	5
Цитрусова олія	4,000	5,000	5,500	6,000	7,000
Резиногум (Е 445)	4,000	5,000	5,500	6,000	7,000

Крохмаль (Е 1450)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Лимонна кислота (Е 330)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Бензоат натрію (Е211)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Барвник (Е124)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Барвник (Е110)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Антиоксидант (Е320, Е321)	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Вода	77,698	75,698	74,698	73,698	71,698
Всього	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

Таблиця 4

Зразки емульсій з постійною кількістю олійної фази та різною кількістю крохмалю

Інгредієнти емульсії	Вміст інгредієнтів, %				
	Номер емульсії				
	6	7	8	9	10
Цитрусова олія	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500
Резиногум (Е 445)	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500
Крохмаль (Е 1450)	8,000	10,000	11,000	12,000	14,000
Лимонна кислота (Е 330)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Бензоат натрію (Е211)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Барвник (Е124)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Барвник (Е110)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Антиоксидант (Е320, Е321)	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Вода	78,698	76,698	75,698	74,698	72,698
Всього	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

Приготування емульсій складається з наступних операцій: приготування водної фази, масляної фази, преемульсії; емульсії (гомогенізацією).

Приготування водної фази. Основними компонентами для її приготування є: вода, бензоат натрію, стабілізатор, лимонна кислота та інша сировина відповідно до рецептури

Приготування масляної фази. Масляна фаза (цитрусова олія; антиоксидант; емульгатор Естер Гам) готується безпосередньо перед приготуванням преемульсії в ємності, яка обладнана мішалкою.

Приготування преемульсії (водна та масляна фаза) проводиться в ємності, яка обладнана високошвидкісною мішалкою „Silverson” (до 3000об./хв.).

Приготування емульсії - преемульсія підлягає процесу гомогенізації. Емульсія вважається стабільною, якщо розмір масляних часточок не перевищує 1 мікрона.

Аналіз одержаних емульсій. Для визначення рН використовували лабораторний рН-метр (Аніон 4100), густини – лабораторний вимірювач густини (ареометр загального призначення АОН-1, АОН-2, АОН-3, АОН-4,

АОН-5); мутність емульсій визначали за допомогою мутнометра (2100 P), а в'язкість – віскозиметра Брукфільда. Середній розмір частинок досліджували мікроскопом EASTCOLIGHT 92012-ES (100x, 250x, 550x, 750 x) та вимірювали прибором LS™ 13 320, шляхом лазерної гранулометрії.

Стійкість та стабільність емульсії в напої перевіряється шляхом постановки напою під пряме сонячне світло, в якому на протязі терміну зберігання напою (180 діб) не утворюється масляне кільце.

3. Результати та обговорення. Характеристики одержаних емульсій представлені в таблицях 5 і 6

Таблиця 5

Характеристика емульсії з гуміарабіком

Номер емульсії	В'язкість, сП	Мутність розчинення 0.025 %, NTU	Розмір часток D, мкм	Густина, г/ см ³	pH
1	14,00	168,00	0,51	1,03	2,70
2	15,00	180,00	0,66	1,06	3,20
3	16,00	192,00	0,71	1,07	3,30
4	17,00	216,00	0,90	1,09	3,70
5	18,00	240,00	1,10	1,10	3,90
6	14,00	192,00	0,75	1,04	2,60
7	15,00	180,00	0,66	1,06	3,20
8	15,50	174,00	0,60	1,07	3,30
9	16,00	168,00	0,56	1,09	3,40
10	17,00	154,00	0,50	1,10	3,80

Таблиця 6

Характеристики емульсії з крохмалем

Номер емульсії	В'язкість, сП	Мутність розчинення 0.025 %, NTU	Розмір часток D, мкм	Густина, г/ см ³	pH
1	20,00	143,00	0,67	1,03	2,60
2	22,00	156,00	0,73	1,05	3,00
3	23,00	170,00	0,75	1,07	3,30
4	24,00	182,00	0,84	1,09	3,70
5	26,00	196,00	0,97	1,10	4,00

6	19,00	210,00	0,98	1,04	2,70
7	21,00	196,00	0,91	1,06	3,10
8	22,00	184,00	0,83	1,07	3,20
9	23,00	170,00	0,75	1,07	3,30
10	25,00	157,00	0,68	1,10	3,80

При збільшенні вмісту олійної фази з 8 до 14 % в емульсії з гуміарабіком, середній розмір часток збільшується з 0,51 до 1,10 мкм, в'язкість – з 14 до 18 сП, мутність – з 168 до 240 NTU, густина – з 1,03 до 1,10 г/см³ (табл. 5). Для емульсії з крохмалем аналогічне збільшення вмісту олійної фази призводить до збільшення середнього розміру часток з 0,67 до 0,97 мкм, в'язкості – з 20 до 26 сП, мутності – з 143 до 196 NTU, густини – з 1,03 до 1,10 г/см³ (табл. 6). Однак, збільшення розміру часток повинно обмежуватися розміром 1 мікрон, оскільки невелика кількість часток більших за 1 мікрон, може призводити до утворення нестабільної емульсії при зберіганні. Отже, найкращими вибрано емульсії: • № 2 з гуміарабіком-масляна фаза 10%); • № 3 з крохмалем (масляна фаза 12 %). Проведені дослідження стосовно впливу кількості стабілізатору на характеристики одержаних емульсій показали, що збільшуючи кількість гуміарабіку з 4 до 7 % (при вмісті олійної фази 10%) середній розмір часток зменшується з 0,75 до 0,50 мкм, мутність – з 192 до 154 NTU. В той же час в'язкість емульсії збільшується з 14 до 17 сП, густина – з 1,04 до 1,10 г/см³ (табл. 5). Щодо емульсій з крохмалем, то збільшення кількості стабілізатора з 8 до 14% (при вмісті олійної фази 11%) призводить до зменшення середнього розміру часток з 0,98 до 0,68 мкм, мутності – з 210 до 157 NTU. Спостерігається збільшення в'язкості з 19 до 25 сП, а густини – з 1,04 до 1,10 г/см³ (табл. 6). Отже, оптимальним вмістом водного стабілізатора та олійної фази для емульсій з гуміарабіком є 5% та 10% відповідно, по рецептурі емульсії (№ 7) (табл.2), для емульсії з крохмалем є 12% та 11% відповідно, рецептурі емульсії №9 (табл.4).

Третім етапом дослідження є встановлення оптимального тиску гомогенізації для визначеної рецептури емульсії з найкращими показниками. Готувались по чотири однакових емульсії згідно обраних рецептур: з гуміарабіком (№ 7, табл. 2), та з крохмалем (№ 9, табл. 4) і гомогенізували при різних тисках. Крок зміни верхнього тиску 20 бар.

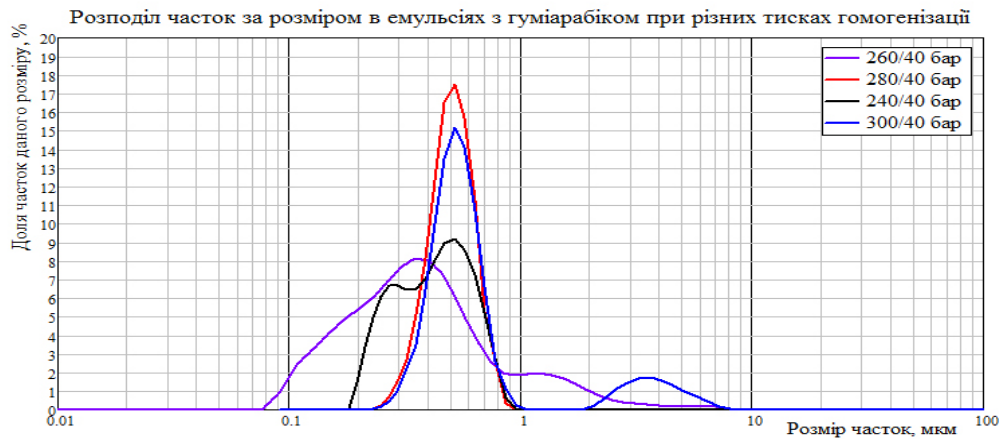


Рис. 1. Розподіл часток за розміром в емульсіях № 7 з гуміарабіком при різних тисках гомогенізації: 1-260/40; 2 - 280/40; 3- 240/40; 4-300/40 бар.

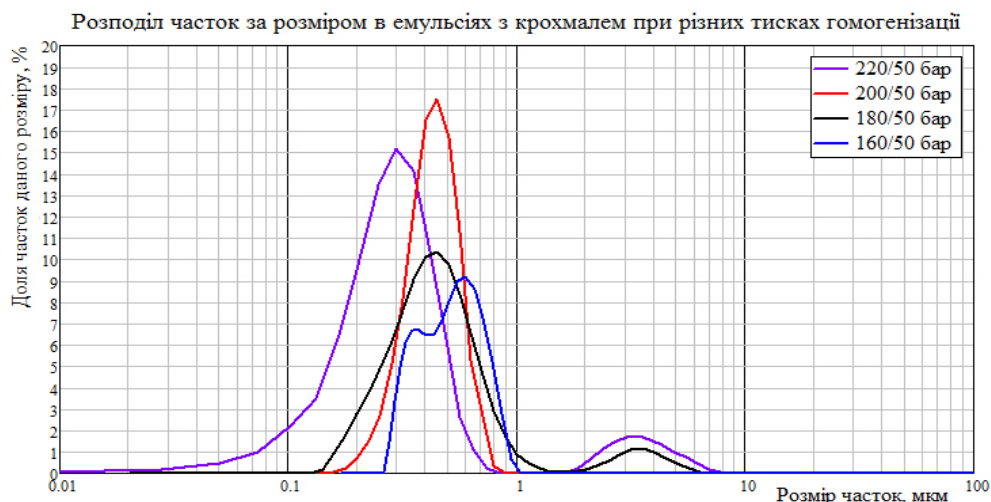


Рис. 2. Розподіл часток за розміром в емульсіях з крохмалем № 9 при різних тисках гомогенізації: 1-220/50 бар; 2 -200/50; 3- 180/50; 4-160/50 бар .

Оптимальні показники гомогенізації для емульсій з гуміарабіком (рис 1, крива № 2) тиск перший крок / другий крок [бар] - 280/40 [бар], кількість циклів гомогенізації – 2; розмір часток готової емульсії менше 1 мкм; оптимальні показники гомогенізації для емульсій з крохмалем (рис. 2, крива 2) :тиск перший крок / другий крок [бар] - 200/50 [бар], кількість циклів гомогенізації – 2; розмір часток готової емульсії менше 1 мкм. В процесі

зберігання напоїв, приготованих на основі обраних емульсій (з гуміарабіком № 7, для емульсії з крохмалем №9) не спостерігалась поява масляного кільця на поверхні напою, не було змін кольору, смаку та аромату напою.

4. Висновки

Підтверджена доцільність використання гідроколоїдів для емульгування і гомогенізації емульсій типу «М/В» та встановлено, що оптимальний вміст водорозчинного емульгатора та масляної фази для емульсій з емульгатором крохмалем становить 12% та 11% відповідно, для емульсій з стабілізатором гуміарабіком становить 5% та 10% відповідно;

Встановлено технологічні показники гомогенізації емульсій з стабілізатором крохмалем: тиск перший крок / другий крок [бар] - 200/50 [бар], кількість циклів гомогенізації – 2; розмір часток готової емульсії менше 1 мкм.

Встановлено технологічні показники гомогенізації емульсій з стабілізатором гуміарабіком: тиск перший крок / другий крок [бар] - 280/40 [бар], кількість циклів гомогенізації – 2; розмір часток готової емульсії менше 1 мкм.

Під час зберігання напоїв, приготованих з використанням одержаних емульсій, не було олійного кільця або "кремування" в пляшках, що вказує на стабільність емульсійних систем. Отримані результати є корисними і важливими для розробки нових харчових продуктів.

[1]. БОРИСЕНКО О.В., АЛЕКСЄЄВ Ю.А., КЛИМОВА С.А., Методика створення висококонцентрованих смакоароматичних емульсій для безалкогольних напоїв, Харчові інгредієнти: сировина і добавки, 2, 18-19, (2002).

[2]. PHILLIPS G.O., WILLIAMS P.A., (Eds.) Handbook of Hydrocolloids. Cambridge: Wood Head Publishing, 156 с, (2000).

[3]. McKENNA B.M. (Ed.), Texture in Food — Vol. 1: Semi-Solid Foods. — Cambridge: Woodhead Publishing, 480 с, (2003).

- [4]. BOGACH A., Ароматичні емульсії для виробництва безалкогольних напоїв, Food & Drinks. Продукти харчування і напої, 4 - с. 10-11, (2003).
- [5]. STEPHEN P., U.S. Patent for invention № 6576285, Cholesterol lowering beverage, Bader, Fowler, 10.06.2003.
- [6]. IMESON A. (Ed.), Thickening and Gelling Agents for Food. 2nd Ed., London: Blackie Academic and Professional, 408 с, (1999).
- [7]. WHISTLER R.L.B., MILLER J.N., PASCHALL E.F., (Eds.), Starch Chemistry and Technology. 2nd Ed. Orlando, FL: Academic Press, 1984, 3508. Galliard T. (Ed.) Starch; Properties and Potential /Society of Chemical Industry. Chichester, UK: John Wiley and Sons, 210 с (1987).
- [8]. ATWELL W.A., THOMAS D.J. Starches. — St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, 150 с. (1997).
- [9]. National starch & Chemical UK. Інформаційно-рекламні матеріали 2012р.
- [10]. А. АЙМЕСОН, Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи, Издательство «Профессия», Санкт-Петербург ,2012.- ст. 24-44