

Луговська О.А.

Національний університет харчових технологій

## ВПЛИВ ГІДРОКОЛОЇДІВ НА ЯКІСТЬ ЕМУЛЬСІЙ ДЛЯ НАПОЇВ

*Удосконалено спосіб приготування емульсії із гідроколоїдами гуміарабіком і крохмалем шляхом введення нових технологічних параметрів. Досліджувалися зразки харчових емульсій із використанням різної кількості гуміарабіку або крохмалю як стабілізатора (за сталої кількості масляної фази) та зразки емульсії зі змінною кількістю масляної фази і постійною кількістю стабілізатора. Оптимальний варіант співвідношення водного стабілізатора і масляної фази емульсії характеризується отриманням максимальної кількості частинок емульсії розміром до 1 мікрона.*

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

**Постановка проблеми.** Емульсії широко використовуються в різних галузях харчової промисловості. Застосування ароматичних емульсій у виробництві безалкогольних напоїв має низку переваг, а саме: скорочується тривалість купажування, оскільки немає необхідності додавати ароматизатор, підбирати барвник і стабілізатор. Використання ароматичних емульсій у напоях дозволяє вирішити проблему стабілізації аромату і смаку, оскільки в такому разі емульгатор відіграє роль адсорбента ароматичної частини, забезпечуючи продукту тонкий і м'який аромат.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** 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, незважаючи на велику кількість досліджень 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 чинників, як-от: вміст олії, тип і концентрація емульгатора, спосіб введення фаз, час, інтенсивність і 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 приводить до підвищення дисперсності, в'язкості й утворення більш стійких емульсій.

Дослідниками [7; 8] встановлено, що для кожного виду емульгатора наявні визначені опти-

мальні співвідношення між водною та масляною фазами. Введення надлишкової олії призводить до розшарування.

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

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

де  $V_s$  – швидкість дестабілізації емульсії (м/с);  $\rho_p$  – густина частинок (кг/м<sup>3</sup>);  $\rho_f$  – густина рідини (кг/м<sup>3</sup>);  $\mu$  – динамічна в'язкість рідини (Па•с);  $r$  – радіус глобули жиру (м);  $g$  – прискорення вільного падіння (м/с<sup>2</sup>).

Для зменшення радіуса частинок жиру до 0,4–1,0 мкм використовують перемішування з високою напругою зсуву та гомогенізацію емульсій під тиском 100–300 кг/см<sup>2</sup>. За такого розміру частинок жиру коалесценція зводиться до мінімуму, і під час утворення емульсії відбувається сильне замутнення, що є бажаною характеристикою готової емульсії порівняно з незамутненою.

Сьогодні найбільш широко застосовуваними гідроколоїдами у виробництві емульсій є крохмаль (E 1450) та гуміарабік (E 414).

Модифікований крохмаль-емульгатор (E 1450), внаслідок етерифікації октенілантарною кислотою крохмаль (E 1450) набуває емульгуючих і піностабілізуючих властивостей. Гуміарабік (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 і особливостей застосування крохмалю в харчових емульсіях як нижчого за собівартістю емульгатора

проведено дослідження в лабораторних умовах з удосконалення застосування цих гідрокоолоїдів в емульсіях [10].

Недоліком відомого способу [10] є неможливість забезпечення повного розчинення інгре-

дієнтів, крім того, у літературі відсутні дані про співвідношення масляної та водної фаз, показники розчинення інгредієнтів (температура, час і швидкість перемішування) у відповідних фазах, показники приготування предемульсії (швидкість

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 (Е 211)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Барвник (Е 124)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Барвник (Е 110)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Антиоксиданти (Е 320, Е 321)	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 із 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 (Е 211)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Барвник (Е 124)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Барвник (Е 110)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Антиоксиданти (Е 320, Е 321)	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 (Е 211)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Барвник (Е 124)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Барвник (Е 110)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Антиоксиданти (Е 320, Е 321)	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

і час перемішування водної та масляної фази) та процесу гомогенізації (оптимальні тиски).

**Постановка завдання.** Метою дослідження є вдосконалення способу приготування емульсій із гуміарабіком і крохмалем шляхом введення нових технологічних показників із метою отримання стабільної емульсії з максимальною кіль-

кістю часток, розміром до 1 мкм, та запобігання появі таких недоліків харчових емульсій, як: кремування (руйнування структури емульсії з перетворенням масляних часток на більші і спливанням їх на поверхню емульсії) і кільцювання (утворення масляного кільця в напої під час його зберігання).

Таблиця 4

**Зразки емульсій із 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 (Е 211)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Барвник (Е 124)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Барвник (Е 110)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Антиоксиданти (Е 320, Е 321)	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

Таблиця 5

**Характеристика емульсії з гуміарабіком**

Номер емульсії	В'язкість, сП	Мутність розчинення 0,025%, NTU	Розмір часток D, мкм	Густина, г/см <sup>3</sup>	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 із крохмалем**

Номер емульсії	В'язкість, сП	Мутність розчинення 0,025%, NTU	Розмір часток D, мкм	Густина, г/см <sup>3</sup>	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

**Виклад основного матеріалу дослідження.**

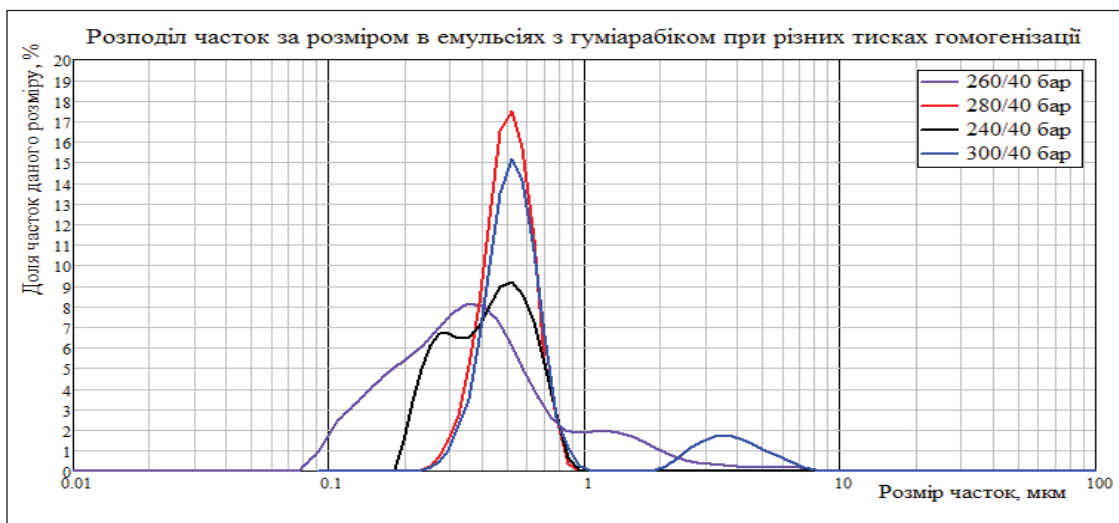
Для досліджень використовували емульсії на основі цитрусової олії. Стабілізаторами слугували гуміарабік і модифікований крохмаль.

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

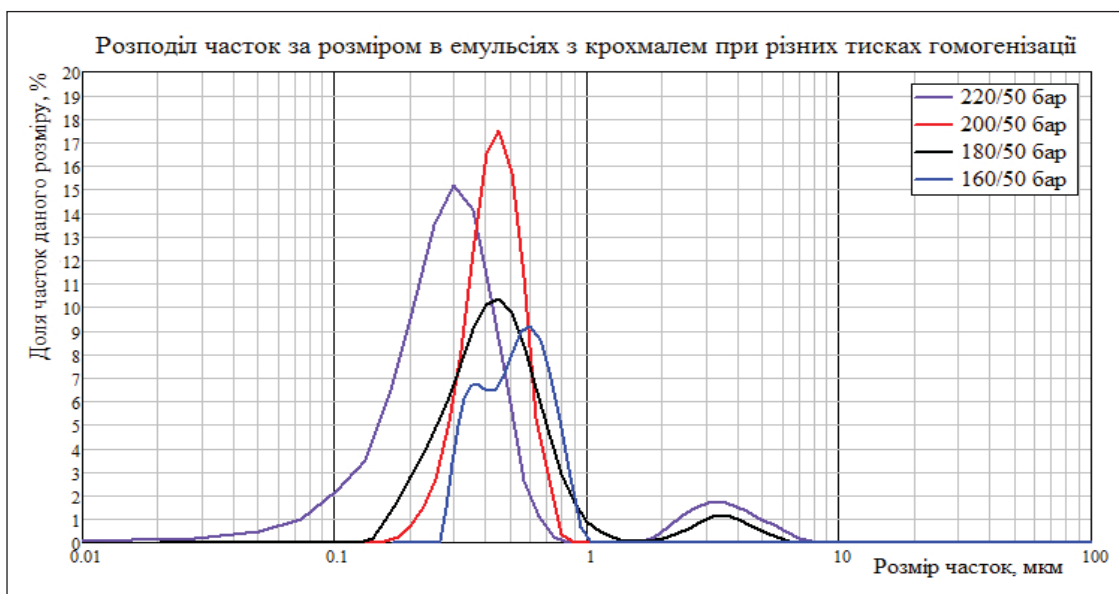
Для дослідження емульгуючих властивостей крохмалю готувалися різні типи емульсій, а саме: емульсії з різним вмістом водорозчинного емульгатора крохмалю, згідно зі специфікацією на емульгуючий крохмаль Е 1450 8–14%, та масляної фази [10] 8–16%. Досліджували емульсії зі вмістом крохмалю 8–14% та 8–14%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

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

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



**Рис. 1.** Розподіл часток за розміром в емульсіях № 7 із гуміарабіком за різних тисків гомогенізації: 1 – 260/40; 2 – 280/40; 3 – 240/40; 4 – 300/40 бар



**Рис. 2.** Розподіл часток за розміром в емульсіях із крохмалем № 9 за різних тисків гомогенізації: 1 – 220/50 бар; 2 – 200/50; 3 – 180/50; 4 – 160/50 бар

Приготування водної фази. Основними компонентами для її приготування є: вода, бензоат натрію, стабілізатор, лимонна кислота й 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 фази) проводиться в ємності, яка обладнана високошвидкісною мішалкою „Silver son” (до 3000 об./хв.).

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

Аналіз одержаних емульсій. Для визначення рН використовували лабораторний рН-метр («Аніон 4100»), густини – лабораторний вимірювач густини (ареометри загального призначення АОН-1, АОН-2, АОН-3, АОН-4, АОН-5); мутність емульсій визначали за допомогою мутнометра (2100 Р), а в'язкість – віскозиметра Брукфільда. Середній розмір частинок досліджували мікроскопом EASTCOLIGHT 92012-ES (100x, 250x, 550x, 750x) та вимірювали прибором “LS™ 13 320”, шляхом лазерної гранулометрії.

Стійкість та стабільність емульсії в напої перевіряється шляхом розташування напою під прямим сонячним світлом, в якому протягом терміну зберігання напою (180 діб) не утворюється масляне кільце.

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

За збільшення вмісту олійної фази з 8 до 14% в емульсії з гуміарабіком середній розмір часток збільшується з 0,51 до 1,10 мкм, в'язкість – із 14 до 18 сП, мутність – із 168 до 240 NTU, густина – з 1,03 до 1,10 г/см<sup>3</sup> (Табл. 5). Для емульсії із крохмалем аналогічне збільшення вмісту олійної фази призводить до збільшення середнього розміру часток із 0,67 до 0,97 мкм, в'язкості – із 20 до 26 сП, мутності – зі 143 до 196 NTU, густини – з 1,03 до 1,10 г/см<sup>3</sup> (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 під час зберігання. Отже, найкращими визнано такі емульсії: № 2 з гуміарабіком (масляна фаза 10%); № 3 із крохмалем (масляна фаза 12%). Проведені дослідження стосовно впливу кількості стабілізатора на характеристики одержаних емульсій показали, що в разі збіль-

шення кількості гуміарабіку із 4 до 7% (за вмісту олійної фази 10%) середній розмір часток зменшується з 0,75 до 0,50 мкм, мутність – з 192 до 154 NTU. Водночас в'язкість емульсії збільшується із 14 до 17 сП, густина – з 1,04 до 1,10 г/см<sup>3</sup> (Табл. 5). Що стосується емульсій із крохмалем, то збільшення кількості стабілізатора з 8 до 14% (за вмісту олійної фази 11%) призводить до зменшення середнього розміру часток із 0,98 до 0,68 мкм, мутності – із 210 до 157 NTU. Спостерігається збільшення в'язкості з 19 до 25 сП, а густини – з 1,04 до 1,10 г/см<sup>3</sup> (Табл. 6). Отже, оптимальним вмістом водного стабілізатора й олійної фази для емульсій із гуміарабіком є 5% та 10% відповідно, за рецептурою емульсії (№ 7) (Табл. 2), для емульсії із крохмалем – 12% і 11% відповідно, за рецептурою емульсії № 9 (Табл. 4).

Третім етапом дослідження є встановлення оптимального тиску гомогенізації для визначеної рецептури емульсії з найкращими показниками.

Готувалися по чотири однакових емульсії згідно з обраними рецептурами: з гуміарабіком (№ 7, Табл. 2), із крохмалем (№ 9, Табл. 4), і гомогенізували за різних тисків. Крок зміни верхнього тиску 20 бар.

Оптимальні показники гомогенізації для емульсій із 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 із 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. У процесі зберігання напоїв, приготованих на основі обраних емульсій (з гуміарабіком № 7, для емульсії із крохмалем № 9) не спостерігалася поява масляного кільця на поверхні напою, не було змін кольору, смаку й аромату напою.

**Висновки.** Підтверджена доцільність використання гідроколідів 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 зі стабілізатором гуміарабіком – 5% та 10% відповідно.

Встановлено технологічні показники гомогенізації емульсій зі 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 зі 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 із використанням одержаних емульсій, не було олійного

кільця або «кремування» у пляшках, що вказує на стабільність емульсійних систем. Отримані результати є корисними і важливими для розроблення нових харчових продуктів.

#### Список літератури:

1. Борисенко О., Алексеев Ю., Климова С. Методика створення висококонцентрованих смакоароматичних емульсій для безалкогольних напоїв. Харчові інгредієнти: сировина і добавки. 2002. № 2. С. 18–19.
2. Phillips G., Williams P. Eds. Handbook of Hydrocolloids. Cambridge: Wood Head Publishing, 2000/ 156 p.
3. McKenna B. Eds. Texture in Food. Vol. 1: Semi-Solid Foods. Cambridge: Wood head Publishing, 2003. 480 p.
4. Богач А. Ароматичні емульсії для виробництва безалкогольних напоїв. Продукти харчування і напої. 2003. № 4. С. 10–11.
5. Stephen P., U. S. Patent for invention № 6576285, Cholesterol lowering beverage, Bader, Fowler, 10.06.2003.
6. Imeson A. Eds. Thickening and Gelling Agents for Food. 2-nd Ed. London: Blackie Academic and Professional, 1999. 408 p.
7. Whistler R.L.B., Miller J.N., Paschall E.F. Eds. Starch Chemistry and Technology. 2-nd Ed. Orlando, FL: Academic Press, 1984. 508 p.
8. Galliard T. Eds. Starch; Properties and Potential. Society of Chemical Industry. Chichester, UK: John Wiley and Sons, 1987. 210 p.
9. Atwell W.A., Thomas D.J. Starches. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, 1997. 150 p.
10. National starch & Chemical UK. Інформаційно-рекламні матеріали. 2012.
11. Айменсон А. Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи. Санкт-Петербург, 2012. С. 24–44.

#### ВЛИЯНИЕ ГИДРОКОЛЛОИДОВ НА КАЧЕСТВО ЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ НАПИТКОВ

*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.

#### HYDROCOLLOIDS EFFECT ON THE QUALITY OF EMULSIONS FOR BEVERAGES

*The method for preparing emulsions with hydrocolloids with gumarabic and starch is improved, by introducing new technological parameters. Samples of food emulsions using different amounts of gumarabic 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, gumarabic.