

УДК 628.54

## УЛЬТРАЗВУК У ВИЗНАЧЕННІ ЕМУЛЬГАТОРІВ НА ОСНОВІ МОНОГЛІЦЕРИДІВ ДИСТИЛЬОВАНИХ У КУХОННІЙ СОЛІ

О. І. Юрченко, О. М. Бакланов

Вивчено використання ультразвуку при визначенні моногліцеридів у кухонній солі, що включає їх екстракцію ацетоном під дією ультразвуку частотою 500–800 кГц, інтенсивністю 0.5–1.0 Вт/см<sup>2</sup> протягом 0.5–1.5 хв. Визначено вміст емульгаторів за різницею мас вихідної наважки та залишку після висушування при температурі 80–100 °С.

**Ключові слова:** кухонна сіль, моногліцериди, ультразвук, частота, інтенсивність.

### Вступ

Моногліцериди дистильовані входять до складу маргаринів і відносяться до продуктів харчування [1-3]. Широко використовуються в харчовій промисловості в якості емульгаторів [2]. У соляній промисловості моногліцериди вводять до кухонної солі для надання їй незлежувальних властивостей [4] при її фторуванні [5] та йодуванні [2]. При цьому, якість йодованої, фторованої кухонної солі та кухонної солі, що не злежується, в значній мірі залежить від кількості введених моногліцеридів [3, 6].

Відомий спосіб визначення моногліцеридів у кухонній солі, що включає екстракцію моногліцеридів із кухонної солі сумішшю бутилового ефіру оцтової кислоти й ацетону та визначення вмісту моногліцеридів йодометричним методом [7]. Розроблено спосіб визначення моногліцеридів у кухонній солі, що включає екстракцію моногліцеридів сумішшю бутилового ефіру оцтової кислоти та ацетону у співвідношенні 4 : (1-2) при 42–53 °С й визначення вмісту моногліцеридів за різницею мас вихідної наважки та залишку після висушування при температурі 80–100 °С [8]. Недоліками методики є низька точність і недостатня відтворюваність результатів визначення моногліцеридів (відносно стандартне відхилення результатів визначення моногліцеридів  $S_r \geq 0,10$ ) та висока трудомісткість, що пов'язана з необхідністю підтримувати температуру екстракції в інтервалі 42–53 °С. Крім того недоліком є використання суміші органічних реагентів як екстрагенту, що збільшує трудомісткість аналізу. Відомо [9], що використання ультразвуку дозволяє інтенсифікувати різноманітні технологічні процеси. Дана робота присвячена дослідженню використання ультразвуку при визначенні моногліцеридів у кухонній солі.

### Експериментальна частина

При виконанні роботи використовували ультразвуковий генератор типу 24–УЗГИ–К–1.2, до якого підключали п'єзоелектричні випромінювачі, що дозволяють створювати в досліджуваних розчинах ультразвукові коливання в інтервалі частот від 300 до 900 кГц. Застосовували стандартні п'єзоелектричні випромінювачі типу ЦТС–19, виготовлені із цирконата титану–плюмбуму із захисним покриттям із фторопласту [2]. Дані п'єзокерамічні випромінювачі були обрані тому, що мають достатню механічну міцність і стабільність випромінювання при високих частотах ультразвуку (від 100 кГц до 2.5 мГц) при інтенсивності до 12 Вт/см<sup>2</sup> [10].

Методика дослідження: у хімічний реактор місткістю 200 мл (попередньо висушений до постійної маси разом з фільтром "біла стрічка") поміщали досліджувану пробу кухонної солі сорту «Екстра» за ГОСТ 13685-97, що містить моногліцериди, а також сіль йодовану з добавками КJ та сіль фторовану з добавкою NaF, зважували з точністю не більше 0.2 мг. Доливали відповідну кількість ацетону й діяли ультразвуком з відповідними параметрами (частотою, інтенсивністю, часом дії). Рідку частину зливали через паперовий фільтр "біла стрічка" і цю операцію повторювали ще раз, після чого фільтр вкладали у стаканчик із залишком і висушували до постійної маси в сушильній шафі при 80–100 °С. Вміст моногліцеридів визначали за різницею мас вихідної наважки та залишку після висушування.

### Результати та їх обговорення

При екстрагуванні моногліцеридів під дією ультразвуку максимальна величина їх вилучення була в інтервалі частот 500–800 кГц з інтенсивністю 0.5–1.0 Вт/см<sup>2</sup> протягом 0.5–1.5 хв. (табл.1). При визначенні оптимальної інтенсивності ультразвуку використовували ультразвук частотою 500 кГц протягом 1 хв. При визначенні оптимальної частоти ультразвуку використовували ультразвук інтенсивністю 0.5 Вт/см<sup>2</sup> протягом 1 хв. При визначенні оптимального часу дії ультразвуку використовували ультразвук частотою 500 кГц й інтенсивністю 0.5 Вт/см<sup>2</sup>. Дослідження проводили на кухонній солі з добавками фториду та йодиду натрія Слов'янського солевиварювального заводу.

**Таблиця 1.** Вплив параметрів ультразвуку на ступінь вилучення моногліцеридів з кухонної солі при інтенсифікації екстракції ультразвуком

Інтенсивність ультразвуку, Вт/см <sup>2</sup>	Ступінь вилучення, %	Частота ультразвуку, кГц	Ступінь вилучення, %	Час дії ультразвуку, хв.	Ступінь вилучення, %
0.4	91	300	92	0.4	91
0.5	99	490	94	0.5	98
0.7	99	500	99	1.0	99
1.0	98	750	99	1.5	98
1.1	95	800	98	1.6	94
1.0	90	810	91	2.0	92

При визначенні: оптимальної інтенсивності ультразвуку використовували ультразвук частотою 500 кГц протягом 1 хв.; оптимальної частоти ультразвуку використовували ультразвук інтенсивністю 0.5 Вт/см<sup>2</sup> протягом 1 хв.; оптимального часу дії ультразвуку використовували ультразвук частотою 500 кГц та інтенсивністю 0.5 Вт/см<sup>2</sup>. Дослідження проводили на йодованій кухонній солі Слов'янського солевиварювального заводу

**Таблиця 2.** Вплив виду екстракційного реактиву на ступінь вилучення моногліцеридів при інтенсифікації екстракції

Екстракційний реактив	Ступінь вилучення, %	
	Сіль кухонна з добавками КJ	Сіль кухонна з добавками NaF
Суміш бутилового ефіру оцтової кислоти з ацетоном 4:1	99	98
Суміш бутилового ефіру оцтової кислоти з ацетоном 4:2	98	99
Ацетон	99	99
Бутиловий ефір оцтової кислоти	96	96

Використовували ультразвук частотою 500 кГц, інтенсивністю 0.5 Вт/см<sup>2</sup> протягом 1 хв. Дослідження проводили на йодованій та фторованій кухонній солі Слов'янського солевиварювального заводу

**Таблиця 3.** Визначення моногліцеридів у кухонній солі

Проба	Введено моногліцеридів, г	Методика, що пропонується			Методика за [8]		
		Знайдено моногліцеридів, г	Ступінь вилучення моногліцеридів, %	S <sub>r</sub> (n=6)	Знайдено моногліцеридів, г	Ступінь вилучення, моногліцеридів, %	S <sub>r</sub> (n=6)
Сіль кухонна йодована	0	2.507	99	0.07	2.351	90	0.12
	1.000	3.471		0.05	2.566		0.14
Сіль кухонна фторована	0	1.512	98	0.06	1.472	85	0.12
	0.500	1.971		0.08	1.676		0.14

Використання ультразвуку для інтенсифікації екстракції моногліцеридів пояснюється особливостями утворення й схлопування кавітаційних пухирців при даних параметрах ультразвуку, де переважно (більше ніж 90 %) утворюються малі сферичні кавітаційні пухирці, при схлопуванні яких інтенсифікується процес екстракції. При даних частотах інтенсифікуються ультразвукові течії, що у свою чергу призводить, ймовірно, до інтенсифікації процесів екстракції [10]

Слід також зазначити, що використання суміші ацетону з бутиловим ефіром оцтової кислоти не дало переваги перед використанням одного ацетону (табл.2), що дозволило значно спростити процес аналізу.

В табл. 3 наведено результати порівняння способу визначення моногліцеридів, що пропонується, та способу згідно роботи [8].

При цьому, згідно [8] екстракцію проводили сумішшю бутилового ефіру оцтової кислоти та ацетону в співвідношенні 4:2. Висушуванню піддавали твердий залишок при 80 °С. За способом, що пропонується, параметри ультразвуку при екстракції моногліцеридів ацетоном були наступними – частота 500 кГц, інтенсивність 0.5 Вт/см<sup>2</sup>, час дії 1хв.

Як видно з табл. 3, найбільш точні результати визначення моногліцеридів одержують при використанні запропонованого способу. При використанні способу за [8] відносно стандартне відхилення результатів аналізу становить  $S_r = 0.12-0.14$ ; а за способом, що пропонується,  $S_r = 0.05-0.08$ , ступінь вилучення введеної частини моногліцеридів за способом [8] була 85–90 %, а за способом, що пропонується – 98–99 %.

### Висновки

Таким чином, в результаті проведених досліджень розроблено методику визначення моногліцеридів у кухонній солі, що полягає в екстракції ацетоном під дією ультразвуку в інтервалі частот 500–800 кГц, інтенсивністю 0.5–1.0 Вт/см<sup>2</sup> протягом 0.5–1.5 хв та визначенні вмісту моногліцеридів за різницею мас вихідної наважки та залишку після висушування при температурі 80–100 °С. Правильність методики перевірена методом «введено-знайдено», а також аналізом проб за розробленою методикою та методикою згідно [8] (табл.3).

#### *Методика визначення моногліцеридів у кухонній солі*

У хімічний реактор місткістю 200 мл (попередньо висушений до постійної маси разом з фільтром "біла стрічка") поміщують 100 г досліджуваної проби кухонної солі, що містить моногліцериди, й зважують з точністю не більше 0.2 мг. Доливають 80-90 мл ацетону й діють ультразвуком частотою 500–800 кГц та інтенсивністю 0.5–1.0 Вт/см<sup>2</sup> протягом 0.5–1.5 хв. Рідку частину зливають через паперовий фільтр "біла стрічка" й цю операцію повторюють ще раз, після чого фільтр вкладають у стаканчик із залишком і висушують до постійної маси у сушильній шафі при 80-100°С. Вміст моногліцеридів визначають за формулою:

$$x = (a - b) \cdot 100/a, \%$$

де: x – вміст моногліцеридів в пробі, мас. %;

a – маса стаканчика, фільтра й проби до екстракції, г;

b – маса стаканчика, фільтра й проби після екстракції та висушування, г.

### Література

1. Абрамович А.А. Технология получения маргаринов.–М.: Чезет, 2012.– 191 с.
2. Абрамович А.А., Тетельман Я.И. Моноглицериды дистиллированные, свойства и применение в пищевой промышленности.–М.: Чезет, 2012.– 165 с.
3. Фурман А.А., Бельды М. П., Соколов И.Д. Поваренная соль. Производство и применение в химической промышленности.–М.: Химия, 1989.– 272 с.
4. Матвеева Т.А., Бакланов А.Н., Селитренников Ю.Г. и Бакланова Л.В. Способ получения поваренной соли / А.с. №1491811, СССР.– Оpubл. 07.07.89.– Бюл. № 25.
5. Чмиленко Ф.А., Бакланова Л.В., Голик В.Б. и Бакланов А.Н. Способ получения фторированной соли / А.с. № 1623953 А1, СССР.– Оpubл. 22.02.1989. Бюл. №4.
6. Бакланов О.М., Авдєєнко А.П., Чмиленко Ф.О., Бакланова Л.В. Аналітична хімія кухонної солі та розсолів.– Краматорськ: вид-во ДДМА, 2011.– 284 с.

7. Коренман И.М. Фотометрический анализ и методы определения органических соединений.- М.: Химия, 1975.- 360 с.
8. Бакланова Л.В., Чмиленко Ф.О., Бакланов О.М., Матвеева Т.О. Способ определения моноглицеридов в поваренной соли / А.с. №1610437А1, СССР.- Опубл. 30.11.1990.- Бюл № 44.
9. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Гл.ред. И.П. Голямина – М.: Сов. энцикл., 1979.- 400 с.
10. Чмиленко Ф.О., Бакланов О.М. Використання ультразвукового випромінювання у хімічному аналізі: монографія. - Горлівка: ПП «Видавництво Ліхтар», 2009.- 172 с.

#### References

1. Abramovich A.A. Tehnologiya polucheniya margarinov.-M.: SHezet, 2012.- 191 s.
2. Abramovich A.A., Tetel'man YA.I. Monoglyceridy' distillirovanny'e, svoystva i primeneniye v pisch'evoy promy'shlennosti.-M.: SHezet, 2012.- 165 s.
3. Furman A.A., Bel'dy' M. P., Sokolov I.D. Povarennaya sol'. Proizvodstvo i primeneniye v himicheskoy promy'shlennosti.-M.: Himiya, 1989.- 272 s.
4. Matveeva T.A., Baklanov A.N., Selitrennikov YU.G. i Baklanova L.V. Sposob polucheniya povarennoy soli / A.s. №1491811, SSSR.- Opubl. 07.07.89.- Byul. № 25.
5. Chmilenko F.A., Baklanova L.V., Golik V.B. i Baklanov A.N. Sposob polucheniya ftorirovannoy soli / A.s. № 1623953 A1, SSSR.- Opubl. 22.02.1989. Byul. №4.
6. Baklanov O.M., Avde"e"nko A.P., Chmilenko F.O., Baklanova L.V. Anali'tichna hi'mi'ya kuhonnoï soli' ta rozsoliv.- Kramators'k: vid-vo DDMA, 2011.- 284 s.
7. Korenman I.M. Fotometricheskiiy analiz i metody' opredeleniya organicheskikh soedineniy.- M.: Himiya, 1975.- 360 s.
8. Baklanova L.V., Chmilenko F.O., Baklanov O.M., Matve"e"va T.O. Sposob opredeleniya monoglyceridov v povarennoy soli / A.s. №1610437A1, SSSR.- Opubl. 30.11.1990.- Byul № 44.
9. Ul'trazvuk. Malen'kaya e`nciklopediya / Gl.red. I.P. Golyamina - M.: Sov. e`ncikl., 1979.- 400 s.
10. Chmilenko F.O., Baklanov O.M. Vikoristannya ul'trazvukovogo vipromi'nyuvannya u hi'mi'chnomu anali'zi': monografi'ya. - Gorli'vka: PP «Vidav-nictvo Li'hhtar», 2009.- 172 s.

*Поступила в редакцию 26 июня 2012 г.*

О. И. Юрченко, А. Н. Бакланов. Ультразвук при определении эмульгаторов на основе моноглицеридов дистиллированных в кухонной соли.

Изучено использование ультразвука при определении моноглицеридов в кухонной соли, включающее их экстракцию ацетоном под действием ультразвука частотой 500–800 кГц, интенсивностью 0,5–1 Вт/см<sup>2</sup> в течении 0,5–1,5 мин. Определено содержание эмульгаторов по разности масс исходной навески и остатка после высушивания при температуре 80–100 °С.

**Ключевые слова:** кухонная соль, моноглицериды, ультразвук, частота, интенсивность.

O. I. Yurchenko, A. N. Baklanov. Ultrasound at detection of emulgators on the base of monoglycerides distilled in common salt.

The influence of ultrasound at detection of monoglycerides in common salt, which includes their extraction by acetone under the action of ultrasound of 500-800 kHz frequency and a power of 0.5-1 W/cm<sup>2</sup> during 0.5-1.5 minutes. The emulgator content was detected by the difference of masses of the initial sample and the residue after its drying at 80-100 °C.

**Key words:** common salt, monoglycerides, ultrasound, frequency, power.

Kharkov University Bulletin. 2012. № 1026. Chemical Series. Issue 21 (44).