

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHII (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2019 Issue: 04 Volume: 72

Published: 10.04.2019 <http://T-Science.org>

SECTION 9. Chemistry and chemical technology.

QR – Issue



QR – Article



Igor Viktorovich Goloperov

Candidate of chemical sciences, Docent,
Department of Occupational Health and
Environmental Safety,
Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy,
Ukraine

goloperov_igor_2018@ukr.net

Aleksandr Nikolaevich Baklanov

Doctor of chemical sciences, Professor,
Head of the Department of Occupational Health and
Environmental Safety,
Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy,
Ukraine

baklanov_oleksandr@meta.ua

Larisa Vladimirovna Baklanova

Candidate of chemical sciences, Docent,
Head of the Department of Occupational Health and
Environmental Safety,
Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy,
Ukraine

baklanovalarisa@ukr.net

SOLUTION TO SAFE POWER PROBLEMS. ULTRASOUND IN RECEIVING CAROTINE COOKED SALT

Abstract: A solution to the problem of safe nutrition is proposed - a new approach to obtaining carotene table salt. A solution of an emulsifier "distilled monoglycerides" in a 10-15% solution of beta-carotene in oil was used as a carotene-containing additive. To obtain a solution, the effect of ultrasound with a frequency of 20-45 kHz and an intensity of 1,5-2,0 W/cm² was used. At the same time, beta-carotene was encapsulated in distilled monoglycerides - a wax-like substance used in the preparation of margarine, which prevented its oxidation by air oxygen. The carotene-containing additive thus obtained was mixed with salt heated to 70-75 °C. The resulting carotene salt practically does not cake, its shelf life is 18 months.

Key words: safety, carotene table salt, beta-carotene, ultrasound, frequency, intensity, distilled monoglycerides.

Language: Russian

Citation: Goloperov, I. V., Baklanov, A. N., & Baklanova, L. V. (2019). Solution to safe power problems. Ultrasound in receiving carotene cooked salt. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 04 (72), 54-59.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-04-72-9> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2019.04.72.9>

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОГО ПИТАНИЯ. УЛЬТРАЗВУК В ПОЛУЧЕНИИ КАРОТИНОВОЙ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ

Аннотация: Предложено решение проблемы безопасного питания – новый подход к получению каротиновой поваренной соли. В качестве каротинодержательной добавки использовали раствор эмульгатора «Моноглицериды дистиллированные МГД» в 10-15 % растворе бета-каротина в масле. Для получения раствора использовали воздействие ультразвука частотой 20-45 кГц, интенсивностью 1,5-2,0 Вт/см². При этом бета-каротин был закапсулирован в моноглицеридах дистиллированных – воскоподобном

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

веществе, используемом при получении маргарина, благодаря чему, исключалось его окисление кислородом воздуха. Полученную таким образом каротиносодержащую добавку смешивали с подогретой до температуры 70-75 °С поваренной солью. Полученная каротиновая соль практически не слеживается и ее срок хранения -18 месяцев.

Ключевые слова: безопасность, каротиновая поваренная соль, бета-каротин, ультразвук, частота, интенсивность, моноглицериды дистиллированные.

Введение.

Проблема безопасности питания является одной из важнейших, стоящих перед человечеством. При этом, остро стоит вопрос употребления в пищу антиоксидантов для профилактики онкологических заболеваний. Одним из наиболее эффективных антиоксидантов является бета-каротин. Ранее считалось, что потребление провитамина А - бета-каротина возможно в любых дозах, т.к. организм сам синтезирует нужное количество витамина А [1]. Суточная норма потребления бета-каротина - 2-6 мг для взрослых. Однако, данные Всемирного фонда исследования рака показали, что превышение суточной нормы употребления бета-каротина более чем в 4 раза провоцирует риск развития рака легких у курильщиков [2].

Для массового дозированного потребления витаминов и лечебно-профилактических препаратов наиболее удобным является использование в качестве носителя поваренной соли. Суточное потребление поваренной соли составляет от 5-6 до 9-12 г в различных странах. Поэтому широкое распространение получило йодирование и фторирование поваренной соли, введение в состав поваренной соли различных витаминов и лекарственных препаратов [3]. В связи с чем, введение в состав поваренной соли бета-каротина – получение каротиновой поваренной соли является весьма важным в системе безопасного питания населения.

Описан [4] способ получения каротиновой поваренной соли, включающий последовательное приготовление трех смесей: первая смесь - перемешивают поваренную соль с натрием двууглекислым; вторая - перемешивают биомассу водоросли «Dunaliella salina» (содержащий бета-каротин) с аскорбиновой кислотой, третья - перемешивают первые две смеси и высушивают полученный продукт при температуре 40-50 °С до начала деструкции органических ингредиентов. Недостатком способа является непродолжительный срок хранения конечного продукта (до 4 месяцев) из-за окисления бета-каротина кислородом воздуха и слеживаемость поваренной соли.

Имеется также способ получения каротиновой поваренной соли, включающий смешивание поваренной соли с каротиносодержащей добавкой, содержащей следующие компоненты (мас.%): аскорбат натрия (25,5), аскорбиновую кислоту (4,2), бета-каротин

(1,6), биомассу водоросли «Dunaliella salina» (17,7), двуокись углерода (1,3) и морскую воду (остальные). Поваренную соль и каротинсодержащую добавку смешивают в соотношении 30: 1 - 10: 1. Полученный продукт высушивают при температуре 30-50 °С в атмосфере двуокиси углерода. В охлажденную до комнатной температуры смесь вводят ароматизатор - эфирное эвкалиптовое масло. В результате получают каротиновую поваренную соль, состоящую из следующих компонентов (мас.%): Аскорбат натрия (0,84-2,42), аскорбиновая кислота (0,14-0,40), бета-каротин (0,05- 0,15), биомасса водоросли «Dunaliella salina» (0,58-1,66), двуокись углерода (0,04-0,12), эфирное эвкалиптовое масло (0,01-0,03) и поваренная соль (остальное). Недостатком такой каротиновой соли является непродолжительный срок ее хранения (до 6 месяцев) из-за разрушения бета-каротина и слеживаемости поваренной соли [5].

Таким образом, недостатком всех известных видов каротиновой поваренной соли является непродолжительный срок ее хранения, вызванный окислением бета-каротина кислородом воздуха и слеживаемость продукта.

Нами ранее был разработан способ получения безопасной йодированной соли. Для предотвращения окисления йодида натрия кислородом воздуха предложена технология его введения в пищевой эмульгатор моноглицериды дистиллированные (МГД). Пищевой эмульгатор МГД широко применяется при производстве маргарина и относится к пищевым продуктам и не требует специального разрешения на применение в качестве пищевой добавки [6].

Предлагаемая работа посвящена получению каротиновой поваренной соли с длительным сроком хранения.

Экспериментальная часть

При выполнении данной работы применяли ультразвуковой диспергатор УЗДН - 1М с набором магнитострикционных излучателей, что позволяло создавать в исследуемой системе ультразвуковые колебания частотой от 16 кГц до 100 кГц при интенсивности ультразвука до 25 Вт/см² [7, 8].

Опыты проводили следующим образом. Предварительно готовили каротиносодержащую добавку таким образом. Растворяли эмульгатор МГД в 10-15 % растворе бета-каротина в масле

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

под действием УЗ частотой 20 - 45 кГц, интенсивностью 1,5-2,5 Вт/см². Полученную таким образом каротинсодержащую добавку смешивали с подогретой до температуры 70-75 °С поваренной солью. При этом, количество эмульгатора МГД должно быть 1,0 – 1,5 г на 1 кг поваренной соли. Каждую пробу полученной таким образом поваренной соли разделяли на две части. Одну часть помещали в эксикатор для проведения испытаний на слеживаемость эксикаторным методом [9, 10], вторую - помещали в стандартную упаковку и через 4, 6, 18 и 19 месяцев определяли содержание бета-каротина по методике [3]. Поваренная соль после испытания эксикаторным методом считается не слежавшейся если сопротивлению сжатию образцов менее 0,3 кг/см² [9, 10].

Результаты и их обсуждение

Использование ультразвука частотой 20 - 45 кГц, интенсивностью 1,5 - 2,0 Вт/см² обеспечивало наилучшую растворимость эмульгатора МГД в растворе бета-каротина в масле. Причем лучшие результаты показало использование 10-15% раствора бета - каротина в масле (табл. 1-3). Следует отметить, что использование различных видов подсолнечного масла, а также оливкового масла практически не сказалось на полученных результатах (табл.1). Без действия ультразвука растворение эмульгатора МГД в масляном растворе бета-каротина возможно только в виде расплава и при нагревании до температуры кипения масла (табл.1).

Таблица 1. Влияние частоты УЗ на растворимость пищевого эмульгатора "Моноглицериды дистиллированные" (МГД) в масляном растворе бета-каротина.

Частота УЗ, кГц	Растворимость эмульгатора МГД, г/100 мл, в масляном растворе бета-каротина, %			
	9 %	10 %	15 %	16 %
19	17	24	26	21
20	22	56	58	50
25	23	57	58	43
30	22	56	60	40
30*	22	57	61	40
30**	22	56	61	40
45	23	54	57	21
46	18	31	36	18
Без УЗ***	17	27	27	20
Без УЗ	-	-	-	-

В этой таблице и последующих приведены усредненные результаты шести опытов. Интенсивность УЗ – 2,0 Вт/см². Время воздействия УЗ – 2 мин. ***Использован расплав пищевого эмульгатора МГД и нагрев до температуры кипения масла. Использован раствор бета-каротина в подсолнечном масле «Олейна Традиційна». * Использован раствор бета-каротина в подсолнечном масле «Стожар». ** Использован раствор бета-каротина в оливковом масле «Renieris» (Греція).

Таблица 2. Влияние интенсивности УЗ на растворимость пищевого эмульгатора "Моноглицериды дистиллированные" (МГД) в масляном растворе бета-каротина.

Интенсивность УЗ, Вт/см ²	Растворимость эмульгатора МГД, г/100 мл, в масляном растворе бета-каротина, %			
	9 %	10 %	15 %	16 %
1,4	12	29	34	17
1,5	20	55	57	45
2,0	23	57	58	43
2,5	22	56	60	35
2,6	18	31	36	16

Частота УЗ – 25 кГц. Время воздействия УЗ – 2 хв. Использован раствор бета-каротина в подсолнечном масле «Олейна Традиційна».

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

Таблица 3. Влияние времени воздействия УЗ на растворимость пищевого эмульгатора "Моноглицериды дистиллированные" (МГД) в масляном растворе бета-каротина.

Время воздействия УЗ, мин	Растворимость эмульгатора МГД, г/100 мл, в масляном растворе бета-каротина, %			
	9 %	10 %	15 %	16 %
0,5	11	14	16	10
1,0	12	17	18	12
1,5	14	19	20	14
2,0	23	57	58	43
2,5	24	57	58	41
3,0	23	58	58	40

Частота УЗ - 25 кГц. Интенсивность УЗ - 2,0 Вт/см². Использован раствор бета-каротина в подсолнечном масле «Олейна Традиційна».

В табл. 4 приведено сравнение методов получения каротиновой поваренной соли согласно методу [5] и по предлагаемому методу. Как следует из данных, приведенных в табл. 4, использование предлагаемого метода позволяет увеличить срок хранения соли с 6 до 18 месяцев. При этом, количество необходимого эмульгатора

МГД должна быть 1,0 - 1,5 г/кг пробы соли (табл. 4).

Количество введенного бета-каротина - 1 г на 1 кг поваренной соли обусловлено суточной нормой потребления бета-каротина и поваренной соли [2].

Таблица 4. Сравнение методов получения каротиновой поваренной соли.

№ пробы	Введено бета-каротина, мг/кг пробы	Введено эмульгатора МГД, г/кг пробы	Найдено бета-каротина, мг/кг пробы				Сопротивление сжатию, кг/см ²			
			4 месяца	6 месяцев	18 месяцев	19 месяцев	4 месяца	6 месяцев	18 месяцев	19 месяцев
Предлагаемый метод										
1	1000	0,50	930	730	201	45	0,21	1,43	2,48	3,97
1	1000	0,50	937	726	198	47	0,27	1,37	2,32	3,12
1	1000	0,50	933	729	187	46	0,24	1,29	2,12	3,04
2	1000	1,00	994	976	900	564	*	0,08	0,22	1,15
2	1000	1,00	995	981	907	559	*	0,09	0,22	1,18
2	1000	1,00	996	983	902	557	*	0,08	0,23	1,17
3	1000	1,50	997	990	920	601	*	*	0,07	1,53
3	1000	1,50	998	991	927	600	*	*	0,06	1,58
3	1000	1,50	998	993	922	605	*	*	0,06	1,52
4	1000	2,00	1000	992	933	754	*	*	*	0,52
4	1000	2,00	1000	991	931	756	*	*	*	0,55
4	1000	2,00	999	990	930	758	*	*	*	0,53
Метод согласно [5]										
1	1000	-	835	627	32	4	0,05	0,33	2,48	3,17
1	1000	-	840	624	31	5	0,07	0,37	2,32	3,12
1	1000	-	830	622	30	5	0,08	0,29	2,12	3,14
2	900	-	712	485	24	2	0,07	0,27	2,48	3,17
2	900	-	716	479	25	2	0,06	0,27	2,32	3,12
2	900	-	718	480	27	2	0,05	0,28	2,12	3,09
3	800	-	634	310	12	-	0,05	0,31	2,48	3,07
3	800	-	630	312	16	-	0,06	0,29	2,32	3,12
3	800	-	625	318	14	-	0,05	0,28	2,12	3,04

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

4	700	-	554	231	10	-	0,05	0,32	2,48	3,07
4	700	-	560	243	9	-	0,06	0,29	2,32	3,10
4	700	-	558	235	9	-	0,05	0,28	2,12	3,04

*-Признаков слеживания не найдено

Поваренная соль должна быть нагрета до температуры 70-75 °С. Именно этот температурный диапазон обеспечивает наибольший срок хранения готового продукта - каротиновой поваренной соли. Нижняя температурная граница обусловлена температурой плавления эмульгатора МГД - 70 °С. При температуре поваренной соли менее 70 °С, эмульгатор МГД застывает, что делает невозможным равномерное размешивания каротиносодержащей добавки в объеме

поваренной соли и как результат - содержание бета-каротина в разных точках отбора пробы значительно различается. Кроме того, в отдельных точках соль значительно слеживается. Верхняя температурная граница обусловлена тем, что при превышении температуры более 75 °С, слой моноглицерида МГД вокруг каждой частицы бета - каротина утончается и к бета-каротину проникает кислород воздуха, который его окисляет и как результат - срок хранения готового продукта уменьшается (табл. 5).

Таблица 5. Влияние температуры поваренной соли на срок хранения готового продукта.

Температура поваренной соли, °С	Найдено бета-каротина, мг/кг пробы				Сопротивление сжатию, кг/см ²			
	4 месяца	6 месяцев	18 месяцев	19 месяцев	4 месяца	6 месяцев	18 месяцев	19 месяцев
69**	998	979	901	576	*	0,08	0,24	1,15
69**	534	343	112	344	0,26	1,37	2,45	3,10
69**	1120	1103	994	745	*	*	*	*
70	976	965	897	554	*	0,12	0,28	1,33
70	970	963	894	554	*	0,14	0,29	1,40
70	975	958	895	557	*	0,15	0,29	1,35
72	994	976	900	564	*	0,08	0,22	1,15
72	995	981	907	559	*	0,09	0,22	1,18
72	996	983	902	557	*	0,08	0,23	1,17
75	990	970	900	560	*	0,12	0,26	1,35
75	991	971	900	554	*	0,13	0,27	1,41
75	993	975	901	552	*	0,14	0,27	1,44
76	976	943	654	251	0,06	0,22	0,54	2,23
76	965	947	643	255	0,07	0,19	0,52	2,23
76	962	944	640	254	0,08	0,20	0,53	2,20

Частота УЗ – 25 кГц. Интенсивность УЗ – 2,0 Вт/см². Время воздействия УЗ - 2 мин. Использован раствор бета-каротина в подсолнечном масле «Олейна Традиційна». Введено бета-каротин – 1000 мг на кг пробы. Введено эмульгатора МГД 1,00 г/кг кухонной соли. *-Признаков слеживаемости не найдено. **При температуре поваренной соли менее 70 °С, эмульгатор МГД застывает, что приводит к невозможности равномерного размешивания каротинсодержащей добавки в объеме соли.

Таким образом нами предложен способ получения каротиновой поваренной соли, обеспечивающий сохранность бета - каротина и

отсутствие слеживаемости готового продукта на протяжении 18 месяцев.

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHHI (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

References:

1. Avdeenko, A. P., et al. (2017). Milosavljević Efficient two-frequency ultrasound extraction of β -carotene from the fungus *Blakeslea trispora*. *Hem. ind.*, 71 (4), 329–336.
2. Kyriakopoulou, K., Papadaki, S., & Krokida, M. (2015). Life cycle analysis of β -carotene extraction techniques. *J. Food Eng.*, 167, 51–58.
3. Baklanov, A. N., Avdeyenko, A. P., Chmilenko, F. A., & Baklanova, L. V. (2011). *Analiticheskaya khimiya povarennoy soli i rassolov*. (p.281). Kramatorsk: DGMA.
4. Bidusenko, A. A. (2009). *Ímunopriprava solevaya*. Patent Ukrainy na poleznuyu model' № 85363 S2. Opubl. 12.01.2009. Byul. №1. 5.
5. Bidusenko, A. A. (2009). *Ímunopriprava solevaya i sposob yeye polucheniya*. Patent Ukrainy na poleznuyu model' № 85336 S2. Opubl. 12.01.2009. Byul. №1.
6. Goloperov, I. V., Belova, E. A., Baklanov, A. N., & Baklanova, L. V. (2017). Solving the problems of safety in the production of iodied salt. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 04 (48): 70-75.
7. Goloperov, I. V., Belova, E. A., Baklanova, L. V., & Baklanov, A. N. (2018). Improving food safety - increase of expressive analysis to toxic elements. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 01 (57): 260-265.
8. Goloperov, I. V., Belova, E. A., Baklanov, A. N., & Baklanova, L. V. (2018). Solving the problems of safety in operation of salt exchangers of nuclear power plants. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 01 (57): 253-259.
9. Baklanova, L. V., Belova, E. A., Baklanov, A. N. (2018). Improving the safety of the salt. Content determination various forms of chrom. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 04 (60): 43-49.
10. Baklanov, A. N., Baklanova, L. V., Avdeyenko, A. P., Konovalova, S. P. (2012). *Ul'trazvuk v analiticheskoy khimii i khi-micheskoy tekhnologii*. (p.383). Kramatorsk: izd-vo DGMA.