

УДК 664.314

**РЕГЕНЕРАЦИЯ ПЕРЛИТА ПОСЛЕ ВЫМОРАЖИВАНИЯ  
ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА**

**Ф.Б.Абдуллаева, Д.С.Салиханова, А.А.Абдурахимов,  
У.С.Балтаев., Д.С.Сагдуллаева**

**Аннотация.** В данной статье изучены способы регенерации и влияние их на фильтрующие способности перлита. Установлено, что с повышением концентрации щелочи до 40% при различных соотношениях степень очистки растительного масла повышается, однако с увеличением степени регенерации она уменьшается. С повышением концентрации кислоты приводит к увеличению дистиллированной воды, что приводит к повышению себестоимости и нерациональной трате воды. Определено, что регенированный перлит после вымораживания фильтрует насыщенные жирные кислоты, т.к. при снижении температуры с восковыми веществами, также насыщенные жирные кислоты начинают кристаллизоваться и податать с фильтрующим агентом в осадок. За счёт этого в системе повышается ненасыщенные жирные кислоты.

**Ключевые слова;** перлит, рафинация, растительное масло, вымораживание, вермикулит, прокалка, вспучивание, адсорбенты, восковое вещество, кислотное число, перекисное число.

**REGENERATION OF PERLITE AFTER FREEZING SUNFLOWER  
OIL**

**F.B.Abdullaeva, D.S.Salihanova, A.A.Abdurakhimov,  
U.S.Baltaev., D.S.Sagdullaeva**

**Annotation.** This article examines regeneration methods and their effect on the filtering abilities of perlite. It has been established that with an increase in

alkali concentration to 40% at various ratios, the degree of purification of vegetable oil increases, but with an increase in the degree of regeneration it decreases. As the acid concentration increases, the amount of distilled water increases, which leads to increased costs and wasted water. It has been determined that regenerated perlite filters saturated fatty acids after freezing, because When the temperature decreases, waxy substances and saturated fatty acids begin to crystallize and precipitate with the filtering agent. Due to this, unsaturated fatty acids increase in the system.

**Keywords;** perlite, refining, vegetable oil, freezing, vermiculite, calcination, swelling, adsorbents, waxy substance, acid value, peroxide value.

Один из современных трендов в развитии масложировой промышленности в мире является производство конкурентоспособных функциональных продуктов питания с улучшенной биологической ценностью, которые безопасны для потребления. Поэтому создание и улучшение методов возделывания и переработка растительных масел, способных производить высококачественные масложировые продукты, представляют собой одну из ключевых задач [1-3].

Узбекистане активно внедряются новые техника и технология для производства светлых растительных масел из подсолнечника, сои и сафлора, которые имеют отличие хлопкового масла по составом и свойствам. Например, в светлых маслах содержатся восковые (стерины, воски и т.п.) вещества, которых относительно мало в хлопковых маслах. Напротив, в хлопковом масле наряду со значительным содержанием госсипола и его производных имеются фосфолипиды различного строения [4].

Восковые и высокоплавкие вещества выводятся из рафинированного или дезодорированного масла способом вымораживанием (винтеризацией) с целью получения салатного масла, т.е. более очищенного и готового к реализации как вымороженное товарное масло [5,6].

Товарный вид растительных масел также является одним из главных критериев при производстве, однако за последние годы из-за нехватки масличных культур, промышленность столкнулась с трудностями, т.е. получение прозрачных масел, из-за дороговизны фильтрующих материалов из-за рубежа. Известные насыщенные восковые вещества, благодаря их высокой температуре плавления (от 32 до 98 °С), при охлаждении масла образуют тонкую и очень устойчивую взвесь кристаллов, которая часто называется "сеткой". Это явление существенно ухудшает внешний вид масла и его качество. Ни один из этапов процесса рафинирования масла (включая гидратацию, щелочную нейтрализацию, отбеливание и дезодорацию) практически не способствует удалению восковых веществ из него.

Поэтому наличие восковых веществ в масле (обычно в диапазоне от 0,02% до 0,3%) не только мешает достичь высокого товарного качества масла, но и вызывает затруднения в его обработке и хранении. Восковые вещества создают проблемы при процессах полировочного фильтрования рафинированных масел. Также имеются данные о негативном воздействии на катализаторы при гидрировании масел.

На сегодняшний день существует много способов удаления или выведения восковых веществ из растительных масел.

Известен метод очистки растительных масел от восков с использованием процесса замораживания. Он включает охлаждение масла с добавлением специальных фильтрующих порошков, которые способствуют образованию центров кристаллизации. После выдержки масла при низких температурах осуществляется отделение осадка путем фильтрации [7]. Недостатком известного метода является то, что вспомогательные фильтрующие порошки (такие как цеолиты, фильтр перлит и другие) содержат поры и капиллярные каналы, которые заполняются как воском, так и нейтральным маслом. Это приводит к большим потерям масла вместе с использованным фильтрующим порошком и увеличенному его расходу.

Кроме того, в этом методе фильтрующие порошки используются однократно, а адсорбированный на них воск не подлежит утилизации.

Существует метод очистки растительных масел от восковых веществ, который включает добавление инициатора кристаллизации в масло и отделение образовавшихся кристаллов путем использования восковых веществ, извлекаемых из растительных масел. В этом методе источником восковых веществ служит отработанный фильтрующий порошок, который образуется в результате процесса замораживания растительных масел. [8]. Существуют недостатки в известном методе, связанные с тем, что в процессе замораживания масла с использованным фильтрующим порошком в масло попадает большое количество продуктов окисления, таких как перекисные, анизидиновые, диеновые и триеновые соединения масла. Эти соединения находятся в порах и капиллярах использованного фильтрующего порошка, что приводит к ухудшению качества масла.

Однако применяемые фильтрующие материалы применяемые в данный момент на предприятиях республики после использования накапливаются отходами, что приводит к экологическим проблемам. С этой целью в данной работе проведены исследования их регенерации.

Регенерацию проводили с различными концентрациями щелочи (NaOH, KOH). Регенерацию проводили в следующем порядке: образцы отработанного перлита смешивали щелочью при различных соотношениях и концентрациях. Смешивали при постоянном перемешивании при температуре 40-45 °С в течении 30 минут. Далее нейтрализовали дистиллированной водой до pH -7. Нейтрализованный материал сушили и измельчали.

Результаты исследований приведены в табл.1.

**Таблица 1.**

**Влияние обработки щелочью (KOH) перлита на степень их  
очистки от восковых веществ**

Концентрация щелочи, %	Соотношение щелочи к перлиту,	Степень очистки растительного масла после регенерации, %		
		1	2	3
10	1:0,5	73,5	68,7	62,4
	1:1	78,4	75,1	72,4
	1:1,5	85,0	81,4	77,2
	1:2	89,1	84,4	77,9
20	1:0,5	75,6	72,7	68,4
	1:1	82,6	79,6	74,5
	1:1,5	88,4	85,2	80,1
	1:2	91,2	88,6	81,4
30	1:0,5	76,9	72,8	70,6
	1:1	79,7	76,8	73,8
	1:1,5	87,8	84,3	81,3
	1:2	93,4	90,7	87,8
40	1:0,5	77,2	68,7	62,4
	1:1	81,6	78,4	76,2
	1:1,5	89,4	84,6	81,6
	1:2	95,7	92,3	89,4

Как видно из табл.1 с повышением концентрации щелочи до 40% при различных соотношениях степень очистки растительного масла повышается, однако с увеличением степени регенерации она уменьшается. С повышением концентрации кислоты приводит к увеличению дистиллированной воды, что приводит к повышению себестоимости и нерациональной трате воды. Когда в республике остро стоит вопрос о нехватке воды.

По вышеуказанной таблице можно сделать вывод, что для регенерации достаточно 20% - ный щёлочь, при соотношении 1:2, при котором в первый раз можно получить со степенью чистоты 91,2%.

После регенерации перлита проведено вымораживание различных светлых масел и изучено их органолептические и физико-химические показатели. Данные приведены в табл. 2.

Как видно из табл.2. все показатели после вымораживания соответствуют по требованиям ГОСТа, однако эти данные 1-ой стадии после регенерации. Регенированный перлит как видно из табл.1. после –ой или 3-ий степени снижает свои свойства, поэтому далее будет изучен другие способы регенерации.

**Таблица 2.**

**Показатели растительных масел регенированным перлитом**

Показатели	Растительные масла			
	Рафинированное подсолнечное масло вымораживание		Рафинированно соевое масло	
	до выморажива- вание	после вымора- живание	до выморажи- вание	после вымора- живание
Кислотное число, мг КОН/г	0,4	0,36	1,6	0,09
Перекисное число, ½ ммоль О/кг	4,6	3,4	5,4	4,6
Прозрачность	мутное	прозрачное	легкое помутнение	прозрачное
Запах и вкус	Специфический запах и вкус	Свойственно по ГОСТу для данного типа	Специфический запах и вкус	Свойственно по ГОСТу для данного типа

Далее изучен жирнокислотный состав растительных масел (подсолнечное, соевое), вымороженных регенированным перлитом.

**Таблица 3.**

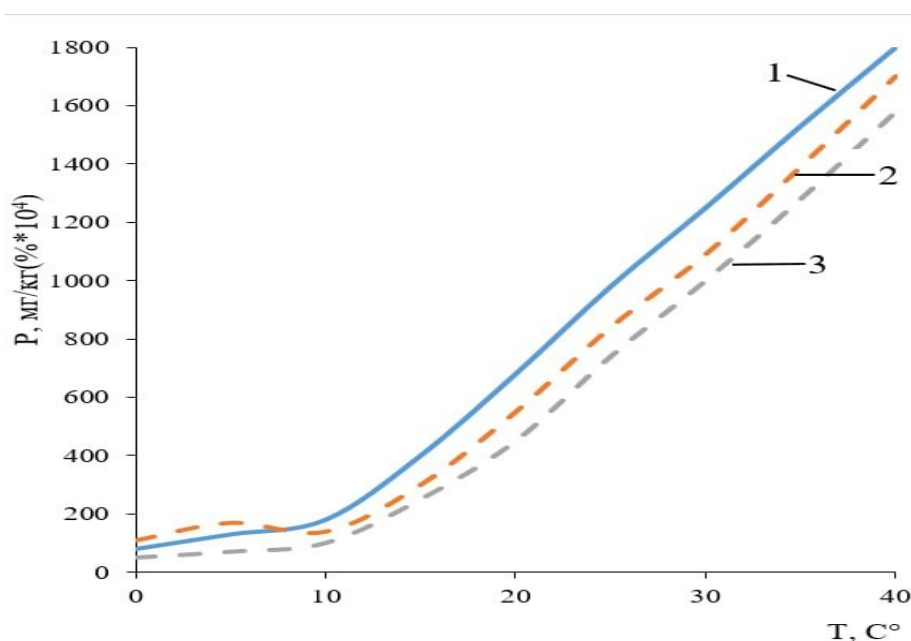
**Жирно кислотный состав (ЖКС) до и после вымораживания с регенированным перлитом**

Название жирных кислот подсолнечного масла	Исходный ЖКС подсолнечного масла, %	ЖКС после вымораживания рафинированного подсолнечного масла с регенированным	Исходный ЖКС соевое масла, %	ЖКС после вымораживания рафинированного соевое масла с регенированным

		перлитом, %		перлитом, %
Стеариновая (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )	4,1	2,9	2,5	1,8
Пальмитиновая (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )	6,4	3,4	9,3	6,6
Миристиновая (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )	0,07	-	0,2	-
Арахидиновая (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub> )	0,25	-	0,17	2,4
Олеиновая (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )	19,1	22,5	21,5	27,2
Линолевая (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )	67,09	71,2	52,9	61,4
Другие ЖК	2,99	100,0	13,43	99,4

Как видно из табл. 3. регенированный перлит после вымораживания фильтрует насыщенные жирные кислоты, т.к. при снижении температуры с восковыми веществами, также насыщенные жирные кислоты начинают кристаллизоваться и податъ с фильтрующим агентом в осадок. За счёт этого в системе повышается ненасыщенные жирные кислоты.

Для сравнение исходного и регенированного перлита проведен сравнительный анализ данные которых приведены в рис 1.



**Рис. 1. Влияние температуры на растворимость восков**

1 -перлит регенированный после 2-ой стадии; 2- регенированный после 1-ой стадии; 3- исходный перлит.

Из рис.1. видно, что с повышением температуры до 40 °С максимально растворяется восковые вещества. Растворимость определяли, нагревая до 40 °С масло медленно охлаждали. Затем масло отфильтровали осадок, обезжиривали охлажденным до 0 °С гексаном, высушивали и взвешивали. Концентрация растворенность в масле восков (растворимость) рассчитывали по формуле:

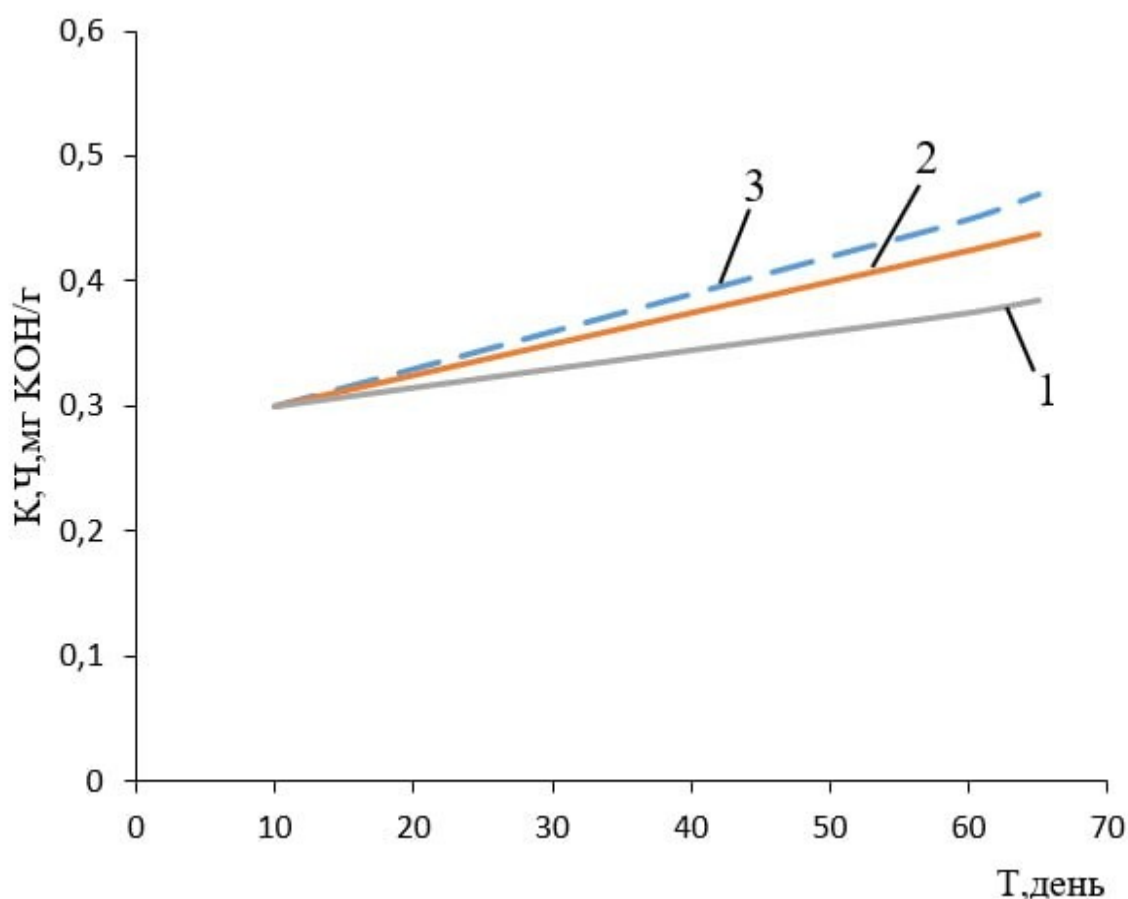
$$K_в = \frac{M_{вв.} - M_о.}{M_м}$$

где:  $K_в$  – концентрация восков в масле; мг/кг;  $M_{вв.}$  -исходное количество восковых веществ, мг;  $M_о$ - осадок на фильтре,мг;  $M_м$ - масса отфильтрованного масла, кг.

Как видно из графика исходный перлит лучше фильтрует после вымораживания, по сравнению с регенированными. Однако после каждого регенированного перлита ухудшается его фильтрующая способность. Интенсивность процесса кристаллизации протекает двумя способами, т.е. путём переохлаждения, или с использование инициаторов для кристаллизации затравочных материалов. Увеличение пересыщения ускоряет образование зародышей, но это приводит к резкому увеличению вязкости системы, затрудняющие диффузионные процессы масспереноса, в результате которого размеры кристаллов уменьшаются, что затрудняет процесс осаждения. Поэтому рационально использовать инициатор для образования центров кристаллизации, которым является перлит.

Далее изучен влияние времени на качественные показатели вымороженных масел регенированным перлитом. Данные которых приведены в рис.2.





**Рис.2. Влияние времени хранения на кислотное число вымороженных подсолнечных масел**

1-исходный перлит; 2-перлит регенированный после 1-ой стадии; 3-регенированный после 2-ой стадии;

Сравнительные данные из рис.2. показано, что вымораживание исходным перлитом долгое время максимально удерживает кислотное число подсолнечного растительного масла. Вымораживание с применением регенированным перлитом после 1-ой или 2-ой стадии близки к исходному образцу. Это подтверждает о правильности проведения процесса регенерации с подобранными щелочью. Кислотное число при вымораживании исходным перлитом, повышается с 0,3 мг КОН/г повышается 0,36 мг КОН/г через 60 дней хранения. При использовании регенированных образцов перлита кислотное число повышается с 0,3 мг КОН/г до 0,45 мг КОН/г спустя 60 дней, это подтверждает о наличии остатков щелочи или других примесей в составе перлита.

Таким образом, регенерация со щелочью позволит сэкономить импортный фильтрующий материал, что позволит снизить себестоимость получаемого растительного масла. Установлено, что с повышением концентрации щелочи до 40% при различных соотношениях степень очистки растительного масла повышается, однако с увеличением степени регенерации она уменьшается. С повышением концентрации кислоты приводит к увеличению дистиллированной воды, что приводит к повышению себестоимости и нерациональной трате воды. Определено, что регенированный перлит после вымораживания фильтрует насыщенные жирные кислоты, т.к. при снижении температуры с восковыми веществами, также насыщенные жирные кислоты начинают кристаллизоваться и податать с фильтрующим агентом в осадок. За счёт этого в системе повышается ненасыщенные жирные кислоты.

### *Использованная литература*

1. Антипов С.Т., Яценко С.М., Овсянников В.Ю. Исследование криогенного вымораживания восковых веществ из растительных масел // Хранение и переработка сельхозсырья, 2000, №10, -с. 19-20.
2. Веригин А.Н., Щупляк И.А., Михалёв М.Ф. Кристаллизация в дисперсных системах.-Л. :Химия, 1986.-248 с.
3. Извлечение восков в электростатическом поле / Е.В. Мартовщук, Н.С. Арутюнян, В.М. Копейковский и др. - Масложировая пром-сть, 1980, №6.-с.13-16.
4. Абдурахимов А.А., Салиханова Д.С., Балтаев У.С., Сагдуллаева Д.С. Изучение фильтрующих свойств вермикулита при вымораживании подсолнечного масла // JOURNAL OF FOOD SCIENCE VOLUME 2 APRIL 2023 ISSN:2181-385X.
5. Антипов С.Т., Яценко С.М., Овсянников В.Ю. Криогенное вымораживание восковых веществ из растительных масел. Материалы

XXXVII отчетной научной конференции за 1998 г. в 2 ч / Воронеж, госуд. технол. акад. Воронеж, 1999. 4.1.-с. 140.

6. Patent N 1347262 (France). Procédé d'épuration des huiles comestibles permettant de les neutraliser et d'en éliminer les acides et la margarine / Stavropoulos M.A., 1963.
7. Технология переработки жиров, под ред. д.т.н., проф. Н.С. Арутюняна. М.: Пищепромиздат. 1998. С.119-121, 130-131).
8. Патент SU 1822864 А1, опублик. 23.06.93. МПКС 11В 3/1.