



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

Ministry of Agriculture, Russian Federation  
OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY  
NAMED AFTER N.V. PARAKHIN



**XIV Международный научно-практический семинар  
XIV International Science-Practical Seminar**

**«Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке  
сельскохозяйственной продукции»  
«Resource Saving Technologies at Storage and Processing of  
Agricultural Production»**

**28-29 июня 2018 г.  
г. Орёл**

УДК 62229.316.0002.51/52:665.3

**ГИДРАТАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА, КОАГУЛЯЦИЯ  
ФОСФАТИДОВ И ВОСКОВ**

**П.И. Осадчук**, кандидат технических наук, доцент  
Одесский государственный аграрный университет,  
г. Одесса, Украина

**Е.В. Мищенко**, кандидат технических наук, доцент  
ФГБОУ «Орловский государственный аграрный университет  
имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл

**SUNFLOWER SEEDS OIL COMPLEX REFINING**

**P.I. Osadchuk**, candidate of technical sciences, associate Professor  
Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

**E.V. Mishchenko**, candidate of technical sciences, associate  
professor, Orel state agrarian university named after N.V.Parakhin,  
Russia, Orel

**Аннотация:** создана установка с применением гидродинамического устройства для освобождения растительного масла от фосфатидов, восков и других гидрофильных примесей. В производственных условиях получено гидратированное масло высшего сорта.

**Ключевые слова:** гидратация, коагуляция, фосфатиды, растительное масло.

**Abstract:** the installation with application of the hydrodynamic device for clearing vegetable oil from Phosphatides, waxes and others hydrophilic of impurity is created. In the production conditions, the hydrated oil of the highest grade was obtained.

**Keywords:** hydration, coagulation, phosphatides, vegetable oil.

В зависимости от глубины очистки и целевого назначения растительные масла подразделяются на следующие виды [1]:

- нерафинированные (очищенные от механических взвешенных примесей);
- гидратированные (из которых выведены фосфатиды);
- рафинированные (из которых выведены фосфатиды, свободные жирные кислоты, красящие вещества);
- рафинированные дезодорированные (рафинированные масла, из которых выведены ароматические и вкусовые вещества, а также пестициды и канцерогенные вещества).

Качественные показатели масел, определяющие их сортность, устанавливаются стандартом ГОСТ 1129-93 «Масло подсолнечное. Технические условия».

Содержание сопутствующих веществ [2], в том числе и фосфатидов, в растительных маслах колеблется в значительных пределах и зависит от их вида (см. табл. 1).

Таблица 1 – Содержание фосфатидов в маслах

Масло	Содержание фосфатидов в маслах, %		
	форпрессовом	экспеллерном	экстракционным
Подсолнечное	0,20 - 0,80	0,60-1,20	0,80-1,40
Хлопковое	0,50-1,60	1,40-1,90	2,00-2,50
Соевое	1,10-2,10	2,70-3,40	3,90-4,50
Льняное	0,19-0,46	0,64-0,87	0,80-1,62

Фосфати́ды легко растворяются в маслах при температурах их получения и в дальнейшем самопроизвольно из них выделяются. Образовавшиеся осадки быстро портятся за счет протекания интенсивных окислительных, ферментативных и гидролитических процессов. Наиболее распространенным методом извлечения фосфатидов из масел является гидратация. Этот процесс объединяет методы обработки масел водой или сильно разбавленными водными растворами щелочей, солей и кислот. В заводской практике применяют разнообразные режимы, отличающиеся друг от друга по количеству гидратирующего агента, его составу и т.п. Чаще всего для гидратации используют очищенную дистиллированную воду.

В основе гидратации фосфатидов лежат их сложные физико-химические превращения под воздействием воды.

Механизм взаимодействия фосфатидов с водой представляется схемой, изображенной на рис. 1. Приняв за основу такую структуру системы масло-фосфати́ды, можно описать их характер взаимодействия с водой при гидратации.

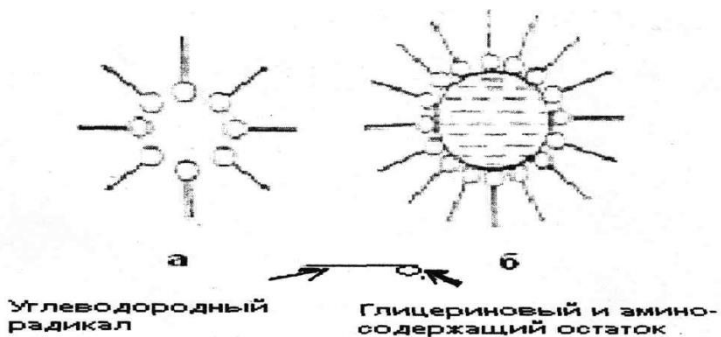


Рисунок 1 – Состояние фосфатидов в масле:

*а* - ассоциация молекул фосфатидов в результате гидрофильных взаимодействий; *б*- ассоциация молекул на капле воды

В присутствии воды в масле молекулы фосфатидов, обладая большей гидрофильностью, чем глицериды, диффундируют к поверхности капель воды, постепенно насыщая ее. При этом гидрофильные части ориентируются к воде, а углеводородные радикалы жирных кислот (гидрофобные) – к маслу, образуя на поверхности капли воды липидный слой. (рис. 1, б). При этом снижается межфазная энергия настолько, что невозможно диспергирование воды. Это наблюдается в том случае, если воды в масле мало. В таких структурах обычно участвуют фосфатидилхолины и другие фосфатиды с ярко выраженной поверхностной активностью. Если воды в масле достаточное количество, то образуются смешанные молекулярные слои гидратированных фосфатидов и глицеридов. Свободная энергия в такой системе достаточно высока и достигает максимума при соотношении глицериды-фосфатиды 30:70. При этом система агрегативно неустойчива. Снижение свободной энергии осуществляется за счет коагуляции частиц, и вся система разделяется на две фазы: масло и фосфатидная эмульсия. Этот механизм не исключает и протекания химической реакции между водой и фосфатидами.

Такой характер взаимодействия фосфатидов с водой прежде всего характерен для тех форм, которые образуют в масле ассоциаты за счет гидрофильных взаимодействий. В меньшей мере это наблюдается для ассоциатов, построенных за счет водородных связей между полярными частями молекул фосфатидов. Таким образом, система масло-фосфатиды находится в динамическом равновесии до тех пор, пока внешние факторы (воздействие гидратирую-

щего агента, рН среды, тепла и т.д.) не приведут к нарушению этого равновесия.

Количество воды, необходимое для гидратации, зависит от природы масла и содержания в нем фосфатидов. В каждом отдельном случае оно определяется в лаборатории методом пробной гидратации. В общем можно считать, что количество воды на гидратацию составляет от 0,5 до 6 %. Для подсолнечного масла оно колеблется от 0,5 до 3 %.

При гидратации с применением поваренной соли используют ее водные растворы концентрацией от 0,5 до 1,0 % в количестве от 2 до 6 % от массы масла [1-4].

Температура масла оказывает существенное влияние на процесс гидратации. Так при низкой температуре из-за высокой вязкости масла затруднено разделение фаз. Высокая температура приводит к подавлению гидратации, пептизации дисперсной фазы и повторному растворению ее в масле. Оптимальные температурные режимы для подсолнечного масла составляют 45-50 °С.

Так как механизм гидратации фосфатидов в значительной мере определяется поверхностными явлениями и протекает на поверхности капли воды, требуется достаточно высокая степень коагуляции. Для этих целей разработана установка (рис. 2) с применением гидродинамического коагулятора, позволяющая одновременно с гидратацией выделять фосфатиды, воски и другие гидрофильные примеси.

*Техническая характеристика установки:*

1. Производительность установки 35 л/ч и более.
2. Рабочее давление при коагуляции 1,8-4,0 атм.
3. Режим работы - непрерывный (температура нагрева масла 60-65 °С).
4. Напряжение питание - 3 x 380 В.
5. Потребляемая мощность - 1,7 кВт.
6. Емкость баков для отстоя - 1-3 м<sup>3</sup>
7. Количество баков для отстоя при непрерывном режиме работы 2-3 шт.
8. Рабочее давление при смешивании с раствором 1,5-2 атм.
9. Габаритные размеры 1,2 x 0,8 x 1,0 м.
10. Обслуживающий персонал 1 чел.

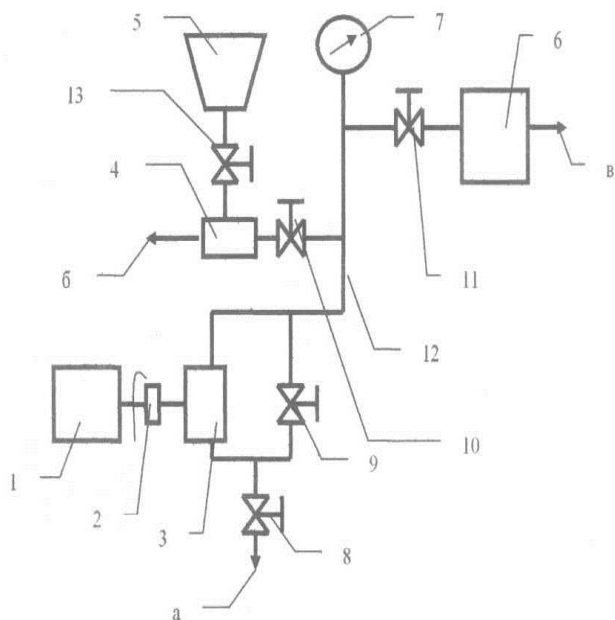


Рисунок 2 – Гидравлическая схема установки для растительного масла, коагуляции фосфатидов и восков:

- 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – гидронасос; 4 – дозатор;  
 5 – емкость для раствора; 6 – коагулятор; 7 – манометр;  
 8-11, 13 – запорные краны; 12 – маслопровод

Установка работает следующим образом. Масло (исходное сырье) из внешнего источника подается к открытому крану 8 и попадает во всасывающую магистраль гидронасоса 1 (кран 9 должен быть открыт, а краны 10, 11, 13 закрыты). Нагнетающая магистраль маслопровода 12 соединена с дозатором 4 и коагулятором 6; маслопровод снабжен кранами 9-11. Кран 10 подает масло к дозатору 4, кран 11 соединен с коагулятором, а кран 9 предназначен для регулировки рабочего давления в дозаторе 4 и коагуляторе 6. Слив масла из дозатора 4 и коагулятора 6 осуществляется в технологические баки (баки в комплект установки не входят). Давление масла в системе контролируется манометром 7.

Установка для гидратации растительного масла работает следующих режимах:

- насыщение масла водой;

- коагуляция фосфатидов, восков и других гидрофильных примесей.

Дозатор предназначен для смешивания масла с водой. Смешивание производится в струйном дозаторе смесителе (эжекторе). Регулировка эжектора произведена таким образом, чтобы количество воды составляло до 0,5-6 % от количества масла. Смесь масла с водой с выхода смесителя подается в технологический бак.

Коагулятор предназначен для образования крупных хлопьев фосфатидов, восков и других гидрофильных примесей с целью ускорения выпадения их в осадок. После коагуляции маленькие частички более интенсивно взаимодействуют друг с другом (слипаются), что приводит к образованию крупных частиц. Смесь масла с водой (раствором) с выхода коагулятора подается в технологический бак для отстоя.

В процессе гидратации и извлечения фосфатидов из масла наблюдается улучшение его качества:

- снижается кислотное число на 0,1-0,3 мг КОН благодаря извлечению фосфатидов, обладающих кислотными свойствами и титруемых щелочью при определении кислотного числа; кроме того, предполагается адсорбция части жирных кислот на хлопьях фосфатидной эмульсии;

- улучшается цветность масла в результате сорбции части пигментов и выведения меланофосфатидов;

- извлекаются другие гидрофильные соединения (белки, углеводы);

- удаляются оставшиеся после первичной очистки частицы твердой фазы.

Разработанная установка для гидратации масла внедрена в ЧП «Богаченко». Получены обнадеживающие результаты. Показатели качества продукта отвечают требованиям ГОСТ 1129-93 для гидратированного подсолнечного масла высшего сорта, а именно:

- степень прозрачности, фем – 40;

- перекисное число, 1/2 ммоль/кг – 5;

- кислотное число, мг КОН/г – 1,5;

- цветное число, мг йода – 15;

- массовая доля фосфорсодержащих веществ, % – 0,10;

- массовая доля влаги и летучих веществ, % – 0,10;

- температура вспышки, °С – 225.

**Выводы.** Обобщая результаты, полученные в лабораторных и производственных условиях, можно заключить, что реализация технологии гидратации растительного масла с применением гидро-

динамического коагулятора позволяет добиться не только глубокого извлечения фосфатидов и восков, но и получить гидратированное масло высшего сорта. Оно может использоваться как для непосредственного употребления в пищу, так и в виде базового продукта для эффективного осуществления процессов щелочной рафинации и физической дезодорации.

#### **Список литературы:**

1. Копейковский, В.М., Данильчук, С.И. и др. Технология производства растительных масел. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – С. 416.
2. Арутюнян, Н.С., Корнева, Е.П. Фосфолипиды растительных масел. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 256.
3. Яцун, С.Ф., Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Использование вибрационного воздействия в процессах массообмена // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. №5. 2008. – С. 99-101.
4. Яцун, С.Ф., Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Вибрационная техника в пищевой и перерабатывающей промышленности [Текст]: учеб. пособие / Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2009. – 148 с.