

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Б1.В.ДВ.07.01 Производство растительных масел*

**Направление подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции**

**Профиль образовательной программы Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции**

**Форма обучения очная**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **1. Конспект лекций**

**1.1 Лекция № 1 Введение в производство растительных масел**

**1.2 Лекция № 2 Характеристика масличного сырья, технологическая схема переработки**

**1.3 Лекция № 3Хранение и первичная обработка масличного сырья**

**1.4 Лекция № 4 Подготовительные операции при переработке масличных семян**

**1.5 Лекция № 5 Извлечение масла методом механического отжима**

**1.6 Лекция № 6Извлечение масла методом экстракции органическими растворителями**

**1.7 Лекция № 7 Методы очистки и рафинации растительных масел**

**1.8 Лекция № 8Характеристика и условия хранения растительных масел**

### **2. Методические материалы по выполнению лабораторных работ**

**2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Требования при заготовках и поставках на подсолнечник.**

**2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Масло подсолнечное**

**2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Метод определения примесей, вкуса, цвета и запаха семян подсолнечника**

**2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Определение влажности масличных семян**

**2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Определение масличности семян подсолнечника**

**2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Определение запаха, цвета и прозрачности растительных масел**

**2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Определение показателя преломления растительного масла**

**2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Определение кислотного числа масла в семенах**

**2.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Методы определения мыла в растительных маслах**

**2.10 Лабораторная работа № ЛР-10 Определение содержания мыла титрованием ацетонового раствора**

**2.11 Лабораторная работа № ЛР-11 Методы определения мыла в растительных маслах**

**2.12 Лабораторная работа № ЛР-12 Методы определения нежирных примесей**

**2.13 Лабораторная работа № ЛР-13 Метод определения золы**

**2.14 Лабораторная работа № ЛР-14 Метод определения золы**

**2.15 Лабораторная работа № ЛР-15 Определение йодного числа**

**2.16 Лабораторная работа № ЛР-16 Определение роданового числа масел**

**2.17 Лабораторная работа № ЛР-17 Определение роданового числа масел**

**2.18 Лабораторная работа № ЛР-18 Определение перекисного числа масла**

**2.19 Лабораторная работа № ЛР-19 Определение цветности масел**

**2.20 Лабораторная работа № ЛР-20 Метод определения объемной доли отстоя**

**2.21 Лабораторная работа № ЛР-21 Метод определения объемной доли отстоя**

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1. 1 Лекция №1 (2 часа).

Тема: «Введение в производство растительных масел»

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Общие сведения о растительных маслах и их свойствах.
2. История развития способов получения масел.
3. Культуры, относящиеся к масличному сырью, и их характеристика.

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Общие сведения о растительных маслах и их свойствах.

На масложировых предприятиях РФ вырабатывают широкий ассортимент растительных масел из отечественного и импортного сырья. Такие виды масла, как подсолнечное, хлопковое, соевое, горчичное, кукурузное, кокосовое, кунжутное, оливковое, рапсовое, арахисовое, косточковое, льняное, касторовое.

В зависимости от способа очистки растительного масла в розничную торговую сеть и сети общественного питания выпускают следующие виды: нерафинированное, - подвергнутое только механической очистке; гидратированное, - подвергнутое механической очистке, гидратации и нейтрализации, а также рафинированное дезодорированное.

Жидкие растительные масла в соответствии с жирно-кислотным составом и способностью к высыханию (образованию на поверхности масла пленки) делят на несколько групп. Быстро высыхающие масла, (подобные тунговому), образующие на поверхности прочные пленки и содержащие большое количество кислот с тремя сопряженными двойными связями. Высыхающие масла, льняное, конопляное, содержащие около 50 % линоленовой кислоты. Полувысыхающие масла, (маковое, подсолнечное, соевое, кукурузное, хлопковое и некоторые другие) характеризующиеся высоким содержанием линоленовой кислоты. Невысыхающие масла, (оливковое, миндальное и арахисовое), и на воздухе в тонком слое не высыхающие, содержащие непредельную рициновую оксикислоту.

Подсолнечное масло получают из семян подсолнечника методами прессования и экстрагирования. Производство этого масла в нашей стране составляет около 70 % выпуска всех растительных масел. В его состав входят незаменимые жирные кислоты, каротины, витамин Е.

Нерафинированное подсолнечное масло имеет выраженный вкус и запах поджаренных подсолнечных семян, светло-желтый цвет, в нем допускается небольшой осадок. По качеству его делят на три сорта – высший, первый и второй.

Гидратированное масло вырабатывают также трех сортов - высшего, первого и второго.

Рафинированное масло выпускают недезодорированным и дезодорированным. Дезодорированное масло по вкусу и запаху является обезличенным, недезодорированное имеет слегка выпаженный вкус и запах подсолнечных семян, масло прозрачное, не содержащее отстоя. Для поставки в торговую сеть и на предприятия общественного питания производится рафинированное дезодорированное подсолнечное масло.

Хлопковое масло получают из семян хлопчатника прессовым и экстракционным способами. Выработка хлопкового масла составляет более 20 % в общем объеме производства растительных масел в нашей стране. Особенностью хлопковых семян является содержание в них специфичного пигмента (госсипола), который придает маслу интенсивный коричневый и бурый цвет. Госсипол обладает ядовитыми свойствами, поэтому в пищу хлопковое масло используют только после рафинации.

Рафинированное хлопковое масло подразделяют на рафинированное недезодорированное и рафинированное дезодорированное. Рафинированное дезодорированное хлопковое масло подразделяют на высший и первый сорта, а рафинированное недезодорированное – на высший, первый и второй. Для пищевых целей предназначается рафинированное масло высшего и первого сортов. Рафинированное хлопковое масло имеет светло-желтый цвет и не содержит отстоя, без запаха и постороннего привкуса.

В состав глицеридов хлопкового масла входит около 22 % пальмитиновой кислоты, которая имеет высокую температуру плавления. При понижении температуры до 10-12 °С происходит расслоение масла на фракции с выделением твердых глицеридов. Отделяя жидкую фракцию путем фильтрации или отпрессования, получают так называемое салатное хлопковое масло. Твердая фракция хлопкового масла используется при производстве маргарина, кулинарных и кондитерских жиров.

Соевое масло получают из семян сои методами прессования и экстрагирования. Выработка этого масла составляет около 9 % общего объема производства растительных масел в нашей стране. Наряду с маслом, важными компонентами семян сои являются белки (30-50 %) и фосфатиды (0,55-0,60 %). Белки сои обладают высокой биологической ценностью и используются для пищевых и кормовых целей.

Выпускают следующие виды соевого масла: гидратированное, рафинированное недезодорированное и рафинированное дезодорированное. Гидратированное масло по качеству подразделяют на первый и второй сорта, рафинированное – на сорта не делят.

Для торговой сети и общественного питания предназначается рафинированное дезодорированное соевое масло и гидратированное масло первого сорта.

Для соевого масла характерны бурые оттенки цвета. Масло должно быть прозрачным, без отстоя. Кислотное число гидратированного масла первого сорта – не более 1, рафинированного – 0,3.

Кукурузное масло получают из зародышей семян кукурузы, которые содержат от 30 до 50 % жира. При производстве майского крахмала и муки зародыш отделяется от остальной части зерна, так как большое содержание в нем жира отрицательно влияет на качество этих продуктов.

Кукурузное масло годится в пищу только рафинированное дезодорированное – у нерафинированного масла из кукурузы не слишком приятный запах и вкус. А рафинированное – совсем без запаха, зато витаминов в нем больше, чем в подсолнечном.

Биологическая ценность кукурузного масла обусловлена высоким содержанием в нем биологически активной линоленовой кислоты, а также витаминов Е (75 мг на 100 г масла).

Горчичное масло вырабатывают из семян горчицы методом прессования, а жмы используют для получения горчичного порошка. Горчица содержит вещества, которые придают маслу специфический вкус и аромат. К таким веществам относят тиогликозиды и продукты их гидролиза.

Выпускают горчичное масло нерафинированным, высшего, первого и второго сортов. Для непосредственного употребления в пищу предназначается масло высшего и первого сортов с кислотным числом соответственно не более 1,5 и 2,3. Масло имеет светло-коричневый цвет. Ввиду выраженных вкуса и аромата горчичное масло применяется в консервном производстве.

Оливковое масло получают из мякоти оливкового дерева. Масло, полученное прессовым способом, имеет золотисто-желтый цвет, иногда с зеленоватым оттенком. Рафинированное оливковое масло почти бесцветно, имеет едва уловимый запах, приятный вкус. Оливковое масло содержит от 55 до 85 % ценной олеиновой кислоты.

Льняное масло вырабатывают из семян льна методами прессования и экстрагирования. Оно содержит около 50 % линоленовой кислоты, поэтому нестойко при хранении, быстро окисляется на воздухе, приобретая специфический запах олифы.

Льняное масло используется главным образом для технических целей и лишь частично как пищевое.

## 2. История развития способов получения масел.

Растительные масла получали еще в глубокой древности, по-видимому, первыми были оливковое и пальмовое масла, легко выделяемые из плодов при очень небольшом внешнем давлении. В процессе развития технического прогресса масло стали извлекать из плодов и семян, отдающих его сравнительно трудно, а также содержащих относительно небольшое его количество.

Уже в средние века в России и Западной Европе для увеличения выхода и улучшения качества масла семена перед переработкой очищали от посторонних примесей, иногда освобождали от плодовых или семенных оболочек, а затем подвергали измельчению с целью разрушить ткани семян, содержащие масло. Измельченные семена перед отжимом из них масла, как правило, предварительно нагревали, что способствовало большему и более быстрому отделению масла.

Так сложился прессовый способ производства растительных масел, принципиальная последовательность технологических операций которого - очистка семян от примесей, отделение оболочек, измельчение, тепловая (влаготепловая) обработка, прессование - остается практически неизменной на протяжении столетий.

Дальнейшее развитие прессового способа было направлено на совершенствование технологического оборудования, как основного - прессов, так и вспомогательного. Примитивные рычажные прессы для отжима масла уступили свое место клиновым, клиновые прессы вытеснились винтовыми. На смену винтовым прессам пришли более совершенные гидравлические прессы, которые, в свою очередь, были заменены применяемыми в настоящее время непрерывнодействующими шнековыми прессами. Использование высокого давления, интенсификация воздействий на прессуемый материал приводили к изменению состава масла, снижению его качества, не обеспечивая в то же время полного обезжиривания семян.

Стремление к максимальному обезжириванию масличных семян привело к возникновению в 1856 г. нового способа производства растительного масла - экстракционного. При этом способе для извлечения масла применяют не механическое давление, а действие органических растворителей, хорошо растворяющих масло. При обработке измельченных семян растворителем масло растворяется, образовавшийся раствор масла в растворителе отделяют от обезжириемых семян, а затем, нагревая, освобождают практически нелетучее масло от легкоиспаряющегося летучего растворителя.

Экстракционный способ получения растительных масел прошел длительный путь технического совершенствования от применения периодически действующих маломощных установок до современных высокопроизводительных непрерывнодействующих автоматизированных производств. Он является наиболее эффективным способом получения растительных масел, обеспечивающим почти полное обезжиривание (остаточное содержание масла после экстракции менее 1%). Экстракция позволяет извлекать масло из низкомасличных материалов, что невозможно при использовании самых совершенных прессов.

Экстракционный способ обеспечивает получение растительных масел более высокого качества вследствие возможности ведения технологического процесса извлечения масла без интенсивного теплового и механического воздействия на перерабатываемые семена, что также положительно влияет на качество белков обезжиренного остатка семян - шрота.

В настоящее время для получения масла из семян применяют два способа: прессовый и экстракционный. Для большинства масличных семян применяют последовательное извлечение масла - сначала прессовым способом, извлекающим

примерно  $\frac{3}{4}$  всего масла, а затем экстракционным, с помощью которого извлекают остаточное масло. Масличные семена, содержащие сравнительно небольшое количество масла, обезжираются однократно - только экстракционным способом. Последний способ получил название прямой экстракции. Он является перспективным также и для семян с высоким содержанием масла.

Расширение применения экстракционного способа является основным направлением технического прогресса в области получения растительных масел, цель которого - максимальное извлечение масла при высоком качестве получаемого масла и шрота.

Растительные масла - незаменимый источник не только пищевых масел, это и быстро восполняемые ресурсы химического сырья, прежде всего свободных жирных кислот, выделяемых из масел.

Обезжиренные масличные семена очень давно служат основным компонентом комбикормов для животных, а также сегодня являются сырьем для получения пищевых белков, используемых для повышения биологической ценности многих продуктов.

Отделяемые при переработке семян оболочки служат сырьем для гидролизной промышленности. Практически при переработке масличных семян неиспользуемых отходов нет. Так, при переработке 100 т семян подсолнечника в среднем получают 47 т масла, 30 т белка (пищевого или кормового) и 20 т плодовой оболочки (лузги).

Мировое производство растительного масличного сырья около 200 млн. т. в год, из которого получают до 90 млн. т растительных масел и 60 млн. т белков.

Для удовлетворения потребности в растительных маслах производство их в нашей стране должно быть значительно увеличено. Это определяет настоящую необходимость увеличения заготовки растительного масличного сырья в стране, его эффективной переработки и получения высококачественных растительных масел и растительных белков.

### 3. Культуры, относящиеся к масличному сырью, и их характеристика.

Основным сырьем для производства растительных масел являются плоды и семена растений, относимых к группе масличных.

Важнейшими масличными культурами в нашей стране являются подсолнечник и хлопчатник. Большое внимание уделяется переработке семян сои, а также семян рапса новых сортов, из которых получают пищевое масло и высокобелковый шрот. Другие масличные культуры (лен, клещевина, горчица) перерабатываются в относительно небольших объемах.

Перспективными источниками получения растительных масел являются маслосодержащие отходы пищевых производств - фруктовые косточки, а также отруби и зародыши, отделяемые при выработке муки и крупы от зерна пшеницы, кукурузы, риса и других зерновых культур.

Масложировая промышленность перерабатывает в основном масличное сырье, производимое в нашей стране. В то же время некоторое масличное сырье систематически импортируется из других стран, прежде всего семена сои из США, значительная доля которых поступает на маслоэкстракционные заводы. В небольших объемах периодически импортируется пальмовое масличное сырье - копра, получаемая из плодов кокосовой пальмы, и пальмиста - из плодов масличной пальмы, а также плоды арахиса из стран Африки и Юго-Восточной Азии и семена рапса - из Канады.

**Подсолнечник.** Основной масличной культурой нашей страны является подсолнечник. Из него вырабатывают более 75 % растительных масел общего производства этого вида продукта в нашей стране.

Подсолнечник принадлежит к ботаническому семейству астровых, цветки которого собраны в соцветие типа корзинка. Плод - семянка с хрупкой,

нераскрывающейся оболочкой. В нашей стране культивируется около 50 сортов подсолнечника. При выведении новых сортов стремятся увеличить урожайность, стойкость растений к полевым вредителям, повысить содержание масла, изменить его химический состав. Одновременно снижается содержание оболочки (лужистость семян до 18 -20 %). Лучшие сорта подсолнечника отличаются высокой урожайностью (до 35 - 37 ц/га), высокой масличностью (до 52 - 54%) и пригодностью к механизированной уборке.

Среди культивируемых в нашей стране сортов и гибридов подсолнечника выделяют несколько типов. По составу жирных кислот в масле различают подсолнечник линолевого типа, в масле которого преобладает линолевая кислота, содержащая в молекулах 18 атомов углерода и 2 двойные связи; и подсолнечник олеинового типа, в масле которого преобладает олеиновая кислота, также имеющая 18 атомов углерода, но одну двойную связь. Масло этого сорта подсолнечника полноценно заменяет импортируемое оливковое масло.

По направлению использования выделяют кондитерский тип подсолнечника, отличающийся высоким содержанием белка и относительно легко отделяемой плодовой оболочкой. Особый тип подсолнечника -гибридный, включающий гибриды советской и зарубежной селекции. Основной особенностью гибридного подсолнечника является повышенная устойчивость к белой и серой гнилям, которые повреждают семена других типов и снижают урожай семян и пищевое применение масла. Вторым достоинством гибридного подсолнечника является его пригодность к возделыванию по индустриальной технологии: одновременность созревания, выравненность растений по высоте стебля и размерам соцветия. Эти преимущества гибридных семян определяют возрастание их доли в общем объеме производства и переработки семян подсолнечника, несмотря на более низкую масличность и трудности при отделении плодовой оболочки от ядра по сравнению с сортовыми семенами.

Основные достоинства подсолнечника как масличной культуры – это большое содержание высококачественного масла в семенах, возможность механизации возделывания и выращивания на неполивных землях.

Белки семян подсолнечника также имеют высокую пищевую ценность. Их используют для обогащения хлебобулочных и кондитерских изделий, а также в качестве белкового компонента в производстве комбикормов для сельскохозяйственных животных.

**Хлопчатник.** Наряду с подсолнечником масложировая промышленность нашей страны в больших объемах перерабатывает семена хлопчатника.

Хлопчатник принадлежит к семейству мальвовых. Цветки хлопчатника собраны в соцветие типа "извилина". В настоящее время основное направление селекции хлопчатника - получение сортов с максимальным выходом волокна высокого качества. Поэтому содержание в семенах масла и семенной оболочки десятилетиями остается практически на одном уровне, несмотря на появление новых сортов. Масличность семян 22-24 %, лужистость (содержание семенной оболочки) - 40-44 %.

Известно более 35 видов хлопчатника, из которых в нашей стране наибольшее распространение получили два вида: средневолокнистый (американские сорта) и тонковолокнистый (египетские сорта). После съема хлопкового волокна на хлопкоочистительных заводах на поверхности семян остается еще значительное количество короткого хлопкового волокна - в виде пуха и подпушка. Содержание пуха и подпушки на семенах, поступающих на маслозаводы, выраженное в процентах от массы семян, называют опущенностью. У средневолокнистых сортов она равна 8 - 11 %, у тонковолокнистых - 4 - 7 %.

Специфической особенностью семян хлопчатника является присутствие в них высокотоксичного химического соединения - гossипола. Госсипол является нервным ядом для животных и человека. При переработке семян он переходит и в масло и в белок. Удаление гossипола из этих продуктов является обязательным.

**Соя.**Соя относится к семейству бобовых, цветки собраны в соцветие типа кисть, плод сои - боб содержит два или три семени. Соевые семена в зависимости от цвета оболочки делят на четыре типа - желтые, зеленые, коричневые и черные. Большинство сортов, возделываемых в нашей стране и за рубежом, относится к маньчжурскому подвиду сои, которая является белково-масличной культурой. В ее семенах содержание легкоусвояемых белков велико. В связи с этим значительная часть соевых семян после обезжикивания используется для получения пищевых белков. В этом случае при переработке соевых семян отделяют семенную оболочку, содержание которой составляет 5 - 10 % массы семян, а также зародыш от ядра. Специфической особенностью сои является присутствие в ее составе антипитательных веществ - токсичных белков пектинов, ингибиторов пищеварительных ферментов и других нежелательных соединений. Поэтому при переработке сои необходимы технологические операции, инактивирующие эти соединения и повышающие таким образом пищевую и кормовую ценность получаемых из семян сои белковых продуктов.

**Лен.**Лен принадлежит к семейству льновых. Соцветие льна типа кисть, плод - коробочка, содержащая от одного до десяти семян. Различают лен масличный (кудряш) и лен прядильный (долгунец). Селекция масличных сортов льна ведется на высокое содержание масла и максимальное ветвление растения, при котором на растении образуется много цветков, а затем семян.

Урожайность семян льна 7-10 ц/га. Специфической особенностью семян льна является переработка их без предварительного отделения семенной оболочки, прочно сросшейся с ядром семян, а также присутствие на поверхности семян слизей - веществ углеводной природы, усложняющих получение масла и его последующую переработку. В ядре семян льна содержится линамарин - соединение, при гидролизе которого образуется свободная синильная кислота. Поэтому переработка семян льна должна идти при условиях, исключающих образование токсичной синильной кислоты в обезжиренных семенах льна, идущих на корм скоту. Льняное масло может употребляться в пищевых целях, но главное его использование - техническое. В составе льняного масла много линоленовой кислоты, содержащей 18 атомов углерода и три двойные связи. Высокая химическая активность линоленовой кислоты, ее легкая окисляемость делают льняное масло незаменимым в производстве лаков и олиф.

**Клещевина.** Клещевина относится к семейству молочайных, цветки ее собраны в соцветия типа сложная кисть, плод - коробочка, содержащая три семени. В результате селекции созданы сорта клещевины, у которых почти все семена сосредоточены в центральной кисти. Такие сорта убирают механизированным способом с помощью специально оборудованных уборочных машин. Коробочки промышленных сортов не растрескиваются при созревании, и потеря семян не происходит. Урожайность семян клещевины 8 - 12 ц/га. Специфической особенностью семян клещевины является содержание в них нескольких токсичных соединений, важнейшими из которых являются токсичные белки - пектин (рицин) и другие. Поэтому при переработке семян клещевины предусматривается специальная технологическая операция - обезвреживание влаготепловой обработкой семян после извлечения из них масла, - позволяющая получить кормовой белковый продукт.

**Рапс.** Как и горчица, рапс принадлежит к семейству капустных. Поэтому у них одинаковые по типу плоды и соцветия, много общего имеет их химический состав. Как и у горчицы, в семенах рапса присутствуют гликозинолаты, дающие при гидролизе эфирные масла, хотя содержание их существенно меньше. По составу масло в семенах близко к маслу горчицы.

Новые сорта рапса, получившие название безэруковых из-за пониженного содержания в составе масла эруковой кислоты, отличаются высокой урожайностью (26 - 33 ц/га) и высокой масличностью (до 46 %).

Низкое содержание гликозинолатов в семенах новых сортов позволяет использовать обезжиренные семена на корм скоту без дополнительной обработки, а снижение содержания эруковой кислоты в масле до 5 % позволило отнести рапсовое масло к пищевым. После создания селекционерами безэруковых сортов рапс по объему производства семян и их переработке занимает четвертое место в мире после сои, хлопчатника и подсолнечника. В нашей стране предусмотрено значительное расширение посевов безэрукового рапса советской и зарубежной селекции.

**Арахис.** Арахис, или земляной орех, относится к семейству бобовых. Плоды типа боб, нераскрывающиеся, содержат одно или два семени. Своей особенностью арахиса является то, что после опыления завязь цветка погружается в землю и плод развивается в земле. Белки семян арахиса легко усваиваются организмом человека, но в их составе содержатся, как и в белках сои, ингибиторы пищеварительных ферментов и другие антипитательные вещества, включая пектины. Перспективными являются крупноплодные сорта арахиса.

**Тунг или тунговое дерево** принадлежит к семейству молочайных. В нашей стране разводят два вида тунгового дерева: тунг китайский и японский. Плоды тунга содержат три - пять семян (орешков), заключенных в плодовую оболочку. В семенах в среднем 68 % ядра и 32 % скорлупы. Специфической особенностью тунга является легкая окисляемость масла, содержащегося в его семенах. Поэтому переработку тунга необходимо вести при значительно более мягких по сравнению с другими видами масличного сырья тепловых воздействиях на обезжириваемый материал. Присутствие в семенах тунга специальной жирной кислоты - элеостеариновой и токсичных соединений не позволяет использовать его в пищевых целях, а обезжиренные семена на корм скоту.

**Конопля.** Конопля принадлежит к семейству коноплевых, цветки ее собраны в густые колосовидные (женские) и метельчатые (мужские) соцветия. Плод конопли - орешек, который раскрывается только при прорастании. Семя покрыто тонкой кожурой. Коноплю выращивают для получения масла из семян и волокна для грубых тканей из стеблей, а также для получения наркотических средств.

**Кокосовая и масличная пальмы.** Кокосовая и масличная пальмы принадлежат к семейству пальмовых. Это неветвистые деревья высотой до 30 м. Плоды собраны в соцветия кисть метельчатого типа и представляют собой костянки. У кокосовой пальмы диаметр плода (кокосового ореха) до 300 мм, у масличной пальмы - меньше 40 - 60 мм. Экспортируемым масличным сырьем являются копра - высушеннная маслосодержащая ткань плодов (эндосперм) кокосовой пальмы - и пальмиста -ядра масличной пальмы.

В последние годы особое значение уделяют проблеме безвредности продуктов, получаемых при переработке масличных семян для человека, и животных. Поэтому в семенах масличных растений - рапса, кунжута, сафлора, рыжика, сурепицы, льна масличного и льна-долгунца, конопли - остаточное количество пестицидов - ДЦТ и его метаболитов, гексахлорана (суммы изомеров) и ГХЦГ (суммы изомеров) не должно превышать максимально допустимых уровней. Особые требования предъявляются к масличным семенам, применяемым в продуктах для детского питания. Так, в семенах подсолнечника, предназначенных для выработки продуктов детского питания, остаточное количество пестицидов не должно превышать максимально допустимого уровня, а содержание тяжелых металлов - меди, ртути, свинца, а также афлатоксинов - предельно допустимой концентрации.

## **1.2 Лекция №2 (2 часа)**

**Тема:** «Характеристика масличного сырья, технологическая схема переработки»

### **1.2. 1 Вопросы лекции:**

1. Физико-механические свойства масличных плодов и семян.
2. Строение плодов и семян масличных культур.
3. Технология получения растительных масел.

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Физико-механические свойства масличных плодов и семян.

Жидкие растительные масла в соответствии с жирно-кислотным составом и способностью к высыханию делят на несколько групп:

Масла подобные тунговому (быстро высыхающие), содержат большое количество кислот с тремя сопряженными двойными связями.

Масла, подобные льняному (высыхающие), - льняное, конопляное – содержат около 50 % линоленовой кислоты.

Масла, подобные маковому (полувысыхающие), - маковое, подсолнечное, соевое, кукурузное, хлопковое характеризуются высоким содержанием линоленовой кислоты.

Масла, подобные оливковому, - оливковое, миндальное и арахисовое – на воздухе в тонком слое не высыхает на воздухе; в нем содержится непредельная рициновая оксикислота.

Физико-механические свойства единичных семян в семенной массе - их форма, состояние и механическая прочность покровных тканей внешних оболочек - определяют физико-механические свойства семенной массы и прежде всего ее сыпучесть.

Степень сыпучести семенной массы оценивают по величине угла естественного откоса - углу между образующей и диаметром основания конуса, который образуют семена при высыпании на горизонтальную плоскость, и по величине угла самотека семян по какой-либо поверхности - наименьшему углу, при котором семена начинают перемещаться по поверхности под действием силы тяжести.

На величину этих характеристик семенной массы влияют форма и размеры семян, степень шероховатости их поверхности, влажность семян, содержание сорной примеси, а также (для угла самотека) и состояние поверхности, по которой перемещаются семена. Углы естественного откоса для семян сои 25 - 32°, льна 27 - 34°, подсолнечника 31 - 45°, клещевины 34 - 46°, хлопчатника (из-за опущенности семян) 42 - 56°.

Эти характеристики семян учитывают при сооружении хранилищ для семян, при установке технологического оборудования для подготовительных операций и при использовании гравитационного транспорта в цехах.

Семенная масса, занимающая какой-либо объем, не заполняет его целиком, так как между семенами всегда есть свободные промежутки, заполненные воздухом, - межсеменное пространство.

Отношение объема межсеменных пространств к полному объему, занятому семенной массой, называется скважистостью. Величина скважистости семян льна составляет 35 - 40 %, подсолнечника - 40 - 60 %.

Семенная масса способна интенсивно сорбировать различные пары и газы. Наибольшее значение при хранении семян имеет сорбционная способность семян по отношению к парам воды, всегда присутствующим в атмосферном воздухе. Это свойство семян (гигроскопичность) необходимо учитывать, так как при контакте с влажным воздухом семена могут подвергнуться интенсивной порче.

Наконец, теплофизические характеристики семенной массы – очень низкая теплопроводность и температуропроводность, обусловливающая высокую тепловую

инерцию, позволяют обеспечить сохранение охлажденных семян в течение длительного времени, в то же время из-за низкой теплопроводности источники теплоты, возникающие при нарушении условий хранения семян, длительно сохраняются в семенной массе и могут привести к сильному повреждению семян, вплоть до порчи.

## 2. Строение плодов и семян масличных культур.

Масличные растения, плоды и семена которых поступают для переработки на маслодобывающие заводы, различаются по ботаническим особенностям. Несмотря на большое разнообразие масличных плодов и семян по форме, размерам, химическому составу, их анатомическое строение в общем однотипно. Семена (рис.1) всех масличных культур состоят из покровных оболочек и ядра, состоящего из зародыша и эндосперма. Оболочки подразделяются на семенную, окружающую ядро, и плодовую, расположенную снаружи семенной.

После уборки семян прочная нераскрывающаяся плодовая оболочка сохраняется только у некоторых видов растений. Семенная оболочка у них представляет собой тонкую и непрочную ткань. У большинства масличных растений плодовая оболочка к моменту созревания раскрывается и после уборки на семенах обычно не сохраняется. В этом случае семенная оболочка имеет повышенную механическую прочность и обеспечивает, как и плодовая оболочка, надежную защиту семян от внешних воздействий.

Под семенной оболочкой находятся зародыш семян, способный после прорастания в благоприятных условиях развиться в растение за счет запаса собственных питательных веществ, и эндосперм, представляющий собой вторую (после зародыша) запасную питательную ткань семян. Не у всех масличных растений зародыш и эндосперм развиты равномерно.

Так, у подсолнечника, хлопчатника и сои практически все запасные вещества семян сосредоточены в зародыше - в его семядолях; у клещевины, наоборот, в зародыше почти не содержится запасных питательных веществ и основной маслосодержащей тканью является эндосперм.

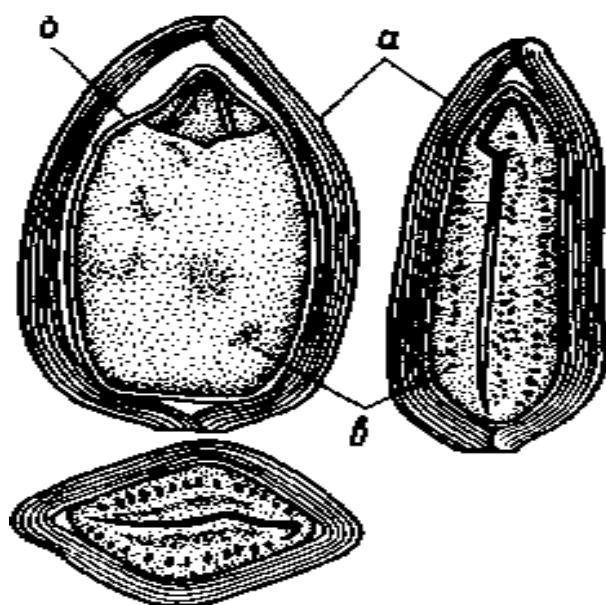


Рис. 1. - Схема строения плода - семянки подсолнечника

- а - плодовая оболочка;
- б - семенная оболочка;
- в - ядро (зародыш и эндосперм)

Наконец, у таких растений, как лен, запасные вещества сосредоточены и в семядолях зародышей, и в эндосперме, и обе эти ткани развиты достаточно хорошо.

Масличные плоды и семена состоят из большого числа клеток, обладающих уникальной структурой и организацией, обусловленной их ролью в жизни растения.

Клетки покровных оболочек (плодовой и семенной) защищают зародыш и эндосперм от механических повреждений, а также от химических и биологических воздействий. Поэтому слои клеток внешних покровных оболочек семян состоят из толстостенных одревесневших клеток, образующих твердую волокнистую ткань. Оболочка клетки занимает почти весь ее объем, стенки клеток покровных тканей покрыты химически инертными веществами - восками и воскоподобными веществами, выполняющими роль химической защиты и предохраняющими семена от потери влаги, резких колебаний температуры и проникновения микроорганизмов.

Клетки зародыша и эндосперма (обычно их называют основными или маслосодержащими тканями) отличаются строением и химическим составом от клеток, образующих покровные ткани (плодовые и семенные оболочки) семян. Стенки этих клеток, как правило, значительно более тонкие, и основной объем клетки составляет ее содержимое - цитоплазма, в которой находятся запасные вещества - липиды (масло) и белки.

Цитоплазма имеет сложное строение и состоит из различных органоидов, структурным элементом которых являются мембранны, в которые встроены ферментные системы, обеспечивающие обмен веществ, свойственный семенам как живому организму.

Липиды (масло) в цитоплазме клеток основных тканей семян зародыша и эндосперма распределены в виде шарообразных образований - липидных сферосом, плотно заполняющих весь свободный объем клетки. Несмотря на тесное примыкание друг к другу, липидные сферосомы разделены между собой тонкими мембранами и в неповрежденной клетке не сливаются друг с другом.

### 3. Технология получения растительных масел.

Современная технология получения растительных масел включает разнохарактерные воздействия на перерабатываемое масличное сырье. Значительное место в технологии занимают механические процессы. Такие процессы, как очистка семян от примесей, разрушение и отделение плодовых и семенных оболочек от зародыша и эндосперма - ядра, измельчение ядра и промежуточных продуктов его переработки, являются преимущественно механическими, подготавливающими материал к интенсивным физико-химическим превращениям.

Очень важное место в технологии занимают диффузионные и диффузионно-тепловые процессы - кондиционирование семян по влажности, влаготепловая обработка мякти (жарение мезги), экстракция органическими растворителями, отгонка растворителя из мисцеллы и шрота, а также гидромеханические процессы - прессование мезги на шнековых прессах, отстаивание и фильтрация масла. Наконец, в последние годы получили применение ферментативные процессы. При обработке мякти препаратами ферментов достигается более глубокое извлечение масла из семян при мягких условиях обезжикивания.

Даже при оптимальном ведении технологии не удается избежать нежелательных химических и биохимических процессов. В маслосодержащем материале происходят гидролиз и окисление липидов и входящих в их состав ненасыщенных жирных кислот. Окисление жирных кислот в хранящихся масличных семенах при их термической обработке и в готовом масле относится к числу сложных многоступенчатых процессов. Оно начинается с атаки кислородом метиленовой группы в молекуле жирной кислоты, которая находится в  $\alpha$ -положении к двойной связи. Окисление протекает по свободнорадикальному механизму.

Начальная стадия окисления (индукционный период), протекавшая сравнительно медленно, заканчивается, начинается быстрый период окисления масла. Гидроперекиси жирных кислот - это первичные продукты окисления. В ходе дальнейших превращений из них образуются вторичные продукты окисления - альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и другие соединения. Их окислительное действие приводит к обесцвечиванию каротиноидов в масле, распаду ненасыщенных жирных кислот в ацилглицеролах, разрушению других липидов. Скорость окисления зависит от содержания антиокислителей в масле - токоферолов, фосфолипидов. На глубину окисления масел существенное влияние оказывает присутствие добавок кислой природы. Так, токоферолы образуют активные ингибирующие системы с аскорбиновой, лимонной, фосфорной кислотами.

Если температурные условия при окислении оказываются благоприятными для работы ферментов, то окислительные процессы неферментативной природы дополняются окислением ненасыщенных жирных кислот ферментом липоксигеназой, присущей в масличных семенах и продуктах их переработки. При повышенных температурах обработки семян большое значение приобретают образование белковолипидных соединений и их разрушение, денатурация белковых веществ. Под влиянием комплексного действия всех этих процессов формируется тот сложный набор химически разнородных липидов, которым является товарное растительное масло, и не менее разнообразный по составу комплекс соединений белковой и углеводной природы, объединяемый общим понятием "кормовой шрот".

Современный технологический процесс переработки масличных семян состоит из следующих операций подготовки к хранению и хранения семян, подготовки семян к извлечению масла, собственно извлечения масла методом прямой экстракции или методом прессования и экстракции, первичной и комплексной очистки масла и обработки шрота.

Технологический процесс начинается с первичной обработки семян.

Операции очистки семян от посторонних примесей и снижения влажности семян до безопасных величин создают условия для устойчивого сохранения качества семян при последующем хранении. После хранения технологическая переработка включает операции повторной очистки семян от примесей, а также фракционирование (кондиционирование) семян по размерам и влажности. Наибольшее значение для масличных плодов и семян, которые перерабатываются с предварительным отделением низкомасличных плодовых или семенных оболочек от высокомасличного ядра, имеет операция кондиционирования. Специфической особенностью подготовки семян подсолнечника к переработке является деление их по размерам - на крупную и мелкую фракции, перерабатываемые раздельно по различным технологическим схемам (операция калибрования семян). Для хлопчатника обязательной операцией является кондиционирование семян по влажности (операция увлажнения семян). И операция калибрования, и операция увлажнения повышают эффективность последующих операций - операции обрушивания и отделения оболочек от ядра. Несколько другое назначение имеет операция кондиционирования по влажности при переработке сои, в этом случае процесс подсушивания семян имеет целью более полное отделение семенной оболочки, а увлажнение семян предусматривает улучшение их измельчения.

При переработке масличного сырья, не требующего предварительного отделения покровных тканей, операции обрушивания и отделения оболочки исключаются (например, при переработке семян льна и рапса).

Собственно операции извлечения масла из ядра семян непосредственно предшествует операция влаготепловой обработки измельченного ядра (или семян, если операции обрушивания и отделения оболочки от ядра не производятся). После влаготепловой обработки масло из подготовленного материала извлекают однократным способом - методом прямой экстракции или двукратным - методом предварительного прессования с последующей экстракцией жмыха предварительного прессования. Двукратное обезжиривание сначала прессованием, а затем экстракцией является наиболее

универсальным. Только при выработке горчичного порошка, из которого производят столовую горчицу и медицинские горчичники, жмых предварительного прессования окончательно обезжирают повторным (окончательным) прессованием. Для других масличных семян двукратное прессование в настоящее время не применяется. По мере продвижения от начальных операций переработки масличного сырья к завершающей операции - окончательному обезжириванию технологические операции становятся все более однотипными для различных видов масличных семян.

Технология получения растительных масел непрерывно развивается и совершенствуется.

### **1.3 Лекция №3 (2 часа)**

**Тема:** «Хранение и первичная обработка масличного сырья»

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

- 1 Различные способы хранения масличных семян.
- 2 Методы очистки семян от примесей, агрегаты используемые для очистки.
- 3 Кондиционирование семян по влажности.

#### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Различные способы хранения масличных семян.**

Заводы, перерабатывающие растительное масличное сырье, для бесперебойной работы в течение года (плановые остановки завода предусмотрены лишь для текущего и капитального ремонта, общая продолжительность которых составляет до 40 дней в году) вынуждены длительное время хранить масличные семена до технологической переработки.

Хранение семян при повышенных температурах также способствует повышению интенсивности дыхания семенной массы. Поэтому практический интерес представляет хранение семян в охлажденном состоянии с помощью вентилирования семенной массы воздухом, охлажденным в холодильных установках, или ночным холодным воздухом, которое возможно осенью и зимой в условиях естественного охлаждения. Интенсивность дыхания семенных масс при охлаждении падает, процессы обмена веществ тормозятся. С наступлением теплого сезона и невозможности поддерживать в хранилище низкие температуры влажные семена, хранившиеся в охлажденном состоянии, могут быть сохранены только при дополнительной обработке охлаждением или высушиванием. Влажные семена можно также сохранить, изолировав их от кислорода атмосферы.

Угнетение жизнедеятельности всех живых компонентов семенной массы – семян, микроорганизмов, насекомых – путем снижения содержания кислорода в окружающей атмосфере осуществляют различными способами.

В низкокислородных газовых средах, например, с повышенным содержанием азота (98 – 99 %) и низким – кислорода (1- 2 %) резко снижается интенсивность дыхания хранящейся семенной массы. Высокое содержание азота в атмосфере, окружающей семена, тормозит развитие гидролитических и окислительных процессов в липидах, в семенах медленнее накапливаются свободные жирные кислоты и продукты их окисления, качество масла дольше сохраняется на исходном уровне, так же как и качество белков семян.

Бескислородная газовая среда может быть самопроизвольно создана при хранении влажных семян, если будет исключен газообмен семенной массы с окружающей средой. В этом случае кислород воздуха межсеменных пространств будет замещен на диоксид углерода тем быстрее, чем выше влажность и температура семенной массы. Правда,

семена в результате такого герметического хранения потеряют жизнеспособность (всхожесть). Аналогичное влияние на качество хранящихся семян оказывает вытеснение воздуха межсеменных пространств диоксидом углерода или другими инертными газами.

Необходимым условием для этих способов хранения семян является создание хорошо герметизированных хранилищ. Как правило, таких хранилищ на маслодобывающих заводах пока еще мало.

Требует специальных типов хранилищ, полностью изолирующих семенную массу от окружающей атмосферы, также способ хранения семян в регулируемых газовых средах (РГС). В основе этого способа лежит хранение семян в азотных газовых средах с низким переменным (регулируемым) содержанием кислорода, отвечающим минимальной интенсивности кислородного (аэробного) дыхания семян. Способ РГС предусматривает непрерывное удаление из семенной массы паров воды и диоксида углерода, выделяемых семенами, и замену их азотом. Сохранение аэробного дыхания семенами исключает потерю ими жизнеспособности, а удаление паров воды ведет к снижению их влажности. Из химических способов хранения влажных семян наибольшие преимущества имеет способ хранения семян в парах пропионовой кислоты, которая интенсивно сорбируется покровными тканями семян и угнетает жизнедеятельность микроорганизмов. Как правило, под влиянием пропионовой кислоты семена теряют жизнеспособность. Вследствие этого из рассмотренных способов хранения наиболее доступным, широко применяемым и эффективным способом является хранение семян при влажности ниже критической – хранение в сухом состоянии.

Склады для хранения семян в сухом состоянии не требуют изолирования семян от атмосферы. В зависимости от уровня механизации операций обработки семян они подразделяются: на элеваторы или силосы, механизированные склады с наклонными полами и склады с горизонтальными полами (для хлопковых семян).

Склад элеваторного или силосного типа является одним из наиболее совершенных по механизации процессов хранилищ для семян. Он состоит из цилиндрических или квадратных в сечении вертикальных железобетонных башен (силосных ячеек), в которых хранятся семена. Система транспортных устройств (ленточных транспортеров), расположенных над силосными ячейками, обеспечивает подачу семян в зависимости от их качества в любую из силосных ячеек. Ленточные транспортеры, расположенные под силосными ячейками, обеспечивают выгрузку семян из любой из них.

Для вертикального подъема семян служат нории, выгрузка семян из силосных башен осуществляется под действием силы тяжести семян. Достоинствами хранилищ элеваторного типа являются компактность, полная механизация погрузочно-разгрузочных работ и возможность дистанционного управления всеми процессами в хранилище. Недостатком этих хранилищ является невозможность хранения семян, обладающих плохой сыпучестью, а также с непрочной оболочкой, которая может быть разрушена при загрузке и выгрузке семян из силосной ячейки. Затраты на сооружение хранилищ силосного типа наиболее высоки по сравнению с другими типами.

В механизированных складах для семян имеются наклонные полы (днища), по которым семена перемещаются под действием силы тяжести, что позволяет выгружать семена без применения ручного труда. Для этого угол наклона пола должен быть  $30 - 45^\circ$  в зависимости от степени сыпучести семян. Семена загружаются с помощью верхнего транспортера, позволяющего сбрасывать семена в любой из отсеков склада. Достоинствами склада являются полная механизация загрузки и разгрузки и относительно невысокая по сравнению с элеваторами стоимость сооружения, недостатками – невозможность хранения слеживающихся семян, а также большая площадь для размещения склада достаточной вместимости.

Склады с горизонтальными полами или склады для хлопковых семян полумеханизированные. Склад загружают механизированным способом с помощью стационарного верхнего ленточного транспортера аналогично механизированному. Но так

как плоскость пола склада горизонтальная, то семена выгружают из склада только с помощью передвижных транспортеров, обслуживание которых требует применения ручного труда.

Семена принимают и размещают по складам в зависимости от их качества и в первую очередь от влажности. Семена любой масличной культуры по влажности разделяют на три группы: сырые (влажность выше критической), средней сухости (влажность равна критической) и сухие (влажность ниже критической).

Основным требованием современной технологии послеуборочной обработки является быстрое доведение семян любой влажности и засоренности до влажности и чистоты, обеспечивающих устойчивое хранение.

Очистка от сорных примесей перед хранением предусмотрена для всех масличных семян, кроме хлопчатника. Хлопковые семена в основной массе поступают на масложировые предприятия после обработки на хлопкоочистительных предприятиях. Все другие семена подвергаются первичной очистке. После этого сухие семена направляют на хранение или технологическую переработку, а сырые и средней сухости должны быть подвергнуты немедленной сушке до влажности ниже критической (на 0,2 – 0,5 %).

Если же мощность сушилок недостаточна для высушивания всех принимаемых сырых и средней сухости семян, то такие семена необходимо направлять для временного хранения (консервирования) в склады, оборудованные установками для активного вентилирования, для создания регулируемых газовых сред, для герметического хранения, хранения в парах пропионовой кислоты или других низкомолекулярных органических кислот, или в склады, оборудованные установками для охлаждения семян. Как правило, после такого временного хранения семена необходимо сушить, а затем только направлять на переработку или хранить в хранилищах обычного типа.

## 2. Методы очистки семян от примесей, агрегаты используемые для очистки.

Семенная масса, поступающая на хранение и переработку, представляет собой неоднородную смесь, состоящую из семян и некоторого количества посторонних примесей, которые попадают в семена при уборке, временном хранении в поле и транспортировании.

Сорные примеси делятся на органические (стебли растений, листья, оболочки семян), минеральные (земля, камни, песок), масличные (частично поврежденные или проросшие семена основной масличной культуры). Классификация сорных примесей для каждой масличной культуры определена государственным стандартом.

Примеси осложняют хранение и переработку семян, поэтому семена необходимо очищать. Примеси занимают полезный объем хранилищ, снижают производительность технологического оборудования. Являясь источником микроорганизмов в семенной массе, они способствуют самосогреванию семян. Влажность органических примесей, как правило, более высокая, чем влажность семян. Это приводит к увлажнению, а затем к порче семян. Некоторые из примесей придают маслу несвойственную окраску, снижают пищевую ценность масел. Минеральные примеси приводят к преждевременному износу рабочих органов машин, а также снижают пищевую и кормовую ценность шротов.

На маслодобывающих заводах в основном применяют следующие методы очистки семян, используя какой-либо один из них или комбинируя один с другим:

1. разделение сора и семян по геометрическим размерам путем просеивания через сито с отверстиями разных размеров и формы;

2. разделение сора и семян по аэродинамическим свойствам путем продувки слоя семян воздухом;

3. разделение сора (металлопримесей) и семян по ферромагнитным свойствам.

Наиболее широко используют разделение масличных семян и сора путем просеивания на ситах. С этой целью в большинстве случаев используют штампованные сита, как правило, с круглыми отверстиями, хотя применяются и сита с прямоугольными

отверстиями. При просеивании через сито разделяемая смесь делится на две фракции. Часть смеси, проходящая через отверстия сита, называется проходом, а часть, оставшаяся на сите, - сходом.

Для перемещения просеиваемого материала по плоской ситовой поверхности сита устанавливают с уклоном по отношению к горизонтальной плоскости на  $10 - 15^\circ$  и для ускорения движения семян ситу придают возвратно-поступательное, круговое или вибрационное движение. Цилиндрические или барабанные сита могут иметь вращательное движение вдоль горизонтальной оси или вдоль вертикальной оси барабана. В последнем случае перемещение семян происходит под действием центробежных сил.

Применяя очистку масличных семян на последовательно работающих ситах с отверстиями разных размеров, можно отделить примеси как более крупные, так и более мелкие, чем семена.

Примером машины, очищающей семена от примесей только путем разделения их по геометрическим размерам, является барабанный сепаратор А1-БЗО, предназначенный для предварительной очистки семян подсолнечника от грубых крупных примесей.

Очищенные семена поступают через приемный патрубок по лотку внутри приемной части цилиндрического сита. Пройдя сквозь отверстия сита, очищенные семена по выпускному патрубку выводятся из машины. Примеси перемещаются по ситовой поверхности винтовой лопастью, дополнительно освобождаясь от семян, и затем сбрасываются в выводной патрубок для сора.

Производительность сепаратора А1-БЗО при очистке семян подсолнечника влажностью 8 % составляет 20 т/ч.

Отделение от масличных семян не только крупных примесей, но и примесей, более мелких, чем семена, достигается с помощью ситовых сепараторов типа ЗС (ЗС-5, ЗСП-5 и ЗС-10).

Очищаемые семена поступают в приемную коробку и оттуда на приемное сито. Приемное сито служит для отделения наиболее крупных примесей, которые затем выводятся из машины. Семена проходят сквозь приемное сито и попадают на сортировочное сито, где дополнительно снимаются крупные примеси. Пройдя сквозь первые участки сортировочного сита, семена поступают на делитель щелевого типа, который разделяет их на два потока. Одна треть семян (общего потока) поступает на верхнее укороченное подсевное сито, а две трети – на нижнее подсевное сито. Сходом с подсевных сит являются очищенные семена, проходом – мелкие органические и минеральные примеси, выводимые из машины.

Недостатком очистительных машин, работающих по принципу разделения семян от сорных примесей только по геометрическим размерам, является невозможность выделения сорных примесей, равных по размерам масличным семенам. Этого недостатка лишены машины, очищающие семена от сорных примесей по аэродинамическим свойствам. Этим способом удается отделить примеси более легкие и более тяжелые, чем семена.

На этом принципе основана работа пневматических аппаратов типа ЗПА. Очищаемые семена с помощью воздушного потока, создаваемого вентилятором, который располагается рядом с машиной, подаются через приемный, патрубок аспиратора на наклонный скат и, накапливаясь на нем, собственной массой давят на заслонку. Тонкий слой падающих под действием собственной массы семян продувается воздухом, который уносит примеси более легкие, чем семена. После этого очищенные семена выводятся из машины через шлюзовые затворы. Аналогичным образом работает воздушный пневматический сепаратор РЗ-БАБ. Семена поступают в приемную камеру, затем на вибролоток. Под влиянием вибрации семена, находящиеся на вибролотке, расслаиваются, примеси, более легкие, чем семена, всплывают в верхний слой и затем попадают в зону действия потока воздуха. Необходимо следить, чтобы слой семян, выходящий из вибролотка, был практически горизонтальным – это необходимо для уноса легких

примесей воздухом. Регулирование горизонтальности слоя семян достигают, изменяя положение нижней части подвижной стенки. Поток воздуха, проходящий над лотком, объединяется с воздухом, пронизывающим слой семян и поступающим через жалюзи задней стенки сепаратора. Легкие примеси поднимаются по пневмоканалу вместе с воздухом и уносятся в аспирационную систему, а очищенные семена выводятся из машины.

Производительность сепаратора РЗ-БАБ по семенам подсолнечника при влажности 8 % и засоренности 3 % составляет 10 т/ч.

Для предварительной очистки влажных, сильно засоренных масличных семян применяют также зерноочистительные аспираторы типа МПО-50, в котором сорные примеси отделяют, используя аэродинамический принцип воздействия. Аналогичное устройство и назначение имеют аспираторы (тарары) фирмы «Бюлер».

По моделям фирмы «Бюлер» в нашей стране изготовлен камнеотборник РЗ-БКТ, использующий пневмовибрационный способ разделения семян и сорных примесей.

Примеси из машины выходят через резиновые рукава, очищенные семена – через рукава и выпускной патрубок, запыленный воздух – через аспирационный рукав и аспирационный патрубок с заслонкой.

Камнеотборник работает под вакуумом, в крышке вибростола имеется штуцер для манометра.

Семена, поступающие в камнеотборник РЗ-БКТ, из приемного устройства попадают на сетчатую поверхность распределителя, а затем на сетку деки, где они делятся на два равных потока делителем. После этого потоки семян под действием колебательных движений и восходящего воздушного потока, проходящего сквозь отверстия сетки, разрыхляются и делятся на фракции, различающиеся по относительной плотности и коэффициенту трения по поверхности сетки. Минеральные примеси, имеющие большую плотность и сцепление с сеткой, опускаются на поверхность сетки деки (в нижнем слое) и движутся по ситовой поверхности вверх против наклона деки. Семена и легкие примеси «всплывают» в слое и под действием собственной массы движутся в сторону опущенного края деки. Затем они через резиновые клапаны выводятся из машины.

Минеральные примеси вместе с небольшим количеством увлеченных ими семян поступают в конечную зону разделения в верхней части деки. Здесь слой минеральных примесей увеличивается, оставшиеся семена всплывают на поверхность и скатываются вниз, а минеральные примеси, отделившиеся от семян, через выходные патрубки с резиновыми клапанами удаляются. Легкие примеси уносятся воздухом в аспирационную систему.

Производительность камнеотборника при очистке семян подсолнечника 1 т/ч.

В семенной массе часто присутствуют металлопримеси, прежде всего ферромагнитные (железо, сталь, чугун). Они попадают в семена до поступления на завод и в процессе технологической переработки в результате износа или поломок транспортного или технологического оборудования. Для отделения металлопримесей используют ферромагнитную очистку семян на электромагнитных сепараторах. На электромагнитный барабан спомощью лотка подаются распределенные тонким слоем семена. Внутри полого вращающегося барабана, выполненного из немагнитного сплава (латунь), установлен электромагнит, создающий направленное магнитное поле.

При прохождении семян через магнитное поле ферромагнитные примеси притягиваются и движутся вместе с вращающимся немагнитным барабаном до тех пор, пока на границе магнитного поля сила тяжести не превысит силы магнитного поля.

Для ферромагнитной очистки семян можно применять постоянные магниты, но у них есть существенные недостатки: необходимость периодического ручного удаления задержанных магнитом примесей и периодического намагничивания из-за снижения удерживающей способности магнита во времени.

Несмотря на это, в промышленности применяют постоянные магнитные сепараторы различных типов – У1-БМЗ, У1-БМП и У1-БММ, отличающиеся по числу магнитов, производительности и габаритам.

Магнитный сепаратор У1-БММ представляет собой вертикальный полый цилиндр, по оси которого установлена магнитная колонка, состоящая из двух магнитных блоков. Каждый блок содержит семь постоянных кольцевых магнитов. Блоки разделены между собой диском из немагнитного материала. Корпус сепаратора имеет герметически закрывающуюся дверцу для выведения магнитной колонки из корпуса при очистке от металлопримесей. Масличные семена поступают через приемный патрубок ис помощью конусного рассекателя направляются в кольцевой вертикальный канал между корпусом сепаратора и блоками магнитов. Блок магнитов установлен на подставке, имеющей шарнирную опору и позволяющей выводить магнитную колонку из корпуса сепаратора. К внутренней поверхности корпуса приварены козырьки, расположенные в шахматном порядке. Они служат для направления семян на поверхность магнитов.Производительность магнитного сепаратора У1-БММ 8 т/ч.

Наиболее распространены в промышленности машины, сочетающие в одной конструкции несколько методов разделения семян и сорных примесей. Для очистки многих масличных семян широко применяются воздушно-ситовые сепараторы различных типов.

Наиболее распространенные из них – сепараторы типа ЗСМ, а также сепараторы типа А1-БИС и А1-БЛС, имеющие два ряда сит для разделения семян и сорных примесей по линейным размерам и пневмоканалы для разделения их по аэродинамическим свойствам. Как правило, очищенные семена на выходе из сепараторов указанных типов проходят между полюсами постоянных магнитов для освобождения от ферромагнитных примесей.

На воздушно-ситовых сепараторах ЗСМ отделение сорных примесей по размерам осуществляется на ситовых поверхностях, расположенных и работающих по типу уже рассмотренного сепаратора ЗС. Для отделения более легких примесей, чем семена, предусмотрено двукратное продувание воздухом семян, поступающих в сепаратор и выходящих из него. Примеси, увлекаемые воздушным потоком, осаждаются в воздушных конусах (камерах). На выходе из сепаратора семена проходят между полюсами магнитов, отделяющих ферромагнитные примеси.

Сепаратор А1-БИС-100 состоит из закрытого ситового кузова, подвешенного на упругих подвесках, и блока параллельно работающих секций, в каждой из которых в два яруса установлены ситовые рамки. Ситовые рамки разделены продольными и поперечными брусками на ячейки, в каждой из которых находятся два резиновых шарика диаметром 35 мм, очищающих сита от застрявших сорных примесей. К нижним плоскостям ситовых рамок прикреплены сетчатые поддоны. На передней стенке ситового кузова установлен приводной двигатель, который приводит во вращение шкив с дебалансным грузом. Так ситовому кузову сообщается круговое поступательное движение. На выходе из ситового кузова очищенных семян установлены аспирационные патрубки, соединенные с патрубками станины матерчатыми рукавами.

Крупные и мелкие сорные примеси выводятся через индивидуальные лотки на две стороны сепаратора. Семена поступают в сепаратор А1-БИС-100 через приемный патрубок на распределительное днище, а. затем на сортировочное сито. Сходом с этого сита идут крупные примеси, которые выводятся по лотку, а проходом – семена и мелкие примеси. Проход поступает на подсевное сито, где сходом идут семена и примеси, одинаковые с ними по размерам; мелкие примеси идут проходом и выводятся по лотку. Сход с подсевного сита поступает в питающую коробку, а затем на вибролоток, по которому семена и примеси поступают в пневмосепарирующий канал. Легкие примеси уносятся воздухом в аспирационную систему. Вибролоток приводится в движение вибратором и поэтому семена поступают в пневмосепарирующий канал равномерным

слоем, на поверхности которого располагаются примеси более легкие, чем семена. Стенка пневмосепарирующего канала подвижная, что позволяет, меняя сечение пневмоканала, регулировать скорость воздуха в канале.

Производительность сепаратора А1-БИС-100 при очистке семян подсолнечника с засоренностью до 3 % и влажностью 8 % составляет 20 т/ч.

Виброконцентробежный сепаратор А1-БЦС-100 и его модификации предназначены для замены сепараторов типа ЗСМ на первичной очистке поступающих на хранение семян.

Сепаратор А1-БЦС-100 состоит из четырех унифицированных семяочистительных блоков, каждый из которых может работать автономно. Каждая пара блоков соединена общим воздуховодом для запыленного воздуха и общим сборником для сорных примесей более легких и более мелких, чем семена. Примеси более крупные, чем семена, отделяются от семян в два приема и выводятся отдельно.

Очищаемые семена, предварительно пройдя через нормализатор, цель которого улавливать случайные крупные примеси, попадают через дозатор на врачающийся разбрасыватель, а оттуда в кольцевой пневмосепарирующий канал. Здесь под действием воздушного потока, создаваемого вентилятором, от семян отделяются легкие примеси. Они осаждаются из воздушного потока в отстойнике и поступают в сборник для мелкого сора. Запыленный воздух направляется из отстойника в циклон, а затем в атмосферу. После пневмосепарирующего канала семена по конусу направляются на второй врачающийся разбрасыватель и с его помощью равномерным потоком попадают на внутреннюю поверхность цилиндрического сита, врачающегося вокруг вертикальной оси с частотой вращения 107 об/мин и совершающего колебательные движения вдоль вертикальной оси с частотой 13 с-1 и амплитудой 6 мм.

За счет центробежных сил, возникающих при вращении цилиндрического сита (окружная скорость сита 4 м/с), очищаемые семена прижимаются к внутренней поверхности сита. За счет собственной массы и колебательных движений сита семена перемещаются по спирали сверху вниз. Цилиндрическая ситовая поверхность собрана из трех, видов сит. Верхнее сите имеет самые мелкие отверстия, сквозь которые проходят только очень мелкие примеси, среднее сите имеет более крупные отверстия, сквозь которые проходят более крупные примеси, но семена идут сходом. Нижнее сите имеет отверстия, через которые семена идут проходом, а крупный сор – сходом.

Очистка сит ведется цилиндрическими очистителями, установленными на кожухе семяочистительного блока, рабочими элементами которого являются дисковые и щетинистые щетки.

Очищенные семена, а также сорные примеси, отделяемые от семян на ситовых поверхностях цилиндрического сита, собираются тремя лопатками, установленными на границах верхнего, среднего и нижнего сита, и выводятся из машины.

При очистке семян подсолнечника с помощью виброконцентробежных сепараторов не исключена возможность частичного разрушения плодовой оболочки семян, опасность которой возрастает при очистке семян с низкой влажностью.

Производительность сепаратора А1-БЦС-100 при работе на семенах подсолнечника влажностью 8 – 14 % и засоренностью до 10 % составляет 24 – 28 т/ч.

Как показали производственные испытания сепаратора, эффективность очистки семян (по степени отделения сорной примеси) не превышает 75 %. Кроме того, при работе сепаратора происходит большая потеря семян, уходящих вместе с крупным сором. Поэтому наиболее целесообразно использовать этот сепаратор как промежуточный, так как только одна из фракций (легкие и мелкие примеси) может быть направлена после сепаратора в отходы, две другие фракции после сепаратора должны быть подвергнуты дополнительной обработке для исключения потерь семян.

Эффективность работы очистительных машин для семян зависит от следующих условий.

Поступление очищаемых семян в машину должно быть равномерным и не превышать количество, предусмотренное в паспорте машины. Недопустимы недогрузка и перегрузка машины, при перегрузке отделение сора будет невысоким, а при недогрузке возможно попадание семян в сор (при аэродинамическом разделении). Толщина слоя семян на ситах машин не должна превышать 15 мм.

Сита, установленные в машинах, должны быть подобраны соответственно размерам наиболее типичных сорных примесей и очищаемых семян. При правильном подборе сит семена, идущие через сито проходом, должны покрывать 2/3 общей рабочей длины сита.

Наклон сит должен обеспечивать равные скорости прохода семян сквозь сито и схода с сита. Поэтому плоские сита с мелкими отверстиями, по которым семена идут сходом, как правило, устанавливаются с несколько большим уклоном.

Поверхность сит необходимо поддерживать в хорошем техническом состоянии (без вмятин, разрывов), систематически очищать от сора, регулируя работу механических щеток, или очищать вручную.

Регулирование скорости воздушных потоков необходимо осуществлять так, чтобы с легким сором не уносились очищенные семена и одновременно в тяжелом соре также не было бы семян.

Сборники для пыли и сорных примесей, осадочные аспирационные конусы и отстойники для пыли следует систематически освобождать от сора.

При переработке подсолнечных семян высокомасличных сортов по перспективной технологии очистку семян от посторонних примесей рекомендуется совмещать с разделением семян на две фракции по размерам, хотя по техническим причинам такая технология пока не применяется. Фракционирование семян по размерам (калибрование) позволяет улучшить хранение семян, так как мелкие семена, как правило, менее созревшие к моменту уборки, хранятся хуже и содержат масло более низкого качества, чем крупные, полностью созревшие семена, поэтому, перерабатывая раздельно мелкие и крупные семена, можно получить большее количество масла высшего сорта.

Предложены технологические схемы переработки мелких семян подсолнечника по более упрощенной технологии, исключающей их обрушивание и отделение плодовой оболочки, что не только целесообразно с экономической точки зрения (экономия электроэнергии и оборудования), но и также способствует получению масла и белка высшего качества из-за меньшей лузжистости ядра, которое можно получить из крупной фракции семян. Кроме того, фракционирование семян по размерам в любой технологии для любых семян позволяет более точно и надежно отрегулировать режим работы машин для разрушения оболочек семян и в дальнейшем более полно отделить оболочку от ядра.

Для калибрования подсолнечных семян разработана дисковая калибровочная машина А1-МКД. Машина состоит из приемного бункера с питателем, двух параллельно работающих калибровочных поверхностей, закрепленных на общей раме. Привод машины осуществляется от электродвигателя. Каждая калибровочная поверхность состоит из тринадцати стальных валов с выточенными на них дисками. Расстояние между смежными дисками 3 мм, диаметр одного из них 98 мм, второго – 100 мм, угол наклона калибровочных поверхностей 21°, скорость вращения дисковых валов 118-154 об/мин. Для удаления семян, застрявших между дисками, снизу установлены ножи. Аспирационное устройство машины позволяет дополнительно отделять от семян мелкий сор.

Семена из приемного бункера поступают на калибровочную поверхность. Толщина слоя семян регулируется питателем. Вследствие вращения дисковых валов семена продвигаются по наклонной поверхности. Семена толщиной менее 3 мм проваливаются между дисками и попадают в аспирационную камеру. Семена толщиной более 3 мм сходят по калибровочной поверхности и выводятся из машины (крупная фракция I). Мелкие семена и мелкий сор в аспирационной камере разделяются воздушным потоком,

создаваемым вентилятором. Мелкая фракция семян II и мелкий сор III выводятся отдельно. Производительность машины 200 т/сут. В результате калибрования семенная масса разделяется в соотношении: фракция мелких семян – 20 – 30 % и фракция крупных – 70 – 80 %.

Принципиальная возможность калибрования семян подсолнечника по линейным размерам заложена в технологической схеме очистки семян подсолнечника производительностью 500 т/сут.

Принимаемые подсолнечные семена после взвешивания поступают на барабанный сепаратор А1-БЗО, где от семян отделяется крупный, случайно попавший в семенную массу сор. Диаметр ячеек сита подбирается в каждом конкретном случае и колеблется в пределах 18–25 мм. Далее семена поступают на четыре барабана сепаратора А1-БЦС-100, где происходит последовательная очистка семян от пыли и мелких частиц на первых двух секциях барабанов сепаратора, на последней секции установлено сито с диаметром ячеек 10–12 мм. Здесь происходит концентрация крупных частиц сора в небольшой массе семян. В результате обработки семенной массы на сепараторе А1-БЦС-100 она делится на фракцию крупных семян, идущую сходом с нижнего яруса сит с диаметром отверстий 10–12 мм, и фракцию мелких семян, идущих проходом через это сито. Так как фракции крупных и мелких семян содержат сорные примеси, размеры которых соизмеримы с размерами семян фракций, то и мелкая и крупные фракции направляются на повторную очистку.

Фракция крупных семян вместе с крупным сором, составляющая 25 -30 % массы семян, поступает на сепаратор А1-БИС-100 или А1-БЛС-100, где от семян отделяется крупный и мелкий сор. Мелкая фракция семян, составляющая 70 – 75 % массы семян, проходит очистку на сепараторе РЗ-БАБ – здесь отделяются мелкий сор и пыль. После очистки мелкая и крупная фракции направляются на тепловую сушку. После сушки семена направляются на хранение или на производственную очистку семян на сепараторах А1-БИС-100 (или А1-БЛС-100). Для очистки семян от минеральных примесей (камней) и ферромагнитных примесей семена очищают на камнеотборниках РЗ-БКТ-100 и магнитных сепараторах.

### 3. Кондиционирование семян по влажности.

Длительно храниться могут только сухие семена, поэтому влажность масличных семян, направляемых на хранение, должна быть примерно на 2-3 % ниже критической влажности, рассчитанной по величине масличности семян.

Для технологических операций подготовительных цехов в большинстве случаев необходимы семена такой же или несколько более низкой влажности. Семена большинства масличных растений поступают после уборки на хранение и переработку с влажностью, превышающей указанные выше оптимальные значения. Это обусловливает необходимость снижения влажности масличных семян. Исключение составляют семена хлопчатника, влажность которых из-за климатических условий районов их выращивания при поступлении на производство иногда бывает на 5-6 % ниже критической. Хранение таких семян даже без дополнительной обработки отличается высокой устойчивостью, но перед технологической переработкой их необходимо увлажнять до влажности, примерно равной критической.

Наиболее распространенным методом снижения влажности семян перед хранением является тепловая сушка, при которой семена нагреваются сушильным агентом (обычно смесью воздуха и дымовых газов) и испаряющаяся из семян влага при этом удаляется.

Другим методом послеуборочной обработки влажных свежеубранных семян является активное вентилирование, представляющее собой интенсивное продувание семян атмосферным воздухом или смесью воздуха и дымовых газов в процессе хранения их в специальных складах, оборудованных устройствами для подвода и распределения воздуха в семенной массе.

Применение активного вентилирования атмосферным воздухом обеспечивает и охлаждение семенной массы, и ее частичное подсушивание, но из-за большой толщины слоя семян влага удаляется медленно.

Уменьшить длительность тепловой обработки можно, снижая толщину слоя обрабатываемых семян.

Промышленные сушилки в порядке убывания толщины высушиваемого слоя семян располагаются в такой последовательности: шахтные - барабанные - сушилки с кипящим слоем.

Процесс сушки осуществляется в два этапа. На первом - в зоне сушки или сушильной камере семена нагреваются смесью воздуха и дымовых газов, получаемых в специальной топке. Часть воды, содержащаяся в семенах до сушки, при этом испаряется, а высушенные семена охлаждаются в зоне охлаждения охладительной камеры путем продувки через них атмосферного воздуха.

При двухступенчатой сушке зона сушки разделена на две части. На первой ступени семена сушатся при невысоких температурах сушильного агента, на второй ступени семена досушиваются при повышенных температурах. Охлаждение семян (после второй ступени) также производится атмосферным воздухом.

Для сушки масличных семян широко применяются сушилки шахтного типа (ВТИ, СЗШ и ДСП), работающие по двухступенчатому режиму.

Семена поступают из бункера в сушильную камеру. Здесь, опускаясь под действием силы тяжести, семена пронизываются сушильным агентом сравнительно невысокой температуры. Затем они переходят в сушильную камеру, где высушиваются сушильным агентом, имеющим более высокую температуру. Регулирование температуры сушильного агента осуществляется путем Увеличения или уменьшения подсоса атмосферного воздуха в вентиляторы, нагнетающие дымовые газы в сушильные камеры. Высушенные семена поступают в охладительную камеру, где семена пронизываются холодным атмосферным воздухом, а затем направляются в приемный бункер для сухих семян.

Как сушильная, так и охладительная камеры представляют собой металлические или железобетонные шахты прямоугольного сечения. Две стенки их сплошные, две набраны из отдельных секций, каждая из которых представляет собой короб с прикрепленными к горцам металлическими пластинками - одна с отверстием для подвода или вывода сушильного агента или воздуха, другая - сплошная. Короба в шахте расположены чередующимися рядами: в одном ряду торцевые отверстия обращены в одну сторону, в другом - в противоположную. Сушильный агент или воздух из распределителя поступает в подводящие короба, отверстия которых открыты к распределителю. Отработанный агент или воздух выводится через расположенный выше ряд коробов, отверстия которых открыты в противоположную сторону. Если шахты выполнены из железобетона, в их стенах оставляют окна для подводящих и отводящих коробов.

При работе сушилки сушильная и охладительная камеры заполнены семенами. Сушильный агент (или атмосферный воздух), поступая в распределители и проходя через отверстия коробов, обращенных к распределителям, попадает в пространство под коробами, которое всегда свободно от семян. Под напором, создаваемым вентиляторами, сушильный агент (или атмосферный воздух) из этого пространства пронизывает опускающиеся семена, нагревает (или охлаждает) их, попадает в пространство вышерасположенного ряда коробов, выходные отверстия которых открыты в противоположную сторону, и выводится в атмосферу.

Из нагретых семян удаляется влага, уносимая сушильным агентом. Частичное удаление влаги происходит также при проходе семян через охладительную камеру, где аналогично сушильному агенту семена пронизываются атмосферным воздухом. Перепуск семян из сушильной камеры в охладительную и выпуск семян из установки производятся

через затворы, состоящие из двух горизонтальных рам: неподвижной верхней и подвижной нижней.

Подвижная рама соединена с автоматическим устройством, регулирующим выпуск просушенных семян.

После охлаждения семена выпускаются через бункер, снабженный заслонками, при помощи которых можно регулировать скорость прохождения высушенных семян.

При высушивании семян подсолнечника на сушилке ДСП-32 температура сушильного агента на первой ступени сушки равна 120 °C, на второй 160 °C; температура семян после сушки 45-55 °C, после охлаждения - не более чем на 5 °C выше температуры окружающего воздуха. Продолжительность сушки 40 мин, съем влаги 5-6 % при производительности сушилки 540 т/сут. Для остальных масличных семян температура нагрева не должна превышать 45 °C, за исключением семян сои при влажности, превышающей 20 %, для которых температура сушки должна быть не более 35 °C.

Для улучшения работы шахтных сушилок применяют рециркуляционные способы сушки, основанные на смешивании относительно небольшого количества влажных семян с большим количеством уже высушенных и на многократном повторении операций нагрева семян и охлаждения.

Высушенные семена, имеющие высокую температуру, контактируют в надсушильном бункере с холодными сырьими семенами. В результате контактирования прошедшие сушку семена охлаждаются, несколько повышая свою влажность, сырье нагреваются и подсушиваются. После этого семена поступают в сушильную шахту и там подсушиваются. Часть семян, выходящая из сушильной шахты, вновь поступает в надсушильный бункер. Таким образом, в надсушильный бункер все время поступает часть высушенных, но не полностью охлажденных семян, и уровень семян в надсушильном бункере - сырых и рециркулирующих - сохраняется постоянным. Это способствует увеличению съема влаги, уменьшению нагрева семян и повышает экономичность сушильной установки.

В тепловлагообменнике при установленном режиме работы должен, сохраняться постоянный уровень семян. Потоки семян регулируют так, чтобы сырье семена непрерывно поступали в сушилку, а из шахты окончательного охлаждения непрерывно выходило такое же количество высушенных семян. Чем выше влажность семян, поступающих в сушилку, тем меньше их должно выходить из шахты окончательного охлаждения и больше должно подаваться на рециркуляцию из шахты промежуточного охлаждения в надсушильный бункер. Снижение влажности семян будет тем больше, чем выше кратность рециркуляции. Таким образом, в сушилке этого типа семена несколько раз проходят циклы нагрева, отлежки и промежуточного охлаждения. Часть семян поступает в камеру окончательного охлаждения и выходит из сушилки, а для остальных семян цикл повторяется - семена рециркулируют.

Камера нагрева сушилки выполнена из железобетона и имеет прямоугольную форму. Внутри камеры в поперечном направлении установлено 20 рядов чугунных труб диаметром 100 мм. Для лучшего и более равномерного распределения падающих семян по сечению камеры трубы каждого последующего ряда сдвинуты на 100 мм относительно предыдущего ряда. Сушильный агент при температуре 300-350 °C поступает по воздуховоду в нижнюю часть камеры нагрева, где он движется навстречу семенам. Максимально возможное снижение влажности семян достигает 10-12 %.

Температура семян подсолнечника в тепловлагообменнике 52-55 °C, после шахты промежуточного охлаждения 35-38 °C, после сушки 25-28 °C

Основным рабочим органом однобарабанной сушилки является цилиндрический барабан 1 диаметром 1760 мм и длиной 9000 мм. С помощью бандажей 2, приводов 6 барабан приводится во вращение. Сушильный агент из топки 5 через патрубок 4 поступает в барабан, семена, подвергаемые сушке, подаются внутрь барабана по трубе 3. Внутри барабана установлено подъемно-перемешивающее устройство, состоящее из

уголков и лопаток. Во вращающемся барабане семена захватываются этим устройством, поднимаются на некоторую высоту и ссыпаются вниз, перемещаясь одновременно под действием движущегося сушильного агента к выходу из барабана.

В последнее время для увеличения производительности и съема влаги барабанные сушилки модернизируют.

Производительность барабанной сушилки зависит от многих взаимосвязанных параметров, в частности от угла наклона оси барабана сушилки к горизонту, определяющего степень заполнения рабочего объема барабана семенами. При горизонтальной установке барабана степень заполнения объема равна 12-13 %, производительность сушилки составляет 100-150 т подсолнечных семян в сутки. Продолжительность сушки 15 мин, съем влаги 3-4 % при температуре сушильного агента 240-350 °С на входе и 60-70 °С на выходе из сушилки. Если наклонить ось барабана в сторону загрузки семян на 3°, то загрузка барабана возрастет до 22-25 %, производительность сушилки увеличится до 250-300 т/сут. Одновременно вследствие увеличения времени прохождения семян через сушилку съем влаги достигает 4-7 % при начальной важности семян 14 %. Такая модификация сушилки требует усиления Ривода барабана, замены вентилятора-дымососа на более мощный и которых других работ.

Барабанные сушилки оборудованы охладительными камерами, устройство которых аналогично применяемым для шахтных сушилок.

С целью увеличения производительности сушилки и повышения съема влаги внутри сушилки может быть установлен второй барабан диаметром 1000 мм и длиной 9300 мм. В двухбарабанной сушилке семена при высушивании проходят последовательно оба барабана.

При высушивании семян подсолнечника на двухбарабанной сушилке температура сушильного агента составляет 250-350 °С, температура семян после сушилки 55 °С, продолжительность сушки 17-20 мин, съем влаги 4-5 % при производительности сушилки 270 т/сут.

Если в сушилках шахтного типа семена сушатся в плотном перемещающемся слое, то в барабанных - в пересыпающемся (полувзвешенном) слое. Сушильный агент движется параллельно движению семян и способствует не только высушиванию, но и перемещению их к выходу из сушилки. Это обеспечивает различное время нахождения семян разной влажности в зоне сушки. Чем выше начальная влажность семян, тем они тяжелее и, следовательно, медленнее будут перемещаться под действием сушильного агента вдоль сушильного барабана к выходу из него. Более сухие семена как более легкие быстрее будут вынесены из зоны сушки, что будет способствовать повышению однородности высушенных семян по влажности.

Наиболее перспективными являются сушилки, в которых подсушка семян идет в так называемом кипящем слое. Если через слой семян, лежащих на горизонтальной сетчатой плоскости, снизу вверх продувать воздух, то при достижении определенной скорости воздуха каждое семя начнет испытывать воздействие воздушного потока, равное его массе. Оно будет совершать колебания по вертикали около какой-либо средней точки, не отрываясь от общей массы.

В связи с этим объем слоя семян увеличивается, а плотность укладки семян уменьшается. Такой слой называется кипящим, или псевдоожженным.

Если вместо воздуха продувать сушильный агент, то скорость сушки семян в кипящем, или псевдоожженном, слое значительно увеличится.

В настоящее время в промышленности сушилки с использованием кипящего слоя не получили распространения, хотя исследования и конструкторские разработки ведутся уже несколько лет.

В сельском хозяйстве для послеуборочной обработки свежеубранных семян получили распространение вентилируемые бункера, в которых можно вести активное вентилирование атмосферным или подогретым с помощью электрокалорифера воздухом.

В состав установки ОБВ-100 входят 4 бункера БВ-25 и устройство для перемещения семян из одного бункера в другой.

Корпус бункера выполнен из перфорированной стали, в центре бункера расположен воздухораспределитель. Воздух, подаваемый вентилятором, радиально продувает семена и уносит влагу. Вентилирование семян сочетается с периодической их переброской в соседний бункер через каждые 4 ч вентилирования и дальнейшим вентилированием.

Семена хлопчатника в отличие от других масличных семян перед переработкой следует дополнительно увлажнять. Оптимальная влажность их около 11%. При этом влажность ядра семян должна быть равна: для семян I—III сортов 8,5-9,5 %, для семян IV сорта 9,5-10,5 %.

Переработка хлопковых семян при оптимальной влажности позволяет понизить потери масла с шелухой, выходящей с производства, и добиться увеличения выхода хлопкового масла.

Для увлажнения семян хлопчатника применяют увлажнитель ВНИИЖА.

В увлажнительном шнеке семена опрыскиваются водой с помощью форсунок и попадают в питатель, из которого семена выводятся двумя рифлеными валиками и подаются в камеру пропаривания семян, где они увлажняются и нагреваются. В верхней части камеры проложены трубопроводы для подвода пара. Пар подводится внутрь камеры также с помощью перфорированных отверстий, располагающихся по периметру камеры. Температура в камере (70- 80° С) поддерживается автоматически.

Увлажняемые семена заполняют весь объем камеры отлеживания - и выводятся из нее разгрузителем - двумя рифлеными валиками, устройство которого аналогично верхним валикам, подающим семена в камеру.

Через гибкий рукав увлажненные семена поступают на виброжелоб, где семена продуваются воздухом для удаления поверхностной влаги и понижения температуры. С этой целью верхняя часть желоба подключена к вентилятору.

Для получения из соевых семян продукта с высоким содержанием белков для комбикормовой промышленности и пищевых белков-концентратов и изолятов необходимо отделять семенную оболочку семян от соевого ядра. Возможны два варианта технологического решения - отделение семенной оболочки от ядра семян до обезжиривания и выделение семенной оболочки из обезжиренных семян. Так как основным по массе компонентом семенной оболочки является целлюлоза, то отделение семенной оболочки существенно повышает содержание белков в получаемом продукте.

При отделении семенной оболочки от ядра семян сои применяют высушивание семян сои до влажности ниже 8,5 % и последующую отлежку в течение не менее 24 ч. Во избежание глубокой денатурации белков температура соевых семян при тепловой сушке не должна превышать 60 °С. Содержание лузги, остающейся на семенах, существенно зависит от глубины высушивания семян.

При отделении оболочки из обезжиренных семян кондиционирование их тепловой обработкой не проводят.

#### **1.4 Лекция 4 (2 часа)**

**Тема:** «Подготовительные операции при переработке масличных семян»

##### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Обрушивание масличных семян и отделение ядра от оболочки.
2. Измельчение семян и продуктов их переработки.
3. Жарение мяты

### **1.4.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Обрушивание масличных семян и отделение ядра от оболочки.**

При переработке масличных семян целесообразно предварительно отделять от ядра (основной маслосодержащей ткани) низкомасличные плодовые или семенные оболочки.

Физико-механические свойства тканей масличных семян при изменении их влажности существенно меняются. В связи с этим при обрушивании большое внимание должно быть уделено созданию рационального соотношения между влажностью оболочки и влажностью ядра. Сопротивляемость ядра разрушению должна быть выше, чем оболочки. Поэтому перед обрушиванием стремятся получить у плодов и семян сухую хрупкую оболочку и влажное прочное ядро.

Плодовую оболочку подсолнечных семян разрушают на бичевой семенорушке МНР. Более совершенной моделью является центробежная обрушающая машина РЗ-МОС. Для разделения рушанки применяют аспирационные вейки Р1-МСТ.

#### **2. Измельчение семян и продуктов их переработки.**

Для извлечения масла из семян или ядра необходимо разрушить клеточную структуру их тканей. Необходимая степень измельчения достигается путем воздействия на обрабатываемый материал механических усилий, производящих раздавливающие, раскалывающие, истирающие или ударные действия. Обычно при измельчении материала используют сочетание нескольких указанных усилий.

Получаемый после измельчения материал называетсямяткой и отличается очень большой по сравнению с исходными семенами вновь образованной поверхностью, по которой происходило разрушение. Кроме разрушения клеточных оболочек при измельчении интенсивно разрушается также и маслосодержащая часть клетки. Для измельчения семян применяют однопарные, двупарные и пятивалковые станки.

#### **3. Жарение мятки**

Влаготепловая обработка мятки - приготовление мезги - является важнейшей технологической операцией подготовки мятки к извлечению масла. Под действием влаги масло в мятке переходит в относительно свободное состояние. Первый период - увлажнение мятки и подогрев - осуществляется в аппаратах для предварительной влаготепловой обработки мятки - инактиваторах или пропарочно-увлажнительных шнеках. Второй период - высушивание и нагрев увлажненной мятки - осуществляется в жаровнях различной конструкции: чанных, барабанных и шнековых.

## **1.5 Лекция 5 (2 часа)**

**Тема:** «Извлечение масла методом механического отжима. »

### **1.5.1 Вопросы лекции:**

1. Влаготепловая обработка мятки.
2. Процесс отжима масла методом прессования.

### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Влаготепловая обработка мятки.**

Если измельченные масличные семена (мятку) направить после вальцового станка в пресс, то, несмотря на большое давление, в прессе удается извлечь лишь небольшое количество (примерно 10-15 % общего содержания) масла, содержащегося в мятке.

Это обусловлено тем, что масло, распределенное в мятке в виде тонких пленок на поверхности измельченного ядра, удерживается огромными поверхностными силами,

величина которых намного больше давлений, развивающихся лучшими прессами, применяемыми для извлечения масла.

Для эффективного извлечения масла из мяты необходимо преодолеть или хотя бы заметно уменьшить поверхностные силы, удерживающие масло.

Этой цели служит влаготепловая обработка мяты - приготовление мезги, или жаренье, которое является важнейшей технологической операцией подготовки мяты к извлечению масла.

Под действием влаги масло в мяте переходит в относительно свободное состояние.

В увлажненной мяте масло содержится в легко извлекаемой форме. Но одновременно с этим мята, содержащая большое количество воды, является очень пластичным материалом, и если ее направить в таком виде в пресс, то она не окажет сопротивления прессующему воздействию в прессе и масло не отпрессуется. Чтобы отжать масло, необходимо придать мяте жесткость, уменьшив ее пластичность. Для этого необходимо снизить ее влажность и одновременно изменить физико-химические свойства составляющих ее компонентов. Это достигается действием тепла на увлажненную мяту.

При действии тепла на увлажненную мяту вначале растет активность ферментов, ухудшающих качество масла, - усиливаются гидролиз триацилглицеролов с образованием свободных жирных кислот, окисление ненасыщенных жирных кислот, происходит изменение фосфолипидов, затрудняющее их выделение из масла. Возникают также другие нежелательные изменения в липидной и нелипидной частях мяты, снижается качество продуктов, получаемых при переработке масличных семян. Существенным изменениям подвергаются белки. Нагревание мяты сопровождается глубокой денатурацией белков семян.

При нагревании мяты также снижается вязкость масла, что облегчает последующее его вытекание из прессуемого материала.

В результате этих взаимосвязанных изменений под действием влаги и тепла мята изменяет свои химические и физико-механические свойства и превращается в мезгу.

В производственных условиях процесс влаготепловой обработки (приготовление мезги) складывается из двух периодов.

**Первый период** - увлажнение мяты и подогрев - осуществляется в аппаратах для предварительной влаготепловой обработки мяты - инактиваторах или пропарочно-увлажнительных шнеках. Интенсивное кратковременное нагревание мяты до температуры 80-85 °С с одновременным увлажнением служит для равномерного распределения влаги в мяте и инактивирования ферментных систем семян. В течение этого периода происходит процесс избирательного смачивания и основная работа по уменьшению связанности масла с нелипидной частью семян на поверхности частиц мяты.

**Второй период** - высушивание и нагрев увлажненной мяты - осуществляется в жаровнях различной конструкции. Влажность готовой мезги доводят до уровня, обеспечивающего достижение физико-механических свойств, необходимых для работы шнекового пресса данного типа, путем придания желаемого уровня денатурации белковых веществ в мезге.

Специфической особенностью этого процесса является сушка мяты в высоком или толстом слое (более 300 мм). При этом возникает явление самопропаривания - водяной пар, удаленный из нижних слоев (подогрев мезги ведется преимущественно снизу через днище чанов), проходит через толстый слой мяты и способствует частичному распаду (дезагрегированию) комков, образованных при увлажнении в первом периоде влаготепловой обработки.

При влаготепловой обработке также образуются спекшиеся, трудно дезагрегирующие частицы мезги - вторичные структуры, состоящие из денатурированных белков, из которых отжим масла затруднен.

Конечная влажность готовой мезги низкая, материал подсушивают при непрерывно повышающихся температурах (80-105 °C).

Первый период влагогепловой обработки ведут в шнековых инактиваторах.

Второй период влаготепловой обработки ведут в обогреваемых водяным паром жаровнях - чанных, барабанных и шнековых.

В настоящее время **чанные жаровни** являются наиболее совершенными. Они состоят из 5, 6 или 7 чанов, работающих последовательно. Для перемешивания мякти в каждом чане предусмотрены мешалка, перепускные устройства для мякти, патрубок для отвода водяных паров, а также устройство для ввода острого пара.

Чаны шестичанной жаровни Ж-68 расположены один под другим, по вертикальной оси проходит общий вал, на котором в каждом чане закреплены ножи мешалки. Диаметр чанов 2100 мм, высота 435 мм.

Один из видов **барабанной жаровни**, применяемой в промышленности, имеет диаметр 920 мм, обогрев осуществляется через паровую рубашку поверхностью 10,25 м<sup>2</sup>.

**Шнековые жаровни** в промышленности чаще всего применяются только для первого периода влаготепловой обработки в качестве пропарочно-увлажнительного аппарата. Шнековая жаровня представляет собой транспортный шнек, к которому подведен пар, конденсат или вода, подающиеся в мякти через трубы или форсунки. Обогрев желоба шнека осуществляется через наружную паровую рубашку глухим паром.

Качество мезги, приготовленной в шнековых и барабанных жаровнях, ниже, чем в чанных, прежде всего из-за высокой неоднородности мезги по физико-механическим свойствам. Этим объясняется ограниченное использование их в промышленности.

## 2. Процесс отжима масла методом прессования.

В современной технологии производства растительных масел прессование как способ извлечения масла из семян чаще всего предшествует окончательному обезжикиванию материала органическим растворителем экстракции. Только в сравнительно небольших объемах используют чисто прессовый отжим масла.

В начале отжима масла из мезги прессуемый материал уплотняется, сближаются частицы мезги и соприкасаются поверхностные слои масла, расположенные на сближающихся (контактирующих) при уплотнении материала частицах. Толщина слоев масла увеличивается, и масло из-за непрерывного увеличения толщины слоя уже не удерживается поверхностными силами на частицах, тем более что общая поверхность частиц все время уменьшается, и начинает выделяться в свободном состоянии.

При дальнейшем уплотнении мезги частицы ее деформируются и масло начинает течь не только с поверхности, но и по внутренним капиллярам деформируемых частиц. Дальнейшее увеличение давления на материалы ведет к сплавлению частиц. Этому способствует возрастание температуры материала из-за превращения части механической энергии в тепловую. В результате роста давления и температуры пластичность мезги значительно возрастает, мезга перестает воспринимать давление, и отжим масла практически прекращается, хотя внутри материала еще остается некоторое количество масла.

Зависимость между конструкцией пресса и физико-механическими свойствами прессуемой мезги является очень сложной, так как в ходе прессования непрерывно уменьшается содержание масла в материале продолжается денатурация белковых веществ и изменяется температура мезги, в результате чего физико-механические свойства мезги непрерывно изменяются.

Шнековый пресс состоит из разъемного ступенчатого цилиндра, стенки которого выполнены из стальных пластин, уложенных в каркасе цилиндра так, что между

пластинами имеются узкие щели для выхода отпрессованного масла, и шнекового вала, составленного из отдельных винтовых звеньев, разделенных промежуточными цилиндрическими или коническими кольцами.

Разъем цилиндра может быть выполнен по горизонтали или вертикали. В прессах новых конструкций применяют главным образом вертикальный разъем. В месте разъема помещают два комплекта фигурных ножей, необходимых для предотвращения проворачивания прессуемого материала вместе со шнековым валом и для очистки колец и винтов от прилипающей мезги.

Прессуемый материал (мезга) поступает через питатель внутрь ступенчатого цилиндра, так называемого зеера (цедилки), или зерного барабана, захватывается там витками шнекового вала и перемещается к выходу из пресса. Особенностью шнекового пресса является непрерывное уменьшение транспортирующей способности (производительности) шнекового вала от точки поступления мезги в пресс и до ее выхода из пресса. Это достигается несколькими способами, прежде всего путем уменьшения шага витков шнекового вала и свободного пространства между телом шнекового вала и внутренней поверхностью зерного барабана к выходу из пресса. Поэтому прессуемый материал, попавший внутрь пресса, сначала уплотняется, а затем начинает сжиматься тем сильнее, чем дальше продвигается он вдоль оси шнекового вала.

Следовательно, отжатие масла из мезги в шнековом прессе происходит в результате постоянного уплотнения ее вследствие уменьшения производительности шнекового вала по направлению к выходу из пресса и непрерывного сокращения свободного объема внутри зерного цилиндра для прохода мезги через пресс.

Чтобы повысить давление на прессуемый материал, на выходе из пресса устанавливают регулирующее устройство (конус, диафрагму, кольца), позволяющее изменять ширину выходного кольцевого отверстия и соответственно толщину выходящего жмыха.

В прессах, предназначенных для получения жмыха заданной формы и размеров, устройство на выходе из пресса представляет собой матрицу -фильтру с отверстиями различного размера и формы. Это позволяет получать гранулированный жмых.

Величина максимального давления, развиваемого шнековым прессом, зависит от физико-механических свойств мезги, созданной в ходе влаготепловой обработки, ее влажности и температуры. Только при определенном для данного типа пресса сочетании температуры, влажности и обусловленных ими пластических свойств, приготовленной мезги возможен максимальный отжим масла в прессе.

При поступлении в пресс мезги влажностью, превышающей оптимальный уровень, ее пластические свойства проявляются задолго до развития максимума давления, возможного для данной конструкции пресса. Влажная мезга не формируется в виде жмыха-ракушки и выходит из пресса в виде бесформенной мягкой массы. Отпрессовывания масла практически не происходит/ величина нагрузки по амперметру электродвигателя пресса в этом случае близка к величине холостого хода электродвигателя.

При пересушенной мезге, влажность которой ниже оптимальной для данного пресса, максимально возможное давление, развиваемое прессом, оказывается ниже давления, необходимого для появления у мезги пластических свойств. Из пресса в этом случае выходит 'не жмых-ракушка, а сыпучий несформированный материал в виде муки или крупки. Нагрузка на электродвигатель пресса по амперметру находится за пределами допустимой, в результате чего возможна поломка пресса (разрушение зерного барабана, обрыв шнекового вала) или его остановка под нагрузкой (запрессовывание), если своевременно срабатывает электрическая защита электродвигателя или механическая защита, предусмотренная конструкцией пресса.

Температура процесса прессования существенно влияет на эффективность отжима масла и работу пресса, на холодном, неразогретом прессе невозможно получить жмых-

ракушку низкой масличности, поэтому в случае пуска шнекового пресса после длительной остановки мезга должна поступать в пресс сначала в небольших количествах до полного разогрева прессами достижения теплового равновесия между теплом, которое приносится мезгой и образуется в процессе отжима (в результате преобразований механической энергии прессования в тепловую при трении частиц мезги друг о друга, щнековый вал и о зеерный барабан), и теплом, уходящим из пресса вместе с маслом и жмыхом, теплопотерями конструкции пресса в окружающую среду.

Если тепловое равновесие работающего щнекового пресса нарушается, то изменяются технологические характеристики его работы. Иногда это свойство пресса используют сознательно. Так, при орошении зеерного барабана пресса маслом для освобождения зеерных щелей от частиц мезги, выходящих из зеерного барабана вместе с отпрессованным маслом, одновременно наблюдается некоторое снижение температуры зеерного барабана и масличности получаемого жмыха, выходящего из пресса.

Понижение температуры прессования в этом случае ведет к некоторому снижению пластических свойств прессуемой мезги, и в результате этого максимальное давление, развиваемое прессом, возрастает. В зависимости от давления на прессуемый материал и масличности выходящего жмыха щнековые прессы делятся на прессы предварительного (неглубокого) съема масла (форпрессы) и прессы окончательного (глубокого) съема масла экспеллеры.

Форпрессы широко применяются в технологических схемах экстракционных заводов. Характерной особенностью форпрессов является высокая производительность, при переработке подсолнечника она равна 80-300 т/сут (в пересчете на семена), при сравнительно невысоком съеме масла - 60-85 % общего содержания в семенах (масличность жмыха 14-18 %). В связи с этим частота вращения щнекового вала у форпрессов большая (36-72 об/мин), толщина выходящей ракушки 8-12 мм.

Прессы глубокого съема работают со значительно меньшей производительностью (18-30 т/сут также в пересчете на подсолнечные семена), но зато масличность жмыха у них 4-7 %. Это обусловлено длительным нахождением материала в прессе (220-225 с) вследствие медленного вращения вала (5-18 об/мин) и небольшой ширины выходной кольцевой щели для жмыха - толщина ракушки, выходящей из пресса, находится в пределах 3-5 мм.

Разновидностью прессов глубокого съема являются щнековые прессы однократного окончательного отжима, в которых мезга сначала подвергается относительно слабому предварительному, а затем окончательному глубокому отжиму. В отдельных случаях такие прессы могут быть использованы при изменении режима работы (прежде всего часто вращения щнековых валов) как прессы предварительного прессования.

В масложировой промышленности находит применение форпресс МП-68, предназначенный для предварительного отжима масла из мезги масличных семян. Зеерный барабан пресса четырехступенчатый, выполнен с вертикальным разъемом и состоит из двух шарнирно-соединенных цельнолитых половин. Внутри зеерного барабана проходит щнековый вал, имеющий девять витков. Частота вращения вала (18, 24 или 37 об/мин) регулируется трехскоростным электродвигателем привода. При распрессовках пресса возможно проворачивание вала щнека в обратную сторону переключением двигателя.

При работе щнекового пресса МП-68 на мезге из подсолнечных семян производительность одного пресса составляет 70 т/сут (в пересчете на семена). При толщине жмыха 9-12 мм и частоте вращения 24 об/мин масличность жмыхов колеблется в пределах 16-18 %. Вместе с маслом из пресса МП-68 через щели зеерного барабана выходит относительно немного мезги (осыпи, или обратного товара) - 1,5-2,5 % массы переработанных семян.

При переработке мезги из семян хлопчатника масличность жмыха ниже (11-12 %), а частота вращения шнекового вала выше - 37 об/мин. Производительность пресса, толщина ракушки в этом случае такие же, как и при переработке подсолнечника.

Кроме пресса МП-68 в масложировой промышленности находят применение шнековые прессы ХСП-26 и ЕТП-20.1, а также прессы-грануляторы Г-24.

Первые два предназначены для предварительного отжима масла из мезги.

Шнековый пресс-гранулятор Г-24 предназначен для отжима масла из мезги масличных семян с одновременным получением строго калиброванных гранул жмыха заданной формы.

Основное отличие пресса-гранулятора Г-24 от уже рассмотренных шнековых прессов заключается в том, что вместо конусного устройства, регулирующего толщину жмыха на выходе из пресса, предусмотрено устройство для формирования жмыховых гранул. Это устройство включает в себя съемные матрицы-фильтры с отверстиями различных форм и размеров. Для подачи мезги на матрицу на валу пресса установлен трехзаходный разгрузочный виток.

При переработке семян хлопчатника производительность пресса-гранулятора не ниже производительности пресса МП-68 при масличности гранул 10 %. Частота вращения шнекового вала 24 об/мин, диаметр отверстий в матрице 6,5 мм, гранул 25 мм. При работе пресса-гранулятора можно достичь высокой производительности при сравнительно небольшом повышении масличности жмыха (гранул), используя матрицу с мелкими (относительно) отверстиями. Применение матрицы, несмотря на большую суммарную площадь для выхода жмыха, позволяет создать более высокое давление в прессе, чем в прессе обычной конструкции с кольцевым выходом жмыха, в котором увеличение сечения кольцевой щели ведет к резкому падению давления пресса.

В последнее время в масложировой промышленности используются шнековые прессы РЗ-МОА-10, которые должны заменить прессы других типов. Они выпускаются машиностроительными предприятиями в составе маслоотжимного агрегата РЗ-МОА.

Агрегат РЗ-МОА состоит из семичанной жаровни, шнекового пресса с питателем, крана-укосины с электроталью, применяемого при разборке и сборке зеерного цилиндра пресса. Агрегат снабжен автоматическим регулированием уровня мезги в верхнем чане жаровни. Жмых, выходящий из пресса, может иметь структуру ракушки или гранул. Частота вращения шнекового вала пресса 42- 72 об/мин, производительность пресса 300 т/сут в пересчете на семена подсолнечника, масличность жмыха 14-16 %. Семичанская жаровня агрегата состоит из чанов диаметром 3000 мм, общая поверхность нагрева жаровни 80 м.

Как правило, шнековые прессы предварительного прессования могут быть укомплектованы запасными частями, которые позволяют заменить шестерни редуктора и шкивы привода пресса таким образом, чтобы частота вращения шнекового вала понизилась до 8-12 об/мин, установить другие витки на шнековом валу и ножи зеерного барабана, уменьшить ширину щелей для выхода масла между пластинами зеерного барабана и толщину жмыха, выходящего из пресса.

Такое изменение конструкции пресса существенно уменьшает производительность пресса, но одновременно резко снижает масличность жмыха - пресс предварительного прессования превращается в шнековый пресс окончательного отжима. Отжим масла в прессе окончательного отжима требует мезги с меньшей влажностью и более высокой температурой, поэтому кроме изменения конструкции пресса необходимо изменить режим работы жаровни пресса.

## **1.6 Лекция №6 (2 часа)**

**Тема:** «Извлечение масла методом экстракции органическими растворителями»

### **1.6.1 Вопросы лекции:**

1. Различные способы экстракции.
2. Обработка мисцеллы и ее рафинация.
3. Отгонка растворителя из мисцеллы.
4. Отгонка растворителя из шрота.

### **1.6.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Различные способы экстракции.

Прессовым способом невозможно добиться полного обезжиривания материала, так как на поверхности жмыха всегда остаются тончайшие слои масла, удерживаемые большими поверхностными силами.

Силы, удерживающие масло в поверхностных слоях, во много раз превышают давления, развиваемые современными прессами. Единственным способом, позволяющим обеспечить практически полное извлечение масла, является экстракционный способ, при котором силы, переводящие масло в раствор, превосходят силы, удерживающие масло в экстрагируемом материале.

Потери масла в производстве слагаются из потерь его с лузгой (шелухой), отделяемой от семян, потерь со жмыхом окончательного прессования (на прессовом заводе) или со шротом (на экстракционном заводе) и неучтенных потерь масла, которые могут быть приняты для сравниваемых заводов одинаковыми.

Появление и величина неучтенных потерь обусловлены расхождением между теоретическим выходом масла, рассчитываемым заводской лабораторией на основании анализов среднесменных и среднесуточных отборов проб перерабатываемых семян, и действительным выходом масла в реальных условиях производства.

Величина масличности лузги на прессовом и экстракционном заводах различна - на прессовом она, как правило, выше. На прессовых за водах требуется более полно отделять лузгу от ядра и поэтому приходится применять более жесткие режимы обрушивания семян, неизбежно ведущие к увеличению дробления ядра и замасливанию лузги, добиваться более тщательного разделения лузги и ядра, что связано с увеличением продолжительности обработки рушанки. Поэтому и выходы лузги на сравниваемых заводах будут неодинаковыми - на экстракционном выход лузги, отделяемой от ядра, будет ниже, чем на прессовом.

В нашей стране в качестве растворителей для извлечения масла из растительного сырья применяют экстракционный бензин марки А (ТУ 38.101303-72) и нефрас (ОСТ 38.01199-80) с температурой кипения в пределах 63-75 °C. Более перспективным является нефрас с более узким интервалом кипения (65-75 °C).

Растворитель для экстракции растительных масел должен иметь прежде всего хорошую растворяющую способность по отношению к маслу. Желательно, чтобы никакие другие компоненты масличного сырья, кроме масла, в нем не растворялись, чтобы растворитель и раствор масла в нем (мисцелла) не действовали разрушающе на производственную аппаратуру, в которой ведется экстракция. Необходимо также, чтобы растворитель обладал способностью полностью удаляться из масла и экстрагируемого материала в узком температурном интервале, что возможно для химически индивидуальных веществ и при возможно более низких температурах, не был вреден для здоровья обслуживающего персонала завода и не был взрыво- и пожароопасным. Наконец, для применения в масложировой промышленности растворитель должен быть достаточно экономичным.

Растворители, применяемые в промышленности, не являются химически чистыми веществами, поэтому интервал температур начала и конца кипения составляет 10-12 °С. Как уже отмечалось, экстракционный бензин марки А и нефрас начинают кипеть при температуре 63 °С, а полностью выкипают при 75 °С.

Кроме экстракционного бензина и нефраса в нашей промышленности и за рубежом применялись хлорированные алифатические углеводороды, ароматические углеводороды, а также алифатические спирты и кетоны. В настоящее время из-за высокой токсичности хлорированные и ароматические углеводороды в качестве растворителей в масложировой промышленности не применяются. Не применяются также для промышленной экстракции растительных масел алифатические спирты и кетоны, хотя лабораторные исследования показали возможность их применения в некоторых специальных случаях для получения одновременно с маслом других химических веществ семян (госципола, белков),

Эффективная экстракция масла органическими растворителями невозможна без тщательной подготовки экстракционного материала.

Важнейшим из требований к материалу, направляемому на экстракцию, является максимальное разрушение клеток, составляющих его ткани. Наибольшее разрушение происходит при измельчении ядра или семян на вальцовых станках. Дальнейшие технологические операции - влаготепловая обработка мякти при приготовлении мезги, механические воздействия на материал при прессовании, при подготовке к измельчению жмыхи и получение из него структурированного материала - лепестка, гранул, крупки - также сопровождаются продолжающимся разрешением клеточных структур.

Для материала, подготовленного к экстракции, кроме максимального вскрытия клеток необходима также высокая проницаемость его слоя для растворителя.

Максимальное разрушение клеточной структуры семян, отсутствие вторичных структур, наличие больших по сечению прямых пор, механическая прочность лепестка, гранул, крупки в слое, минимальное содержание мучнистости частиц - характерные черты идеальной структуры материала, подготовленного для экстракции.

В связи с рассмотренными особенностями внутренней структуры жмыхов, обусловленными интенсивными тепловыми воздействиями на мякти при влаготепловой обработке перед прессованием и в ходе самого прессования мезги, выявляются преимущества технологии прямой экстракции или экстракции сырой мякти (сырого лепестка). В этом случае исключаются значительные тепловые воздействия на масло, особенно на белки семян, неизбежные при прессовании мезги, упрощается технологическая схема производства. Особое значение прямая экстракция приобретает при последующем получении пищевых белков из шрота, так как влаготепловая обработка даже перед форпрессованием значительно снижает биологическую ценность белков. В то же время для многих масличных семян прямая экстракция пока не применяется.

Наиболее трудной задачей при переработке семян прямой экстракцией является приданье обезжиrivаемому материалу механически прочной легкоэкстрагируемой структуры. Исключение составляют соевые семена, для которых создание подобной структуры относительно несложно. Большинство же масличных семян и плодов при измельчении превращается в порошок, трудно проницаемый для растворителя. Поэтому при подготовке к прямой экстракции на измельчение должен поступать материал более высокой влажности, чем при измельчении перед прессованием. Но на эффективность экстракции отрицательно влияет повышенная влажность экстрагируемого материала. Масличность шрота с ростом влажности материала быстро возрастает. Повышенная влажность материала не только ухудшает смачивание влажного материала гидрофобным растворителем, но и снижает проницаемость для растворителя слоя легкослеживающегося в экстракторе влажного материала. Поэтому полученный влажный измельченный материал (из-за высокой пластичности белков дающий тонкий лепесток) подвергают затем осторожному быстрому высушиванию, чтобы придать ему механическую прочность

и сохранить в ходе последующего обезжиривания растворителем его структуру, полученную при измельчении. В то же время пересушивать лепесток нельзя.

Материал низкой влажности при перемещении его в экстракционный цех легко разрушается и образует много мелочи, которая приводит к уплотнению слоя материала в экстракторе и затрудняет проникновение растворителя в слой экстрагируемого материала.

Стремлением получить легко экстрагируемый материал объясняется применение в промышленности прессов-грануляторов, способных работать при более низких температурах и более высокой влажности мезга по сравнению с прессами предварительного прессования обычного типа. Гранулирование жмыха обеспечивает повышение однородности размеров частиц и большую пористость их слоя. Структуры гранул более проницаемы для растворителя.

В реальных условиях экстракции приходится учитывать дополнительные факторы. Так, масло в экстрагируемом растительном материале находится не в свободном состоянии, а всегда удерживается силами различной интенсивности.

Например, в форпрессовом жмыхе масло содержится в виде поверхностных пленок, удерживаемых поверхностными силами на внешней и внутренней поверхностях жмыха, в капиллярах, пронизывающих жмых, и частично в неразрушенных структурах - в клетках, оставшихся целыми, несмотря на все подготовительные операции, а также во вторичных структурах, возникших при операциях получения жмыха - влаготепловой обработке и прессовании.

Поэтому при экстракции масло извлекается с различной скоростью: сначала поверхностное масло, как правило, очень быстро, путем конвективной диффузии, затем (или одновременно, но медленнее) капиллярное и наиболее медленно масло из неразрушенных клеток и вторичных структур путем молекулярной диффузии. На поверхности частицы, омываемой растворителем, образуется пограничный слой мисцеллы, в котором перенос вещества идет как в виде молекул, так и группами молекул.

Необезжиренные семена или ядра семян при прямой экстракции и форпрессовый жмых при экстракции с предварительным обезжириванием перед поступлением на экстракцию должны быть обработаны с целью придания им структуры, обеспечивающей максимальное извлечение масла органическими растворителями в экстракционной аппаратуре.

Для большинства применяемых в промышленности экстракционных установок и масличных культур такими структурами являются сырой лепесток, крупка из форпрессового жмыха, форпрессовый лепесток и гранулы после прессов-грануляторов.

Получение сырого лепестка осуществляют на вальцовых станках, дающих материал лепестковой структуры. Перед поступлением на вальцовые станки семена или ядра семян слегка подогревают, иногда увлажняют, а после получения лепестка подсушивают подогретым воздухом на специальных сетчатых сушилках.

Для получения крупки форпрессовый жмых обрабатывают в такой последовательности: сначала грубое дробление ракушки непосредственно при выходе из пресса, затем второе дробление на валковых или других дробилках. Для калибрования крупки с целью улучшения экстрагируемости и охлаждения крупки применяют коническое вращающееся сито, имеющее ситовую поверхность сначала с прямоугольными отверстиями размерами 2,5x20 мм, а затем с отверстиями диаметром 10 мм для подсолнечного и 16 мм для хлопкового жмыха.

Пройдя дробление, форпрессовый жмых-ракушка поступает внутрь вращающегося сита, Откалиброванная крупка идет проходом через вторую (по ходу материала) часть сита, сходом идет крупная ракушка на повторное измельчение, а проходом сквозь первую часть сита идет мелочь, которая смешивается с мякотью и подвергается повторному прессованию. Откалиброванная крупка идет на экстракцию или на получение из нее лепестка. Производительность сита по жмыху - до 300 т/с.

Для получения из форпрессовой крупки лепестка ее подвергают влаготепловой обработке (увлажнению и подогреву) в жаровнях, целью которой является создание у крупки необходимых пластичных свойств. Затем из жаровни крупка влажностью 8,5-9,5 % и температурой 80-85 °С поступает на плющильные вальцовки, на которых получают лепесток толщиной 0,25-0,5 мм.

Температура материала, поступающего на экстракцию, должна быть на 5 ° С ниже температуры кипения растворителя и не должна превышать 50 ° С при обезжиривании бензином марки А и нефрасом. Если температура экстрагируемого материала превышает этот уровень, материал необходимо охладить.

Процесс экстракции растительных масел чаще всего ведут способами погружения экстрагируемого материала в противоточно-движущийся растворитель - перемещающегося обрабатываемого материала. Другие способы экстракции распространены меньше.

Экстракция погружением. Масло из масличного материала извлекается в процессе непрерывного прохождения его через поток растворителя в условиях противотока, при котором и растворитель, и экстрагируемый материал непрерывно передвигаются относительно друг друга.

К преимуществам экстракции погружением относятся высокая скорость экстракции и малая продолжительность процесса обезжиривания, простота конструктивного оформления экстракционных аппаратов и малые площади, занимаемые ими, высокий коэффициент полезного использования геометрического объема (до 98 %) аппарата, предотвращающий возможность образования в аппаратах взрывоопасных смесей воздуха и растворителя.

Недостатками способа являются низкие концентрации конечных мисцелл, относительно высокое содержание примесей в мисцелле и связанная с этим сложная система ее фильтрации, большие размеры экстракторов по высоте.

По способу погружения работает вертикальный шнековый экстрактор НД-1250. Экстрактор состоит из загрузочной колонны с декантатором, горизонтального шнека и экстракционной колонны. Внутри корпуса экстрактора установлены перфорированные рабочие шнеки, которые приводятся во вращение от электродвигателя через редукторы. Диаметры отверстий в витках шнеков: 10 мм в экстракционной колонне и горизонтальном шнеке и 8 мм в загрузочной колонне. В верхней части шнекового вала экстракционной колонны установлен сбрасыватель шрота. В декантаторе происходят самофильтрация мисцеллы через слой экстрагируемого материала, а также ее отстаивание. Растворитель вводят через форсунки в верхней части экстракционной колонны.

Производительность модернизированного экстрактора НД-1250 при переработке форпрессового лепестка 500 т/сут (в пересчете на подсолнечные или хлопковые семена).

В экстрактор подается 11 м<sup>3</sup> бензина или нефраса в час, концентрация мисцеллы 15-20 %, масличность шрота не выше 1 %.

Экстракция ступенчатым орошением. В данном случае непрерывно перемещается только растворитель, а экстрагируемый материал остается в покое в одной и той же перемещающейся емкости или на движущейся ленте.

Экстракция масла способом орошения обеспечивает получение мисцеллы повышенной концентрации и более чистой в результате самофильтрации ее через слой экстрагируемого материала. К недостаткам способа относят большую длительность экстракции, невысокий коэффициент использования геометрического объема (не более 45 %) аппарата и возможность образования взрывоопасных концентраций смеси паров растворителя и воздуха внутри аппарата, более сложную систему прокачки растворителя и значительное (до 9 шт.) количество насосов в ней.

По способу ступенчатого орошения работает горизонтальный ленточный экстрактор МЭЗ, который представляет собой сварную прямоугольную коробку из листовой стали, внутри которой расположен металлический пластинчатый транспортер,

являющийся рабочим органом экстрактора. Транспортер состоит из рамок, прикрепленных болтами к щекам двух цепей, которые образуют каркас горизонтального пластиначатого транспортера. К рамам крепятся стальные перфорированные листы, называемые подкладными, с ячейками 8x8 или 20x20 мм. Подкладные листы обтянуты сверху металлической сеткой с ячейками 0,8X0,8 мм.

Лента приводится в движение от электродвигателя через редуктор и храповой механизм. Скорость ленты может изменяться вариатором от 0,7-10-3 до 1,5-10-3 м/с.

Вся верхняя часть транспортера условно разбита на восемь зон орошения, поэтому под верхней (рабочей) частью установлено восемь сборников мисцеллы и два для сбора мисцеллы, промывающей ленту экстрактора, и мисцеллы, перетекающей из последнего рециркуляционного сборника. Для предотвращения стекания растворителя по поверхности экстрагируемого материала в шротовыводной бункер ось ведущей звездочки установлена на 150 мм выше ведомой. Таким образом транспортер является наклонным.

Нижняя ветвь ленты нерабочая. Сетку ленты очищают от частиц экстрагируемого материала щетками и промывают мисцеллой.

Чтобы во время экстракции растворитель не проходил через слой материала по одним и тем же каналам, поверхность материала рыхлится на глубину 100 мм специальными подвесными рыхлителями. Мисцелла в зону орошения подается четырехсекционными блок-насосами, перед подачей на орошение мисцелла подогревается. Экстрагируемый материал сначала орошается мисцеллой убывающей концентрации, а затем растворителем.

Мисцелла или растворитель, фильтруясь через слой материала, экстрагирует из него масло и в виде более крепкой мисцеллы, чем та, которая поступила на орошение, стекает в расположенный под этим участком сборник.

Мисцелла и материал движутся противотоком. Движение мисцеллы к выходу из экстрактора происходит только через мисцеллосборники. В стенках сборников находятся переливные отверстия, расположенные по нисходящей линии, понижаясь в сторону, противоположную движению материала. При циркуляции мисцелла подается на орошение "на себя", т. е. мисцелла, забираемая из сборника, секцией насоса подается на орошение своей же зоны. Следовательно, мисцелла образует замкнутый цикл циркуляции в своей зоне.

Над экстрагируемым материалом установлено 16 оросителей для мисцеллы и один для орошения растворителем. Кроме того, два оросителя установлено для промывки ленты. При экстракции форпрессового подсолнечного лепестка толщина слоя на ленте должна быть 1,1-1,3 м, продолжительность экстракции 170-190 мин, количество подаваемого бензина или нефраса 5-6 м<sup>3</sup>/ч. Количество рециркуляционной мисцеллы, подаваемой на каждую ступень орошения, 20 м<sup>3</sup>/ч. Производительность экстрактора 380 т/сут (в пересчете на подсолнечные семена), концентрация мисцеллы 25-30 %, масличность шрота не выше 1 %.

Другие типы ленточных экстракторов, используемые в нашей стране (ДС-70, ДС-130), в принципе не отличаются от описанного.

Наиболее совершенным экстрактором в настоящее время является роторный карусельный экстрактор. Это камерный противоточный аппарат, работающий по принципу многоступенчатого орошения экстрагируемого материала растворителем в режиме "затопленного слоя". Известны экстракторы в одно- и двухъярусном исполнении.

## 2. Обработка мисцеллы и ее рафинация.

Содержание твердых примесей в мисцелле может достигать 0,8-1 % к массе. В то же время устойчивая работа оборудования экстракционного цеха по обработке мисцеллы возможна только при содержании твердых частиц в мисцелле не более 0,2 % по массе.

Примеси мисцеллы отрицательно влияют на технологию ее обработки. Механические примеси при отгонке растворителя из мисцеллы повышают отстой в масле,

образуя нагар на греющих поверхностях устройств для отгонки растворителя, ухудшают условия теплопередачи в установках и снижают качество экстракционного масла. Нежелательны примеси также при рафинации мисцеллы.

При выборе методов очистки мисцеллы определяющим является содержание примесей в мисцелле. Если содержание примесей высокое, например, у мисцеллы из экстракторов, работающих по способу погружения, то применяют отстойники, гидроциклоны, собранные в батарею, а также ротационные (дисковые) и патронные фильтры.

Если же содержание примесей невелико, например, в мисцелле из экстракторов, работающих по способу ступенчатого орошения, то мисцеллу обрабатывают раствором электролита (5 %-ным водным раствором NaCl) в коагуляторе.

Наиболее совершенными являются ротационные дисковые фильтры, предназначенные для фильтрации мисцеллы, содержащей от 0,1 до 1 % твердых частиц.

Ротационный дисковый фильтр состоит из горизонтального цилиндра с плоским дном и крышкой, внутри которого расположен полый вал с коллектором для очищенной мисцеллы. На коллекторе крепятся семь дисков, каждый из которых состоит из десяти фильтрующих секторов, обтянутых фильтровальной тканью без ворса - капроном, нейлоном или бельтингом. На корпусе фильтра расположен люк, через который можно вынимать любой сектор для замены фильтр-ткани. Вал фильтра вращается с частотой 16-70 об/мин, максимальное число оборотов диска необходимо для очистки фильтр-ткани от шлама, который выводится в виде суспензии в экстрактор через определенные промежутки времени, определяемые в процессе фильтрации. Мисцелла из экстрактора поступает в междисковое пространство фильтра, фильтруется через фильтр-ткань, а затем через коллектор и полый вал выводится из фильтра. На один экстрактор НД-1250 устанавливается два ротационных дисковых фильтра. Производительность фильтра  $9 \text{ м}^3/\text{ч}$  мисцеллы, поверхность фильтрации  $16,8 \text{ м}^2$ , диаметр дисков 1,4 м. Рабочая частота вращения писков 26 об/мин, содержание отстоя в очищенной мисцелле после фильтрации 0,02 % по массе.

Менее совершенными являются патронные фильтры, которые также предназначены для работы с мисцеллой, в которой содержится большое количество твердых частиц.

Патронный фильтр представляет собой цилиндрический резервуар с коническим дном, внутри которого расположено двадцать пять металлических патронов крестообразного сечения с перфорированной поверхностью, обтянутой фильтр-тканью. В верхней части патроны соединены с коллектором для отвода чистой мисцеллы. Нефильтрованная мисцелла поступает в межпатронное пространство, фильтруется сквозь ткань, проходит внутрь патрона и поднимается в коллектор. Осадок остается на внешней ткани патрона.

Для освобождения патронов от осадка (1-2 раза в смену) прекращают подачу мисцеллы в патронный фильтр и через коллектор подают поток воздуха в направлении, противоположном обычному движению фильтруемой мисцеллы. При этом фильтрующая ткань, которая при фильтрации мисцеллы плотно облегала крестообразные патроны, восстанавливает цилиндрическую форму, слой шлама ломается и падает в конусную часть фильтра. Отсюда шлам поступает в экстрактор.

Фильтрующая поверхность патронного фильтра  $15 \text{ м}^2$ , содержание отстоя в очищенной мисцелле 0,02 % по массе. Максимально допустимое давление внутри аппарата 0,2 МПа.

Известны и другие типы фильтров для мисцеллы - мешочные, фильтр-пресссы, которые, так же как и патронные и ротационные, работают периодически, хотя при установке не менее двух (в батарее) способны непрерывно обрабатывать всю поступающую мисцеллу.

Использование экстракторов ступенчатого орошения, дающих относительно чистую мисцеллу, значительно упрощает очистку мисцеллы.

### 3. Отгонка растворителя из мисцеллы.

В мисцелле, выходящей из экстрактора, при экстракции способом погружения материала в растворитель содержится до 10-15 % масла и при экстракции способом многократного ступенчатого орошения – до 30-35 %.

Мисцелла представляет собой раствор двух жидкостей - летучей (растворителя) и нелетучей (масла). Чем выше концентрация мисцеллы, тем ближе ее свойства к свойствам масла. Пока концентрация мисцеллы невелика, отгонка растворителя сводится к обычному процессу выпаривания. По мере возрастания концентрации мисцеллы температура ее кипения очень быстро возрастает, и одним нагреванием полностью отогнать растворитель (без глубоких нежелательных изменений качества масла) невозможно.

Для ускорения процесса и уменьшения температуры применяют отгонку растворителя под вакуумом. Но эффективность действия вакуума по мере увеличения концентрации мисцеллы также снижается. Поэтому отгонку растворителя проводят, применяя еще и острый пар, подаваемый в мисцеллу. В присутствии нагретого водяного пара отгонка растворителя возможна без сильного перегрева масла.

Основные требования к процессу отгонки растворителя из мисцеллы диктуются качеством готового экстракционного масла - наиболее полная отгонка растворителя при минимальных температурах и минимальной продолжительности процесса.

Осуществить эти требования можно только при ступенчатом ведении отгонки растворителя, по-разному воздействуя на мисцеллу по мере возрастания содержания в ней масла. В производстве операцию отгонки называют дистилляцией мисцеллы.

Наиболее распространены трехступенчатые технологические схемы дистилляции мисцеллы. На первой ступени дистилляции мисцелла обрабатывается в трубчатом пленочном дистилляторе, после которого частично упаренная мисцелла поступает на вторую ступень - в такой же дистиллятор. После второй ступени высококонцентрированная мисцелла подается на третью, а иногда и четвертую ступень - в окончательный распылительный дистиллятор, из которого непрерывно откачивается готовое масло.

Первые ступени дистилляции обычно проводятся при атмосферном давлении, последние - при остаточном давлении 4-6 кПа.

Трехступенчатая дистилляционная установка НД-1250 состоит из двух пленочных дистилляторов, работающих последовательно, и окончательного дистиллятора.

Пленочный дистиллятор состоит из трубчатой секции и сепаратора. Длина трубок 5 м, внутренний диаметр 30 мм, общая поверхность нагрева 100 м<sup>2</sup>. Мисцелла, имеющая концентрацию 12-20 %, температуру 70-75 °С (после подогрева в теплообменнике), насосом подается в нижнюю часть трубок.

Проходя по трубкам, в межтрубное пространство которых вводится перегретый пар при температуре 180-220 °С и давлении 0,3 МПа, мисцелла примерно на  $\frac{1}{3}$  высоты трубок начинает кипеть. В процессе кипения мисцеллы образуется большое количество паров растворителя, увлекающих мисцеллу с большой скоростью вверх в виде тонкой пленки, покрывающей внутреннюю поверхность нагретых паром трубок. Благодаря тонкому слою мисцеллы из нее очень быстро испаряется растворитель. Смесь паров растворителя и мисцеллы попадает на пластины сепаратора и отбрасывается к стенкам. Отсюда мисцелла поступает на вторую ступень дистилляции или на окончательную дистилляцию. Пары растворителя из верхней части сепаратора через теплообменник для подогрева мисцеллы направляются в конденсатор.

Обязательным условием хорошей работы пленочного дистиллятора является подача мисцеллы при температуре, близкой к точке кипения. Поэтому перед дистилляцией мисцелла проходит теплообменник. Продолжительность дистилляции 6-10 мин, концентрация мисцеллы после пленочного дистиллятора первой ступени возрастает до 55-60 %, после пленочного дистиллятора второй ступени - до 90-95 %. Температура мисцеллы после первой ступени 60-85 °C, после второй - 95-100 °C. Производительность пленочного дистиллятора 12 м<sup>3</sup> мисцеллы в час.

Окончательный дистиллятор) работает по принципу распыления мисцеллы под вакуумом. Он состоит из трех камер: распылительной, пленочной и дезодорационной и каплеуловителя. Распылительная и пленочная камеры имеют поверхность нагрева 3,9 и 6,8 м<sup>2</sup>. Дезодорационная камера снабжена паровой рубашкой с поверхностью нагрева 1,6 м<sup>2</sup> для подогрева масла.

Подогретая мисцелла вводится в форсунку и распыляется в верхней зоне дистиллятора под вакуумом. Распыление способствует увеличению поверхности испарения. Капли высококонцентрированной мисцеллы, из которых уже удалена значительная часть растворителя, падают на вертикальные пластины и в виде пленки стекают по ним вниз, продолжая освобождаться от растворителя под действием тепла глухого и острого водяного пара.

В маслосборной чаше нижней части дистиллятора масло в слое 400-450 мм продувается (барботируется) острым перегретым паром температурой 180-200 °C и давлением 0,3 МПа и одновременно подогревается глухим паром такого же давления через паровую рубашку. При такой обработке удаляются последние следы растворителя, и готовое масло из дистиллятора непрерывно поступает на охлаждение. Время дистилляции 4-5 мин, температура масла 100-110 °C.

Дистилляционная установка из двух пленочных (предварительных и одного окончательного дистилляторов) является типовой для экстракционных цехов с одним экстрактором НД-1250. При двух экстракторах Дистилляционная установка состоит из двух пленочных и двух окончательных дистилляторов, работающих последовательно.

Четырехступенчатая дистилляционная установка МЭЗ. Первая ступень дистилляции осуществляется при циркуляции мисцеллы в системе - сепаратор уровня первой ступени - экономайзер, вторая ступень - в системе сепаратор уровня второй ступени - пленочный испаритель. Третья и четвертая ступени дистилляции состоят из двух аппаратов, работающих последовательно: из подогревателя-испарителя и окончательного дистиллятора. Все четыре ступени дистилляции работают под вакуумом (разрежением): первая при 0,05 МПа, вторая 0,07 МПа, третья и четвертая - 0,08-0,09 МПа.

Мисцелла температурой 35-45 °C и концентрацией 25-35 %, поступающая на дистилляцию, насосом подается в сепаратор уровня первой ступени, снабженный поплавковым автоматом уровня.

Из сепаратора мисцелла насосом перекачивается в экономайзер, обогреваемый парами растворителя и воды, а затем вновь на сепаратор уровня. Такая циркуляция идет около 6-9 раз при постоянном испарении растворителя из мисцеллы и удалении его паров. После достижения необходимого уровня мисцеллы в сепараторе срабатывает поплавковый автомат уровня и мисцелла температурой 60-65 °C и концентрацией 35-45 % поступает на вторую ступень дистилляции. Здесь в пленочном испарителе интенсивно удаляется растворитель из мисцеллы, циркулирующей по кольцу: пленочный испаритель - сепаратор уровня второй ступени. После достижения в аппарате заданного уровня мисцеллы срабатывает поплавковый автомат второй ступени и мисцелла поступает в подогреватель-испаритель. Температура мисцеллы, поступающей на третью ступень дистилляции, 95-100 °C, концентрация 95-98 %.

После подогревателя-испарителя высококонцентрированная мисцелла насосом перекачивается в окончательный дистиллятор, где распыляется с помощью форсунки.

Распыляемая мисцелла попадает на вертикальные отбойные листы общей поэархностью  $200 \text{ м}^2$  и стекает по листам навстречу перегретому водяному пару, который барботирует через слой уже почти готового масла, собирающегося в нижней части аппарата. Готовое масло температурой не выше  $100^\circ\text{C}$  непрерывно выводится из дистиллятора и поступает на охлаждение. Производительность установки  $6 \text{ м}^3/\text{ч}$  мисцеллы или  $1,3 \text{ т}/\text{ч}$  масла.

Дистилляционная установка экстракционной линии "Экстехник" работает по трехступенчатой схеме. Мисцелла, выходящая из экстрактора, очищается на щелевых фильтрах от тонких взвешенных частиц и поступает в испаритель с опускающейся пленкой, работающий под вакуумом  $0,05 \text{ МПа}$ , а затем в испаритель с восходящей пленкой, работающий под таким же вакуумом. Концентрация мисцеллы на входе в испаритель с опускающейся пленкой  $35\%$ , на входе в испаритель с восходящей пленкой  $65\%$ , на выходе из него концентрация мисцеллы возрастает до  $95\%$ , температура мисцеллы  $90^\circ\text{C}$ . Далее мисцелла поступает на двойную вакуум-ректификационную колонну (стриппинг-колонну). Стриппинг-колонна состоит из двух частей, представляющих систему тарелок орошения. В верхней части остаточное содержание растворителя снижается до  $0,5\%$ . Водяной пар, используемый для отгонки растворителя, поступает от парового эжектора, который создает в нижней части колонны вакуум  $0,01 \text{ МПа}$ . Масло, выходящее из нижней колонны, содержит не более  $0,2\%$  летучих веществ. Температура готового масла не превышает  $90^\circ\text{C}$ .

Таким образом, дистилляция мисцеллы (отгонка растворителя) в рассмотренных современных установках в качестве обязательных этапов включает в себя испарение растворителя в пленке при высоких скоростях испарения из относительно слабоконцентрированных мисцелл, иногда, например, в установках НД-1250 и МЭЗ, - распыление в вакууме высококонцентрированных мисцелл и обязательную обработку масла на конечной стадии дистилляции острый водяным паром (барботированием) в слое. Такая обработка обеспечивает получение растительного масла при относительно невысоких температурах без следов растворителя, о чем судят по так называемой температуре вспышки масла - максимальной температуре масла, при которой над его поверхностью происходит вспышка летучих продуктов в присутствии открытого огня. Даже следы растворителя резко снижают температуру вспышки.

Качество масла в процессе отгонки растворителя из мисцеллы зависит не только от технологических параметров этого процесса - температуры, продолжительности отгонки, но и от состояния содержащихся в мисцелле примесей как механического характера, так и различных групп липидов, извлекаемых в ходе экстракции вместе с маслом из масличного сырья.

При тепловых воздействиях на мисцеллу в ходе дистилляции происходят процессы термического окисления и распада триацилглицеролов, фосфолипидов и жирорастворимых витаминов и провитаминов. Присутствие этих веществ снижает качество масла и затрудняет ведение технологических процессов при последующей переработке масла. Поэтому примеси и сопутствующие группы липидов из мисцеллы необходимо удалять до дистилляции. (Если механические примеси относительно просто удаляются из мисцеллы при фильтрации или других способах очистки, то удаление структурных липидов - каротиноидов, стеролов, токоферолов, фосфо- и гликолипидов, свободных жирных кислот требует применения физико-химических и химических методов - обработки растворенного в растворителе масла щелочью - рафинации в мисцелле. Особое значение рафинация масла в мисцелле приобретает перед дистилляцией хлопковых мисцелл в связи с тем, что специфическое красящее вещество хлопковых семян (госсипол) при нагревании подвергается разнообразным превращениям и образующиеся при этом продукты его изменения ухудшают качество масла, токсичны и очень трудно из масла выводятся. Рафинация хлопкового масла в мисцелле идет

значительно эффективнее по сравнению с рафинацией готового хлопкового масла за счет снижения вязкости обрабатываемых растворов.

Рафинация (нейтрализация) масла в мисцелле идет при оптимальной концентрации мисцеллы 35-45 %. Поэтому мисцеллу, выходящую из экстрактора с более низкой концентрацией, предварительно упаривают в дистилляторе первой ступени или добавляют в мисцеллу масло предварительного прессования, полученное из этих же семян. Температура мисцеллы при поступлении на рафинацию должна быть равна 20-22 °С.

Мисцелла оптимальной концентрации и температуры поступает в струйный смеситель, где смешивается с раствором щелочи. Полученную смесь мисцеллы, хлопьев мыла, образовавшихся при взаимодействии щелочи и свободных жирных кислот, находившихся в масле, фосфолипидов, красящих и других веществ, подогревают до 60-70 °С и обрабатывают для лучшего разделения обессоленной водой при температуре 90-95 °С в отстойниках непрерывного действия. Отсюда очищенная мисцелла поступает в дистилляторы второй ступени. Масло из окончательного дистиллятора (последней ступени дистилляции) после охлаждения проверяют на полноту отгонки растворителя по величине температуры вспышки.

Отгонку растворителя из **осадка (соапстока)**, отделенного от мисцеллы в отстойниках непрерывного действия, ведут в колоннах, представляющих собой цилиндрический вертикальный аппарат со сферической крышкой и коническим днищем. В верхней части его для гашения пены установлен паровой барботер, в средней части - две паровые форсунки для распыливания подаваемого в аппарат соапстока. Аппарат работает под вакуумом. Нагретый до 110 °С соапсток с растворителем подается в форсунки и с большой скоростью выбрасывается в паровое пространство аппарата, где интенсивно испаряется растворитель, а соапсток переходит в сборник соапстока, а оттуда на склад.

В дистилляционной установке «Экстехник» предусмотрена возможность более полного удаления гossипола из масла путем извлечения его мисцеллой высокой концентрации (58 %), способной хорошо растворять гossипол. С этой целью в дистилляционных установках, специализированных для переработки семян хлопчатника, мисцелла, выходящая из экстрактора концентрацией 35 %, разделяется на два потока. Основной поток мисцеллы поступает на установку для рафинации масла в мисцелле, после чего рафинированная мисцелла подвергается дистилляции, последовательно проходя два испарителя и стриппинг-колонну, как описано было выше. Дополнительный (меньший по объему) поток мисцеллы поступает на специальный дистиллятор с опускающейся пленкой, аналогичной такому же дистиллятору для основного потока рафинированной мисцеллы. Здесь мисцелла упаривается до концентрации 58 %, хорошо растворяющей гossипол. Концентрированная мисцелла перекачивается в секцию экстрактора для экстракции гossипола. Количество мисцеллы, подаваемой в эту секцию, должно соответствовать количеству мисцеллы, которое проходит через секцию экстрактора, где экстрагируется масло.

#### 4. Отгонка растворителя из шрота.

В связи с этим процесс отгонки растворителя из шрота распадается на два периода. В первом происходит удаление наименее связанного растворителя, который находится на наружной поверхности частиц и в макрокапиллярах. Во втором периоде удаляется более прочносвязанный растворитель. Большое значение для отгонки в этом периоде приобретают способы, интенсифицирующие его удаление: обработка Шрота острым паром, применение вакуума, перемешивание.

## **Лекция №7 (2 часа)**

**Тема:** «Методы очистки и рафинации растительных масел»

### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Рафинация растительного масла.
2. Очистка масел.
3. Щелочная нейтрализация масел.
4. Адсорбционная рафинация.

### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Рафинация растительного масла.**

Очистку сырых масел от различных примесей называют рафинацией, а масла, не подвергавшиеся после получения никакой обработке, кроме фильтрации, - сырьими. Они содержат разнообразные примеси, в том числе нежелательные или даже вредные. К примесям относят вещества различной природы и происхождения. Их делят на три группы: первая включает сопутствующие триацилглицеринам вещества, переходящие в масло в процессе его извлечения из доброкачественного сырья; вторая - вещества, образующиеся в результате химических реакций (окисления, гидролиза и т.п.) при извлечении и хранении масла; третья - собственно примеси (минеральные вещества - песок, частички жмыхи или шрота, остатки растворителя).

Однако помимо нежелательных или вредных примесей в жирах всегда имеются сопутствующие вещества, которые не только полезны, но и необходимы для нормальной жизнедеятельности организма человека. К таким примесям относятся, например, жирорастворимые витамины (К, Е), каротиноиды, стеролы, незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты. Некоторые сопутствующие вещества занимают как бы промежуточное положение. Например, фосфолипиды, с одной стороны, физиологически активные вещества, имеющие важное значение в обменных процессах организма, являющиеся ингибиторами окисления масел, с другой - присутствие их в маслах, особенно в больших количествах, приводит к выпадению осадка, что резко снижает товарный вид и затрудняет дальнейшую переработку масла.

Рафинированные жиры легче подвергаются порче, так как при рафинации из них выводятся естественные антиоксиданты - фосфолипиды, токоферолы. Поэтому процесс рафинации стремится вести так, чтобы, извлекая нежелательные примеси, по возможности сохранить полезные свойства. С этой же целью ограничивают глубину очистки масел. В зависимости от происхождения примесей, от того, в каком состоянии они находятся жире (в виде грубой звяки, коллоидно-растворенном состоянии или в состоянии истинного раствора), а также в зависимости от назначения масла используют разные методы рафинации.

Последовательность процессов рафинации и получаемые при этом виды масел представлены на схеме (рис. 5), из которой видно, что не для всех видов масел проводят полный цикл рафинации, часто ограничиваются только

Некоторыми операциями выводят механические примеси и фосфолипиды, если все остальные показатели соответствуют требованиям стандартов для данного вида масла.

В соответствии с механизмом протекания процессов методы рафинации условно делят на физические, химические, физико-химические. К физическим методам относятся отстаивание, фильтрация, центрифugирование. С помощью этих методов из масел удаляют механические примеси и частично коллоидно растворенные вещества, например, фосфолипиды, выпавшие в осадок, воду, попавшую в масло в процессе его извлечения.

Удаление механических примесей (первичная очистка). Механические примеси (частички лузги, жмыхи) не только ухудшают товарный вид масла, но и обуславливают протекание ферментативных, гидролитических и окислительных процессов. Кроме того,

эти примеси имеют белковое происхождение и способствуют протеканию сахарааминных реакций, образованию липопротеидных комплексов. В результате денатурации белковых веществ в масло переходят одорирующие и красящие вещества. Все эти процессы ухудшают органолептические показатели и физиологическую ценность масел, поэтому механические примеси удаляют сразу же после процессов отстаивания, фильтрации и центрифугирования. Например, отстаивание в механической гущеловушке – осаждение частиц на центрифугах НОГШ-325 - фильтрация в фильтр-прессах (однократная или двукратная).

**Гидратация фосфолипидов.** Обработку масла водой при нагревании для выведения фосфолипидов называют гидратацией. В результате гидратации фосфолипиды теряют растворимость в масле и выпадают в осадок, который отфильтровывают.

**Химический метод (щелочная рафинация).** Нейтрализация - обработка масла щелочью для выведения избыточного количества свободных жирных кислот. В процессе нейтрализации образуются мыла - соли как результат взаимодействия жирных кислот и щелочи. Мыла нерастворимы в нейтральном жире и образуют осадок - соапсток. Для щелочной рафинации на промышленных предприятиях применяют растворы каустической соды ( $\text{NaOH}$ ) различной концентрации, растворы  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , иногда  $\text{KOH}$ .

## 2. Очистка масел.

**Очистка от механических примесей.** При отжиме масла на шнековых прессах вместе с маслом через зеерные щели барабана пресса уходит до 5 % и выше (от массы перерабатываемого материала) обратного товара, представляющего собой мелкие частицы мезги, образующие механические примеси в масле.

Твердые частицы мезги - обрывки тканей клеток - удаляют из масла на механизированных гущеловушках с помощью горизонтальных центрифуг непрерывного действия, а также путем фильтрации на рамных фильтр-прессах с гидравлическим зажимом плит на фильтрах с механической разгрузкой осадка.

Двойная гущеловушка (рис. 6) представляет собой емкость, состоящую из двух изолированных отсеков вместимостью по  $2 \text{ m}^3$ . Масло с механическими примесями (до 10 %) поступает в первый отсек и отстаивается. Здесь механическая взвесь, оседающая на дно, захватывается скребками, укрепленными на движущейся цепи, перемещается на перфорированную поверхность, где происходит стекание масла, а затем выводится шнеком из гущеловушки. Масло из первого отсека по щели переливается во второй отсек, где происходит дополнительное отстаивание масла. Здесь операция повторяется, и осадок после стекания из него основной части масла сбрасывается в тот же шнек, выводящий его из гущеловушки.

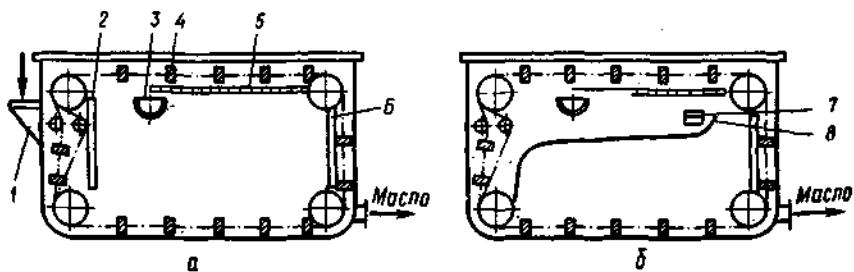


Рис. 6 - Двойная гущеловушка

а - отсек предварительного отстаивания:

1 - карман для поступающего масла; 2 - перегородка;

3 - шнек для осадка; 4 - скребковый транспортер; 5 - сетчатая поверхность; 6 - перегородка;

б - отсек окончательного отстаивания:

7 - щель для перехода масла из предварительного в окончательный отсек;

8 - лоток

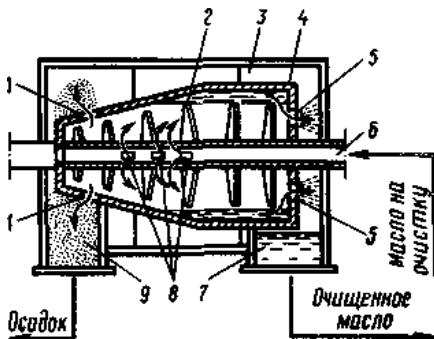


Рис. 7 - Схема работы горизонтальной осадительной центрифуги непрерывного действия НОГШ-325

1-отверстия для выхода осадка; 2- шнек; 3-корпус; 4-ротор; 5-окна дня слива масла; 6 - труба для поступления масла на очистку; 7- отсек для очищенного масла; 8 - окна для выхода масла в полость ротора; 9 - отсек для твердого осадка

Содержание отстоя в масле после гущеловушки 0,3-0,5 %. Производительность гущеловушки 8-10 т масла в час. Для интенсификации процесса отделения твердых примесей от масла в вибрационном гущеотделителе перфорированной поверхности (сетке) внутри гущеловушки сообщают колебания частотой 50 Гц с помощью электромеханического вибратора.

В гущеловушках происходит отделение масла от наиболее крупных частиц. Для выделения мелких взвешенных частиц необходимо проводить осаждение в центробежном поле. На заводах применяются шнековые центрифуги НОГШ.

Горизонтальная осадительная центрифуга непрерывного действия НОГШ-325 имеет следующее устройство. В цилиндроконическом роторе, заключенном в корпус, расположен шнек. Ротор и шнек вращаются в одном направлении, но с различной частотой, что достигается при помощи редуктора.

Масло до очистки, представляющее собой суспензию - смесь жидкого масла и твердых частиц мезги, подается по трубе и далее через окнашнека на стенку ротора. Осевшие частицы мезги выгружаются шнеком через отверстия на меньшем днище ротора, а очищенное масло - через сливные окна на большом днище ротора в отсек для очищенного масла. Частота вращения ротора 3500 об/мин, шнека - на 23 оборота меньше, чем ротора.

Производительность центрифуги НОГШ-325 2 т/ч масла. После очистки масла отстой должен быть не более 0,2 %. Дальнейшая очистка масла от механических примесей проводится на сепараторах А1-МСП (или аналогичного типа), на дисковых фильтрах ФГДС или фильтр-прессах.

Сепаратор А1-МСП является центробежным жидкостным сепаратором, ротор которого вращается с частотой 3000-4400 об/мин. Масло с механическими примесями поступает в барабан машины, где под действием центробежной силы взвешенные частицы отбрасываются в шламовое пространство барабана, а жидккая фракция (масло) движется к оси вращения барабана и выводится из сепаратора. Производительность сепаратора 4-5 т масла в час. Масло после очистки должно иметь отстой не более 0,05 % (по массе). Вывод шлама осуществляется периодически.

Фильтр ФГДС для масла представляет собой цилиндр с коническим днищем, внутри которого расположен полый вал с набором из 21 фильтрующего диска. В полом валу имеются радиальные отверстия

для стока масла. Сетчатые диски обтянуты с двух сторон фильтр-тканью. В конической части фильтра установлена мешалка для выгрузки шлама. Масло после центрифуги НОГШ-325 или гущеловушки поступает внутрь корпуса фильтра и фильтруется через фильтр-ткань, а затем поступает в полый вал и выводится из фильтра.

По мере роста давления фильтрации (свыше 0,12 МПа) при большом слое осадка на фильтр-ткани прекращают подачу масла на фильтрацию, масло сливают, пропускают шлам воздухом или инертным газом и прокручивают вал с частотой вращения 350 об/мин. Шлам сбрасывается с дисков и выводится через коническую часть фильтра. Отстой масла до фильтрации 0,3-0,5 %, после фильтрации 0,05 % по массе, температура фильтрации 60-90 °С. Производительность фильтра 4-5 т масла в час. Поверхность фильтрации 25 м<sup>2</sup>.

Чем интенсивнее технологические воздействия на семена при обезжиривании, тем больше в масло переходит фосфолипидов. Для удаления из масла растворенных в нем фосфолипидов применяют гидратацию масла.

### 3. Щелочная нейтрализация масел.

Растительные масла всегда содержат некоторое количество свободных жирных кислот, которое зависит от качества исходного масличного сырья. Недозрелость семян, их высокая дефектность и т.п. являются причинами получения высококислотных масел. Неблагоприятные условия хранения масла, особенно в присутствии влаги, также ведут к повышению содержания свободных жирных кислот. Это снижает качество продукта, ухудшает его пищевое достоинство. При высоких температурах жирные кислоты вызывают коррозию аппаратуры. Для масел, используемых непосредственно в пищу, либо направляемых на промышленную переработку.

Вместе с тем, жирные кислоты представляют самостоятельную ценность как сырье для различных отраслей промышленности производства пищевых продуктов, кислотное число должно быть не более 0,6 мг КОН/г. Все это объясняет необходимость специальной технологической обработки масел с целью снижения содержания в них свободных жирных кислот. В промышленности используются следующие способы:

- ◆ нейтрализация кислот щелочью - щелочная нейтрализация (химическая рафинация);
- ◆ удаление кислот при высокой температуре под вакуумом - дистилляционная рафинация (физическая рафинация);
- ◆ извлечение кислот из масел при помощи селективных растворителей - экстракционная (экстрактивная) рафинация.

Практическое значение имеют щелочная нейтрализация и дистилляционная рафинация.

Основной щелочной агент при нейтрализации свободных жирных кислот в промышленности - гидроксид натрия.

Наибольшая степень омыления нейтрального жира наблюдается при использовании растворов гидроксида натрия, но степень увлечения натриевым мылом нейтрального жира меньше, чем при применении, например, раствора силиката натрия.

**Подготовка масел и жиров к щелочной нейтрализации.** Большинство масел перед нейтрализацией обязательно следует подвергать гидратации, обеспечивающей извлечение не только фосфолипидов, но и других гидрофильных веществ. Они стабилизируют эмульсии при нейтрализации и резко повышают эффект солюбилизации нейтральных жиров соапстоком. Такое же отрицательное влияние на нейтрализацию оказывают и остающиеся в масле негидрируемые фосфолипиды. В современных схемах перед щелочной нейтрализацией гидратированные масла обрабатывают концентрированной фосфорной или лимонной кислотой (реже 10-30 %-ной) в количестве

0,1-0,2 % массы масла. После интенсивного перемешивания смесь нейтрализуют. Предполагается, что действие фосфорной кислоты направлено на разрушение кальциевых и магниевых солей фосфатидных кислот и других кислых эфиров фосфорной кислоты (фосфатидилинозитолов, фосфатидилсеринов, фосфатидных производных гликолипидов и др.). В результате образуются фосфорнокислые или лимоннокислые соли кальция и магния - хорошо растворимые и извлекаемые водой соединения, а свободные фосфатидные кислоты и другие кислые эфиры фосфорной (лимонной) кислоты удаляются из масел при обработке щелочью или при адсорбционной очистке.

В большинстве современных способов рафинации (если не ставится задача получения товарных фосфолипидов, или их не используют для обогащения кормов, изготовления заменителя цельного молока) собственно гидратацию не проводят, а совмещают ее с нейтрализацией. О глубокой гидратации в схемах физической рафинации будет изложено в соответствующей главе.

Пищевые саломасы перед нейтрализацией обрабатывают лимонной кислотой для полного удаления содержащихся в них никелевых мыл. Они переводятся в лимоннокислый никель, который легко извлекается из саломасов при нейтрализации вместе с соапстоком. Лимонную кислоту вводят в виде водного раствора (концентрацией 10-20 %) в количестве около 5 % массы саломаса, что в среднем обеспечивает ее избыток в 100 % к теоретически необходимому.

**Способы и технологические режимы нейтрализации масел и жиров.** Способы нейтрализации жиров различаются в основном по принципу разделения фаз нейтрализованное масло-мыльный раствор:

- ◆ периодические - с разделением фаз в гравитационном поле, с водно-солевой подкладкой;
- ◆ непрерывные - с разделением фаз в центробежном поле, в мыльно-щелочной среде или непрерывном отстойнике.

#### 4. Адсорбционная рафинация.

Адсорбция - это процесс концентрирования вещества из раствора или газа на поверхности твердого тела или жидкости. Адсорбция происходит под действием молекулярных сил на поверхности адсорбента и ведет к уменьшению свободной поверхностной энергии.

Прочность связывания и избирательность адсорбции зависят от природы и строения адсорбируемых веществ, природы и строения адсорбента. Неполярные (малополярные) соединения нормального строения лучше адсорбируются на неполярных адсорбентах, например, углях, в то время как молекулы с разветвленными цепями или непредельными связями и другие более полярные соединения лучше адсорбируются на полярных адсорбентах.

Природа и строение окрашивающих веществ в жирах различные, однако они все обладают определенной степенью полярности, поэтому для адсорбционной рафинации обычно применяют полярные адсорбенты, обладающие достаточной избирательностью и активностью. Для этой цели используют специальные активные отбеливающие глины, получаемые из природных бентонитовых глин (алюмосиликатов), активированные минеральными (серной, соляной) кислотами, реже - активированные угли и др. В последние годы используют высокоактивные адсорбенты, поставляемые зарубежными фирмами.

Адсорбенты, применяемые в масложировой промышленности, должны удовлетворять следующим требованиям:

- ◆ иметь высокую адсорбционную емкость и активность, чтобы при меньшем количестве адсорбента достичь при отбеливании высокого эффекта;

- ◆ иметь развитую поверхность (пористость) и значительное количество активных центров;
- ◆ иметь невысокую маслоемкость (количество масла в процентах, удерживаемое адсорбентом);
- ◆ не вступать в химическое взаимодействие с триглицеридами масел;
- ◆ легко отделяться от масла фильтрованием, иметь высокую скорость фильтрации.

Эффективность процесса отбеливания определяется цветностью жиров, количеством используемого адсорбента, количеством отходов, потерь и выходом отбеленного масла.

Количество адсорбента зависит от содержания в масле красящих веществ, требуемой степени осветления и колеблется от 0,2 до 4%.

Адсорбционной очистке подвергают масла после тщательной гидратации, нейтрализации, промывки и сушки. Для снижения окисления масел адсорбенты перед вводом рекомендуется вакуумировать, и сам процесс отбеливания проводить под вакуумом.

В периодических схемах рафинации жиров адсорбент под вакуумом подают в вакуум-сушильный отбельный аппарат при температуре 90-95°C. После перемешивания адсорбент отфильтровывают на фильтр-прессах.

В нашей стране и за рубежом широко применяют установки непрерывного отбеливания, в состав которых входят различные по конструкции герметические фильтры с механизированной выгрузкой осадка.

Для всех схем общими являются следующие стадии процесса:

- ◆ приготовление концентрированной масляной суспензии адсорбента;
- ◆ деаэрация, предварительное и окончательное отбеливание;
- ◆ отделение адсорбента на двух или более циклически работающих фильтрах.

Количество отбеленной земли составляет 0,3-2 % от массы масла, температура отбеливания - 75-80 °C, давление в отбеленных аппаратах - 4 кПа.

Схема непрерывного отбеливания на установке фирмы «Альфа Лаваль». Особенность линии – применение одностадийного отбеливания.

Рафинированное масло из накопительного бака насосом через пластинчатый подогреватель подается в отбеленный аппарат. Температура нагрева масла поддерживается на заданном уровне регулятором температуры. Отбеленная глина из бункера 6 поступает через деаэрационную камеру в специальную дозирующую камеру. При сигнале низкого уровня глины в деаэрационной камере включаются вибраторы, расположенные на бункере, и наполнительный клапан открывается. Глина поступает в деаэрационную камеру, а затем через определенный интервал времени, установленный на реле, - в дозирующую камеру в отбеленный аппарат. Расход отбеленной глины регулируется автоматически регулятором, соединенным с регулятором подачи масла. При увеличении подачи масла увеличивается ввод отбеленной глины. Процесс осуществляется в трех секциях при непрерывном перемешивании суспензии мешалками.

Из последней (нижней) секции суспензия отбеленного масла насосом подается в один из двух дисковых фильтров. Первые мутные порции масла возвращаются в отбеленный аппарат. Профильтрованное масло насосом перекачивается через теплообменник, поступает в сборный резервуар.

Отбеленный аппарат и фильтры подключены к вакуумной системе через ловушку и конденсатор, вода из конденсатора сливается в сборник. После остановки фильтра на регенерацию осадок на дисках последовательно продувают паром и горячим воздухом. Водножировая эмульсия через сепаратор для пара поступает в жироловушку. Масло выкачивается насосом в бак сборного жира. Продолжительность деаэрации и отбеливания составляет 20-25 мин, содержание жира в глине после обезжикивания - до 15%.

Адсорбционная очистка перед гидрированием обязательно должна проводиться для масел, предназначенных для выработки пищевого саломаса или направляемых для непосредственного употребления.

Схемы непрерывного отбеливания различных фирм отличаются как конструкцией самого аппарата, так и конструкцией фильтров. В последние времена вместо дисковых фильтров чаще предлагаются вертикальные пластинчатые фильтры.

### Лекция №8 (2 часа)

Тема: «Характеристика и условия хранения растительных масел»

#### 1.8.1 Вопросы лекции:

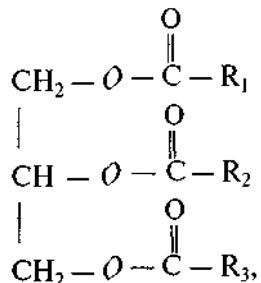
1. Химический состав. Показатели качества растительных масел.
2. Условия хранения растительных масел.
3. Побочные продукты производства растительных масел.
4. Розлив растительных масел.

#### 1.8.2 Краткое содержание вопросов:

1. Химический состав. Показатели качества растительных масел.

Известно более полутора тысяч растительных масел, все многообразие которых обусловлено различными сочетаниями сравнительно небольшого числа жирных кислот.

При синтезе масел в маслосодержащих тканях растений всегда получается смесь различных жирных кислот, близких по своему строению и свойствам, которые, образуя сложные эфиры с глицерином, дают смешанно-кислотные триацилглицерины:



где  $\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$  - остатки жирных кислот

Характерная особенность пищевых растительных масел - наличие в них помимо триацилглицеринов жирных кислот важных питательных веществ: жирорастворимых витаминов, фосфорсодержащих веществ и т.д.

В состав растительных жиров обычно входят витамины Е, К, провитамины А, Д. Например, в масле кукурузных зародышей и в маслах других злаковых растений имеется большое количество токоферолов (витамин Е), в подсолнечном и соевом маслах - провитамин D.

Помимо витаминов и провитаминов в маслах присутствуют фосфолипиды и лецитины. Эти вещества обладают значительной биологической активностью, участвуют в процессах обмена веществ в организме человека и способствуют повышению всасывания в кишечник. Особенно богаты фосфолипидами соевое, подсолнечное, кукурузное, кунжутное и другие масла.

Особое значение имеют полиненасыщенные незаменимые жирные кислоты. К ним относятся в первую очередь линолевая и линоленовая, хотя присутствие линоленовой кислоты в пищевых маслах желательно ограничивать.

Качество растительных масел характеризуется следующими показателями.

**Показатели пищевой и биологической ценности.** Пищевую ценность растительных масел определяют глицериды (98-99 %), которые характеризуются определенным набором жирных кислот, свойственным данному виду масла, что используется при идентификации растительных масел. Характерной особенностью жидких растительных масел (соевое, подсолнечное, кукурузное, хлопковое) является наличие значительного количества незаменимых ненасыщенных жирных кислот - линолевой и линоленовой (от 50 до 60 мг %), которые принимают участие в регуляции многих жизненных процессов, выводят из организма избыток холестерина и повышают иммунитет человека.

Присутствие в этих маслах низкомолекулярных жирных кислот (капроновой, каприновой) - признак примеси кокосового или пальмоядрового масла, в которых эти кислоты содержатся в достаточных количествах.

Арахисовое и хлопковое масла характеризуются значительным содержанием насыщенных высокомолекулярных кислот (18 и 24 % соответственно), в связи с чем при снижении температуры до 10-12 °C они мутнеют, а при 0 °C застывают с выделением осадка, что не является признаком недоброкачественности.

Салатное хлопковое масло, представляющее собой жидкую фракцию рафинированного масла, выделенную после охлаждения масла до 7,5-8 °C, осадка при охлаждении не образует.

Свообразием жирнокислотного состава отличается рапсовое масло, содержащее более 130 % эруковой кислоты. Эруковая кислота плохо расщепляется в живом организме и плохо усваивается, что снижает пищевую ценность и фактическую калорийность этого вида масла.

Эруковая кислота присутствует в больших количествах и в горчичном масле, которое, кроме непосредственного употребления в пищу, находит широкое применение в производстве хлебобулочных изделий, кулинарных жиров и в консервной промышленности. Особенностью горчичного масла является стойкость к окислению: оно не прогоркает при длительном хранении, что, по всей вероятности, связано с наличием в нем токоферолов и горчичных эфирных масел.

Пальмовое и пальмоядровое масла, даже свежевыработанные содержат много свободных жирных кислот, количество которых по мере хранения быстро возрастает и масла приобретают резкий неприятный вкус. Это обусловлено способностью масел к самопроизвольному гидролизу, за счет присутствия в них сильнодействующих ферментов, способствующих расщеплению глицеридов. В связи с этим, для повышения стойкости в хранении, в пищевые пальмовое и пальмоядровое масла вводят антиоксиданты, синергисты и другие пищевые добавки.

Одним из факторов, характеризующих биологическую ценность растительных масел, является присутствие в их составе фосфатидов (сложных эфиров глицерина, жирных кислот и фосфорной кислоты с азотистым основанием).

Фосфатиды выполняют важную физиологическую роль: способствуют межклеточному обмену, участвуют в построении нервной и мозговой тканей, входят в состав крови и внутренних органов человека, препятствуют отложению холестерина в стенках кровеносных сосудов.

В растительных маслах содержание фосфатидов колеблется в широких пределах (от 0,02 до 4,5% и более), в зависимости от способа выработки масла и степени его рафинации; особенно богато фосфатидами нерафинированное масло.

Наличие фосфатидов вызывает помутнение масла, способствует образованию отстоя, что портит товарный вид продукта. Кроме того, фосфатиды легко окисляются кислородом воздуха и сильно темнеют, что снижает потребительские свойства и ускоряет порчу масла; поэтому показатель качества «отстой» нормируется не более определенной величины (0,1-0,2%). Для удаления фосфатидов проводят гидратацию масла.

Спутниками всех растительных масел являются стерины (высокомолекулярные циклические спирты), но они содержатся в незначительных количествах (0,1-0,4%). Преобладающим из стеринов является ситостерин. Холестерин в растительных маслах не содержится, что позволяет включать их в рацион питания при различных диетах.

Ситостерины плохо всасываются стенками кишечника; при взаимодействии с холестерином они ослабляют его всасывание, снижая тем самым уровень холестерина в плазме крови. Из жирорастворимых витаминов (А, Д, Е, К) в растительных маслах в достаточных количествах содержится лишь витамин Е.

Витамин А в растительных маслах не содержится и возможно их обогащение синтетическим препаратом ацетата витамина А, а также концентратами витамина А, которые получают из печени рыб и морских млекопитающих. Однако витамин А легко окисляется кислородом воздуха, особенно на свету, и теряет биологическую активность.

Витамины группы Е - токоферолы (высокомолекулярные циклические спирты) имеют восемь модификаций, различающихся деталями строения и свойствами.

В растительных маслах содержатся четыре модификации витамина Е, которые характеризуются различной биологической и антиокислительной способностью. Наибольшей биологической активностью обладает  $\alpha$ -форма. Биологическая Е-витаминная активность токоферолов уменьшается от  $\alpha$  - к  $\beta$ -токоферолу, а антиокислительная способность возрастает. Благодаря антиокислительным свойствам токоферолы защищают растительные масла от окисления, а попадая в организм человека, связывают свободные радикалы, образующиеся в результате окислительных превращений, нормализуют обмен веществ и замедляют старение организма.

Богаты токоферолами масла: арахисовое, соевое, хлопковое, кукурузное, подсолнечное; при этом наибольшей Е-витаминной активностью обладает подсолнечное масло, а наибольшей антиокислительной способностью - соевое.

Содержание токоферолов в растительных маслах зависит от содержания их в масличном сырье, способе извлечения масла, степени его очистки, условий и сроков хранения и колеблется от 5 до 15 мг %(самое высокое содержание токоферолов в масле пшеничных зародышей 180-250 мг %).

В растительных маслах содержатся пигменты- каротиноиды и хлорофилл, являющиеся ценными биологическими веществами. Они придают маслам ту или иную окраску: каротиноиды (каротин и ксантофилл) - желтую различной интенсивности, а хлорофилл - зеленую. Большинство растительных масел имеет желтый цвет - подсолнечное, кукурузное, горчичное и др. В некоторых маслах зеленый оттенок маскируется желтой окраской каротиноидов - оливковое, соевое, рапсовое.

Каротин является провитамином А; из одной молекулы -каротина в организме человека образуются две молекулы витамина А. Содержание -каротина в жидких растительных маслах составляет от 0,4 до 0,17 мг %. Особенностью много каротина в свежем пальмовом масле (от 50 до 200 мг %), что придает ему темно-желтый цвет. При длительном хранении, особенно на свету, каротиноиды окисляются, теряют свою окраску и масла обесцвечиваются.

В семенах хлопчатника и в сыром хлопковом масле содержится ядовитый черный пигмент гossипол, который удаляется практически полностью при рафинировании масла. Для пищевых целей используют только рафинированное хлопковое масло.

Растительные масла обладают высокой **теплотворной энергетической способностью (калорийностью)**. Тепловая энергия, возникающая при сгорании в организме 1 г жира - 9,3 ккал (38,9 джоулей) более, чем в два раза выше по сравнению с белками и углеводами, что обусловлено меньшей окисленностью жира.

Поскольку растительные масла содержат в своем составе 99,8-99,9 % жира, калорийность 100 г масла характеризуется значительной величиной - 927-929 ккал.

**Физико-химические показатели.** **Кислотное число** характеризует степень свежести масла, т.к. отражает количественное содержание свободных жирных кислот,

образующихся при распаде жира в процессе хранения продукта. Свободные жирные кислоты нейтрализуются щелочью и кислотное число выражается в миллиграммах едкого калия, необходимого для нейтрализации кислот, содержащихся в 1г жира. Чем больше величина кислотного числа, тем менее свежее масло.

**Перекисное число** отражает степень окисленности масла, обусловленную накоплением перекисных соединений (перекисей и гидроперекисей) при окислении масла в процессе хранения, особенно активно протекающего на свету.

Перекисное число выражается в миллимолях кислорода на один килограмм продукта и нормируется для масел марки Д (подсолнечного и кукурузного) не более определенной величины.

Перекисное число свежевыработанного масла значительно ниже, чем у хранившегося. Глубокое окисление вызывает прогорклость масла.

**Йодное число** отражает степень ненасыщенности жирных кислот, входящих в состав масла и выражается количеством граммов йода, способным присоединиться к 100 г жира, т.е. выражается в процентах йода.

По йодному числу, в совокупности с другими показателями, можно судить о природе, чистоте масла, т.к. различные виды масел содержат неодинаковое количество и в различных соотношениях ненасыщенные кислоты (олеиновую, линолевую, линоленовую, эруковую и пальмитолеиновую). Так, например, йодное число оливкового масла находится в пределах 74-92, т.к. в нем преобладает олеиновая кислота с одной двойной связью, а йодное число льняного масла - 170-175, поскольку ведущей из непредельных кислот является линоленовая кислота с тремя двойными связями.

Чем больше ненасыщенных кислот в масле, тем выше йодное число. Чем больше величина йодного числа, тем больше скорость окисления масла и меньше стойкость его в хранении.

Показатель «массовая доля неомыляемых веществ» отражает количественное содержание в масле веществ, которые действием щелочей не переводятся в водорастворимое состояние, т.е. не омыляются. К их числу относятся стеролы, витамины, присутствующие в маслах, как природные их составные части, а также вещества, попадающие в масла в процессе их производства, например, минеральные масла и другие примеси. Доля неомыляемых веществ для большинства растительных масел выражается величиной не более 0,6-1%.

Число Рейхерт-Мейссля характеризует количественное содержание в масле летучих растворимых в воде низкомолекулярных жирных кислот (масляной, капроновой и частично каприловой). Оно выражается количеством миллилитров децинормального раствора щелочи, идущей на нейтрализацию летучих, растворимых в воде кислот, отогнанных из 5 г жира. Для большинства растительных масел это число невелико, меньше единицы и ГОСТом не нормируется, за исключением кокосового (6-9) и пальмоядрового масел (4-7); у прогорклых и окисленных жиров оно достигает большей величины.

Число Поленске отражает содержание в масле летучих нерастворимых в воде жирных кислот (капроловой, каприновой). Оно выражается количеством миллилитров децинормального раствора щелочи, необходимой для нейтрализации этих кислот, отогнанных из 5 г жира.

Число Поленске (согласно ГОСТов) для кокосового масла находится в пределах 16,8-18,2, а для пальмоядрового - 8-12; для других масел этот показатель не нормируется (из-за низкого содержания указанных кислот).

Определение числа Рейхерта-Мейссля и числа Поленске используется при идентификации кокосового и пальмоядрового масел, а также для установления в маслах примесей этих двух видов масел.

**Показатели безопасности.** Допустимые уровни содержания пестицидов, тяжелых металлов, радионуклидов и микотоксинов приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – Допустимые уровни пестицидов в растительных маслах

Наименование пестицида	Максимально допустимые уровни $\text{млн}^{-1}$ (мг/кг) в маслах
	Для непосредственного употребления в пищу
Гексахлорциклогексан (сумма изомеров $\alpha, \beta, \gamma$ )	0,2 0,05 рафинированное, дезодорированное
ДДТ (и его метаболитов)	0,2 0,1 рафинированное, дезодорированное

Таблица 2 – Предельно допустимые уровни тяжелых металлов, радионуклеидов и микотоксинов в растительных маслах

Наименование продукта	Допустимые уровни, мг/кг, не более						Радионуклииды	
	свинец мышьяк	кадмий	ртуть	медь	железо	афлатоксин B <sub>1</sub>	цезий 137	стронций 90
Растительные масла	0,1	0,05	0,03	0,5	5,0	0,005	60	80

Микробиологические показатели для большинства растительных масел не регламентированы. Для подсолнечного и кукурузного масел марки Д количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, бактерий группы кишечной палочки (коли-формы), патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонеллы, дрожжей и плесневых грибов, указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Микробиологические нормативы подсолнечного и кукурузного масел марки «Д»

Наименование продукта	КМАФА и М КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в котором не допускаются		Дрожжи КОЕ в 1 г, не более	Плесневые грибы КОЕ в 1 г, не более
		БГКП (коли-формы)	Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы		
Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное	500	1,0	25	Не допус..	100
Масло кукурузное рафинированное дезодорированное	100	1,0	25	Не допус..	20

**Органолептические показатели.** Вкус и запах большинства растительных масел специфичны для каждого вида и по характеру вкуса и запаха можно установить природу используемого жира (подсолнечное, соевое, кокосовое масло и т.д.); проба на вкус и запах позволяет обнаружить присутствие некоторых летучих веществ, например, эфирных масел и растворителей, в частности бензина в экстракционных маслах. Этот показатель

характеризует степень свежести масла. Масло прогорклое, с резким жгучим вкусом, а также затхлое, с запахом плесени или гнили считается недоброкачественным.

Цвет масел обусловлен природой содержащихся в них пигментов: желтый различной интенсивности окраски - при наличии каротина и ксантофилла (подсолнечное, соевое, кукурузное, оливковое и др. масла); зеленоватый различных оттенков - от присутствия хлорофилла (льняное, конопляное масла); от темно-коричневого до черного - при наличии госсипола (хлопковое масло). Ярко выраженную окраску имеют нерафинированные масла.

Интенсивность окраски (цветное число) рафинированных масел зависит от степени их очистки: чем светлее масло, тем большую обработку оно прошло при рафинировании.

Наличие несвойственного исследуемому маслу цвета и превышение стандартных норм указывает на несоответствие его данному виду или сорту.

Прозрачность - показатель, характеризующий степень очистки масла от взвешенных частиц. Чем выше сорт масла, тем больше его прозрачность и меньше количество отстоя, который нормируется стандартом не более определенной величины. Отстой образуется за счет наличия в масле белковых, слизистых веществ и фосфатидов, которые переходят в него из масличных семян в процессе выделения масла. Присутствие указанных веществ влияет на стойкость масла при хранении: чем их больше, тем хуже сохраняемость масла, т.к. более интенсивно протекают процессы окисления и распада глицеридов, приводящие к порче продукта.

С показателем отстоя в прямой зависимости находится показатель «массовая доля фосфорсодержащих веществ». Обусловленный присутствием в масле фосфатидов.

## 2. Условия хранения растительных масел.

Достоверно установлено, что некоторые продукты липидного окисления обладают токсичными и, возможно, канцерогенными свойствами. Накопление этих продуктов в товарных маслах значительно снижает биохимическую ценность пищевых растительных масел. Это актуально для технологии получения растительных масел, биологически ценных в пищевом отношении, стойких при длительном хранении. Особое значение окислительные процессы приобрели в последние годы в связи с широким внедрением в практику подсолнечных семян высокомасличных сортов. Факторами, инициирующими радикалообразование, могут служить ионы металлов переменной валентности, действие тепла, лучистая энергия и другие агенты.

Окисление липидов молекулярным кислородом приводит к образованию перекисных радикалов, перекисей и гидроперекисей, различных карбонильных соединений, спиртов, оксикислот, полимерных соединений. Свободные жирные кислоты могут ускорить распад гидроперекисей на свободные радикалы и этим оказывают катализическое действие на процессы автоокисления.

Температура, продолжительность нагревания и давление кислорода существенно влияют на скорость окисления липидов. Наличие следов солей таких металлов, как железо, медь, марганец, кобальт, также ухудшают стойкость масел.

Основная задача в процессе хранения заключается в том, чтобы предохранить масло от действия факторов, вызывающих процессы пищевой порчи.

Подготавливать масла к хранению начинают на маслодобывающих предприятиях. Так, масло, предназначенное для розлива в бутылки, подвергают обязательной деаэрации и полировочной фильтрации, которую часто осуществляют в цехе розлива. В результате деаэрации из масла удаляется определенная часть кислорода, вызывающего процессы окислительной порчи.

При полировочной фильтрации из масла удаляются взвешенные частицы, которые могут либо являться источником ферментов, либо служить питательной средой для микроорганизмов.

Основные рекомендации, выполнение которых обеспечивает сохранение качества масел при их длительном хранении, приведены ниже:

1. масла, подлежащие хранению, должны иметь минимальные показатели гидролитической и окислительной порчи;

2. для снижения влияния гидролитических процессов на качество масла последнее закладывают на хранение с влажностью не выше 0,1%;

3. важнейший фактор защиты масла от окисления - уменьшение контакта его с кислородом воздуха, что может быть достигнуто использованием герметичной тары (бочек, бутылей из окрашенного стекла);

4. целесообразно, учитывая, что с повышением температуры скорость взаимодействия компонентов масла с кислородом увеличивается, хранить масло при возможно низких температурах в емкостях с достаточно хорошей термоизоляцией;

5. для предотвращения перехода из металлической тары в масло металлов - катализаторов окисления она должна быть покрыта защитной пленкой или изготовлена из соответствующего материала, например, из титановых сплавов;

6. для сохранения качества исходных масел следует избегать нежелательного смешения их.

Для упаковки растительных масел применяют наиболее жиростойкие материалы, при этом они должны быть минимально проницаемы для ультрафиолетовых лучей. Масло, расфасованное в бутылки, следует хранить в темных помещениях, при температуре не выше 18 °C. Необходимо соблюдать сроки хранения, установленные для различных масел, считая со дня их розлива.

Согласно ГОСТ Р 52465-2005 подсолнечное масло до налива в железнодорожные цистерны и автоцистерны, во фляги и бочки, до розлива в потребительскую тару хранят в условиях, обеспечивающих его сохранность в пределах значений показателей данной марки масла.

Подсолнечное масло, фасованное в потребительскую тару, хранят в крытых затемненных помещениях, во флягах и бочках – в крытых помещениях.

Срок годности подсолнечного масла устанавливает изготовитель в зависимости от технологии производства и условий хранения в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Минимально гарантируемые сроки годности (с даты изготовления) для фасованных масел:

- нерафинированного – 4 месяца;
- рафинированного – 6 месяцев.

### 3. Побочные продукты производства растительных масел.

Побочными продуктами производства растительных масел являются жмы, шрот, оболочка (лузга, шелуха) масличных семян.

Жмы и шрот - прекрасный белковый корм для скота. При обработке шрота повышаются его кормовые качества. Так, при обработке шрота в шнековых испарителях стремятся к оптимальной денатурации белковых веществ. Кроме того, обработка шрота должна обеспечивать инактивацию токсичных и антипитательных веществ.

В перспективе из шрота будет организовано производство белковых изолятов для пищевых целей. Оболочку семян (лузгу, шелуху) применяют, в частности, в гидролизной промышленности.

Побочные продукты рафинации: фосфатидный концентрат, соапсток.

Фосфатидный концентрат широко применяют в пищевой промышленности: в производстве маргарина и кулинарных жиров, в кондитерском, хлебобулочном производстве, а также для кормовых целей.

Соапсток, как уже отмечалось, образуется в процессе нейтрализации. Ценной его частью являются нейтральный жир и жирные кислоты, находящиеся в соединении со щелочью, чаще всего соапстоки после концентрирования, так как они содержат 50...92 % воды, отправляют непосредственно на мыловарение.

#### 4. Розлив растительных масел.

Подсолнечное масло выпускают фасованным и нефасованным. Подсолнечное масло расфасовывают по массе или объему в любую потребительскую тару, изготовленную из материалов, разрешенных для контакта с растительными маслами в установленном порядке. При упаковывании подсолнечного масла для детского питания необходимо дополнительно учитывать требования, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Пределы допускаемых отрицательных отклонений содержимого нетто от номинального количества устанавливаются по ГОСТ 8.579.

Потребительскую тару с подсолнечным маслом герметично укупоривают колпачками, пробками или крышками из материалов, разрешенных для контакта с растительными маслами в установленном порядке.

Потребительская и транспортная тара должны обеспечивать сохранность продукции и ее соответствие требованиям ГОСТ Р 52465-2005, в том числе показателей используемых при идентификации, в течение всего срока годности при соблюдении условий транспортирования и хранения.

Рекомендуемая транспортная тара. Подсолнечное масло транспортируют всеми видами транспорта в соответствии с требованиями законодательства о техническом регулировании и условиями договора на поставку продукции.

Нефасованное подсолнечное масло транспортируют в железнодорожных цистернах, оборудованных нижним сливом, в автоцистернах с плотно закрывающимися люками и других крытых транспортных средствах в соответствии с требованиями законодательства.

При транспортировании открытым автотранспортом бочки, фляги и ящики с фасованным подсолнечным маслом должны быть защищены от атмосферных осадков и солнечных лучей.

Допускается применение импортной тары и материалов, разрешенных уполномоченными органами в установленном порядке.

Тара, применяемая для налива и розлива подсолнечного масла, должна быть чистой, сухой и не должна иметь посторонних запахов.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### 2.1 Лабораторная работа №1 Требования при заготовках и поставках на подсолнечник

**1.1.1 Цель работы:** изучить требования, предъявляемые к семенам подсолнечника при заготовках и поставках

**1.1.2 Задание:** определить технические требования при заготовках и поставках на семена подсолнечника

**2.1.3 Оборудование и материалы:** семена подсолнечника, весы лабораторные с погрешностью взвешивания не более 0,01 кг, ГОСТ на подсолнечник

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

Берут навеску семян подсолнечника 100 г, взвешивают с точностью до 0,01 г и проводится органолептическая оценка качества в сравнении с ГОСТами.

### **1.2 Лабораторная работа № 2Масло подсолнечное**

**2.2.1 Цель работы:** изучить показатели качества масла подсолнечного по ГОСТ 1129

**2.2.2 Задание:** ознакомление с основными органолептическими и физико-химическими показателями качества на подсолнечное масло

**2.2.3 Оборудование и материалы:** образцы рафинированного подсолнечного масло, весы лабораторные с погрешностью взвешивания не более 0,01 кг, ГОСТ на мало подсолнечное.

#### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

Берут навеску 10 г подсолнечного рафинированного и нерафинированного масла и проводят органолептическую оценку. Затем полученные результаты сравнивают с ГОСТом.

По органолептическим показателям подсолнечное масло должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 2.2.

По физико-химическим показателям подсолнечное масло должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 2.3.

### **2.3 Лабораторная работа № 3Метод определения примесей, запаха, вкуса и цвета семян подсолнечника**

**2.3.1 Цель работы:** изучить методику и освоить порядок определения запаха, вкуса, цвета и примесей в семенах подсолнечника

**2.3.2 Задание:** определить в анализируемой пробе семян подсолнечника содержание сорной и масличной примеси, содержание в семенах подсолнечника пустых, испорченных, поджаренных и поврежденных семян, запах, цвет и вкус семян.

**2.3.3 Оборудование и материалы:** аналитические весы с точностью до 0,0002 г, сита с круглыми отверстиями диаметром 3 мм, разборные доски, шпатели, препаровальные иглы, стаканы, стекла, весы лабораторные с погрешностью взвешивания не более 0,01 кг, мельница зерновая лабораторная ЛЗМ («Пирутка»), банка с крышкой, вместимостью 500 см<sup>3</sup>, колбы конические со шлифом вместимостью 100 см<sup>3</sup> по ГОСТ 1770, сетка проволочная стальная, чашка вместимостью 200-250 см<sup>3</sup>, источник тепла, обеспечивающий нагрев семян до 40 °С.

#### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

Отбор проб и выделение навесок – по ГОСТ 10852

3.1 Определение сорной и масличной примесей. Берут навеску семян подсолнечника 100 г, взвешивают с точностью до 0,01 г.

Затем просеивают через сито с круглыми отверстиями диаметром 3 мм. В сходе с сита выделяют (на разборной доске) неорганическую примесь (земля, песок, камешки), органическую примесь (стебли, солому, семена других культур, пустые семена, свободная лузга) и масличную примесь в соответствии с характеристикой указанной в стандарте на масличные семена соответствующей культуры.

Проход с сита на фракции не разбирают и считают сорной примесью.

Выделенные фракции сорной и масличной примесей взвешивают на технических весах и выражают в процентах от взятой на анализ навески.

3.2 Определение содержания в семенах подсолнечника пустых, испорченных, поджаренных и поврежденных семян. Из навески в 100 г, взятой для определения засоренности семян подсолнечника выделяют сорную и масличную примеси. Из оставшихся примесей семян берут навеску 10 г, все семена в которой 10 г вскрывают и выделяют две фракции:

- пустые семена, относимые к сорной примеси

- испорченные и поджаренные ядра со снятыми с них плодовыми оболочками, относимые, согласно требованиям стандарта на семена подсолнечника, к масличной примеси.

3.3 Определение запаха. Запах определяют как в целых, так и в размолотых семенах. В документах указывают, в каких семенах (целых или размолотых) обнаружен запах.

Для определения запаха небольшое количество семян (целых или размолотых) берут в ладонь и согревают его дыханием.

Для удаления запаха семена высыпают в стакан, заливают его горячей водой (60 - 70 °C), накрывают стакан стеклом, выдерживают 2-3 минуты. После чего сливают воду и исследуют семена на присутствие запаха.

Прогревать семена можно паром в течение 2-3 минут в сосудах, находящихся над кипящей водой, помещая семена в сетку. Прогретые семена высыпают на лист чистой бумаги и устанавливают запах.

Запах определяют в целых или размолотых семенах. Навеску семян помещают в чашку и устанавливают наличие или отсутствие постороннего запаха.

В тех случаях, когда в целых семенах проявляется слабо выраженный запах, не свойственный нормальным семенам, для усиления его семена прогревают следующим способами:

а) семена помещают на сетку и в течение 2-3 мин пропаривают над сосудом с кипящей водой. Пропаренные семена высыпают на лист бумаги и исследуют на присутствие постороннего запаха;

б) семена помещают в чистую без наличия постороннего запаха коническую колбу со шлифом вместимостью 100 см<sup>3</sup>, плотно закрывают пробкой и выдерживают в течение 30 мин при температуре 35-40 °C, используя любой источник тепла. Затем открывают на короткое время колбу и исследуют на присутствие постороннего запаха в семенах.

Определение постороннего запаха в размолотых семенах проводят по способу б.

В результатах анализа указывают, на каких семенах, целых или размолотых, проводилось испытание.

Вкус определяют в небольшом количестве чистых (без примесей) размолотых семян и разжевывают.

3.4 Определение цвета. Цвет семян определяют визуально при рассеянном дневном свете, а также при освещении лампами накаливания или люминесцентными лампами.

Рассыпав тонким слоем навеску семян массой 10 г, определяют соответствие их цвета описанию этого признака в стандарте на анализируемую культуру.

## **2.4.Лабораторная работа № 4Определение влажности масличных семян**

**2.4.1 Цель работы:** изучить и освоить методику определения влажности масличных семян

**2.4.2 Задание:** определить влажность анализируемых образцов масличных семян

**2.4.3 Оборудование и материалы:** СЭШ-3, препаровальные иглы, разборные доски, бюксы, весы аналитические, щипцы, эксикатор.

#### **2.4.4 Описание (ход) работы:**

Для определения влажности масличных семян берут навески целых семян, за исключением семян арахиса, клещевины и сои, которые предварительно разрезают на части толщиной около 2 мм. Две навески семян массой около 5 г каждая взвешивают на весах 4-го класса (результат записывают с точностью до второго десятичного знака) и помещают в сушильный шкаф при температуре 130 °С в открытых бюксах. Через 40 мин с момента установления в шкафу температуры 130 °С бюксы с навесками вынимают из шкафа щипцами, закрывают крышками и переносят в эксикатор до полного охлаждения. Бюксы снова взвешивают и по разности масс навесок до и после высушивания определяют потерю влаги.

Влажность масличных семян также определяют методом высушивания до постоянной массы при температуре 100-105 °С в сушильном шкафу. Для определения берут навеску материала около 5 г, взвешивают на весах 2-го класса с записью результата до четвертого десятичного знака. Первое взвешивание делают после высушивания материала в течение часа, последующие - через полчаса. За постоянную принимают массу, которая отличается от предыдущей на величину, не превышающую 0,0004 г. Затем по величине потери влаги рассчитывают влажность семян.

### **2.5 Лабораторная работа № 5Определение масличности семян подсолнечника**

**2.5.1 Цель работы:** освоить методику и получить навыки по ускоренному определению масличности семян подсолнечника

**2.5.2 Задание:** определить на рефрактометре содержание масла в трёх различных образцах семян подсолнечника

**2.5.3 Оборудование и материалы:** рефрактометр ИРФ-454, ступки фарфоровые, аналитические весы, стаканы вместимостью 50-100 см<sup>3</sup>, палочки стеклянные оплавленные, бромнафталин, бумага фильтровальная складчатая, речной песок, мельница лабораторная, воронки стеклянные, Элекс -7.

#### **2.5.4 Описание (ход) работы:**

**Рефрактометрический метод** предназначен для ускоренного определения масличности семян подсолнечника.

Осветительную призму рефрактометра за рукоятку откинуть на угол 100°. На чистую полированную поверхность измерительной призмы стеклянной палочкой осторожно, не касаясь призмы, нанести 2-3 капли бромнафталина. Опустить осветительную призму и прижать её крючком.

Источник света направить на входное окно осветительной призмы.

Поворотом зеркала добиться наилучшей освещённости шкалы. Установить окуляр на отчётливую видимость перекрестия сетки. Вращением маховика границу светотени ввести в поле зрения окуляра и навести её точно на перекрестие. Устранить вращением маховика-монохроматора дисперсию, т.е. радужный спектр, добиваясь обесцвечивания границы светотени.

По шкале снять величину показателя преломления. Цена деления шкалы - 0,0005. Целые, десятые, сотые и тысячные доли отсчитывать по шкале, десятитысячные доли оценивают на глаз.

Из средней пробы подсолнечных семян выделяют на делителе 50-60 г семян. Освобождают их от сора (свободное ядро обрушенных семян оставляют в навеске) и подсушивают при температуре 130 °С в течение 30-40 мин до влажности не более 4 %.

Затем семена измельчают в медной ступке или на лабораторной мельнице, предварительно промасленных.

Семена подсолнечника измельчают до такой степени, пока ядро не превратится в муку, а лузга не примет вид частиц длиной не более 1/4 длины семени. Промасливание ступки или мельницы проводят путём измельчения небольшого количества семян, взятых из образца (не из навески).

Измельчённые семена тщательно перемешивают шпателем и из перемешанной пробы берут навески для анализа на масличность и влажность.

Влажность определяют ускоренным методом, высушивая 2 г измельчённых семян при температуре 130 °C в течение 20 мин.

Для определения масличности берут на технических весах навеску измельчённых семян 5 г. Навеску переносят в фарфоровую ступку (диаметр 10-11 см).

Туда же присыпают 2-3 г мелкозернистого песка и приливают из бюретки 5 см<sup>3</sup> бромнафталина.

Смесь тщательно растирают 3 мин, а затем из той же бюретки приливают ещё 15 см<sup>3</sup> растворителя и содержимое ступки размешивают 2-3 мин. Общий объём прилитого растворителя должен составлять точно 20 см<sup>3</sup>. Раствор фильтруют через бумажный складчатый фильтр и определяют показатель его преломления (не дожидаясь конца фильтрования) с помощью рефрактометра в выше указанной последовательности.

Отсчёт показателей преломления растворителя и раствора производят три раза и за окончательный результат берут среднее значение.

## **2.6.Лабораторная работа № 6Определение запаха, цвета и прозрачности растительного масла**

**2.6.1 Цель работы:** изучить методику и освоить порядок определения запаха, цвета и прозрачности растительного масла.

**2.6.2 Задание:** определить органолептические показатели качества растительных масел, определить степень прозрачности подсолнечного масла.

### **2.6.3 Оборудование и материалы:**

фотоколориметр, позволяющий проводить измерение при длинах волн 570 нм, весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104, СЭШ-3, термометры лабораторные типа ТД-2 по ГОСТ 28498, стаканы химические В-1-600 ТХС по ГОСТ 25336, колбы мерные 1-100-2-10/9 по ГОСТ 1770, колбы конические Кн-1-100-14/23 по ГОСТ 25336, пипетки вместимостью 5,10,50 см<sup>3</sup>, бюретки вместимостью 100 см<sup>3</sup>, гидразин сернокислый по ГОСТ 5841, уротропин технический по ГОСТ 1381, спирт этиловый ректифицированный технический по ГОСТ 18300, вода дистиллированная по ГОСТ 6709, бумага фильтровальная по ГОСТ 12026, стакан В-1-150 по ГОСТ 25336, цилиндр 2-100 по ГОСТ 1770, термометр жидкостный стеклянный по ГОСТ 28498, баня водяная, пластина стеклянная размером 10-30 см.

### **2.6.4 Описание (ход) работы:**

**Органолептические методы определения запаха, цвета и прозрачности растительных масел.** Отбор проб производят по ГОСТ 5471.

Проба испытуемого масла до проведения определения запаха и цвета должна быть отстоена или профильтрована.

Проба испытуемого масла до проведения определения прозрачности должна быть тщательно перемешана.

Масло, подвергшееся охлаждению, предварительно нагревают при  $50^{\circ}\text{C}$  на водяной бане в течение 30 минут. Затем медленно охлаждают до  $20^{\circ}\text{C}$  и перемешивают.

При определении степени прозрачности подсолнечного масла отбор проб производят по ГОСТ 5471.

Фотоколориметр готовят в соответствии с инструкцией по его эксплуатации. Устанавливают фильтр с длиной волн 570 или 590 нм.

**Приготовление суспензий формазина.** За единицу формазиновой шкалы принимают разбавленную в отношении 1: 1000 водную суспензию формазина, полученную при взаимодействии равных объемов водного раствора сернокислого гидразина массовой концентрацией  $10 \text{ г}/\text{дм}^3$  и водного раствора уротропина массовой концентрацией  $100 \text{ г}/\text{дм}^3$ .

Растворы готовят при температуре окружающей среды  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

Температура дистиллированной воды для приготовления растворов должна быть  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

**Приготовление раствора сернокислого гидразина массовой концентрации  $10 \text{ г}/\text{дм}^3$ .** Растворы сернокислого гидразина готовят в мерной колбе вместимостью  $100 \text{ см}^3$ .

Взвешивают  $1,0 \pm 0,01$  г сернокислого гидразина. Результат записывают с точностью до второго десятичного знака. Затем помещают мерную колбу. Приливают дистиллированную воду, перемешивают, доводят объем дистиллированной водой до метки и снова тщательно перемешивают.

Раствор сернокислого гидразина перед приготовлением формазиновой эмульсии должен стоять не менее 4 часов.

**Приготовление водного раствора уротропина массовой концентрации  $100 \text{ г}/\text{дм}^3$ .** Растворы уротропина готовят в мерной колбе вместимостью  $100 \text{ см}^3$ .

Взвешивают  $10,00 \pm 0,01$  г уротропина. Результат записывают до второго десятичного знака. Навеску помещают в мерную колбу.

Приливают дистиллированную воду, перемешивают, доводят объем дистиллированной водой до метки и снова тщательно перемешивают.

**Приготовление исходной суспензии прозрачностью 1000 формазиновых единиц (фем).** Водные растворы сернокислого гидразина и уротропина из мерных колб сливают в коническую колбу вместимостью  $250 \text{ см}^3$ , тщательно перемешивают. Смесь оставляют на 24 часа при температуре  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  для получения устойчивой суспензии.

**Приготовление суспензии формазина прозрачностью 50 фем.** В мерную колбу вместимостью  $500 \text{ см}^3$  пипеткой вводят  $25 \text{ см}^3$  исходной суспензии, доводят объем дистиллированной водой до метки и перемешивают.

**Приготовление суспензии формазина со степенью прозрачности 2 фем.** В мерную колбу вместимостью  $500 \text{ см}^3$  пипеткой вводят  $1 \text{ см}^3$  исходной суспензии формазина, доводят объем до метки и перемешивают.

Перед отбором требуемого количества необходимо тщательное перемешивание суспензии формазина для равномерного распространения частиц по объему колбы.

Температура дистиллированной воды, применяемой для разбавления суспензий формазина, должна быть  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

**Хранение и маркировка градуировочных суспензий формазина.** Градуировочные суспензии формазина хранят в колбах с притертymi пробками в холодильнике при температуре  $5\text{--}10^{\circ}\text{C}$ .

Суспензии формазина сохраняют стабильными значения оптической плотности:

со степенью прозрачности 50 фем в течение 1 мес.

со степенью прозрачности 2 фем в течение 5 сут.

При маркировке посуды с градуировочными суспензиями формазина указывают степень прозрачности в единицах фем, дату приготовления и срок годности.

**Построение градуировочного графика.** Градуировочный график строят, используя градуировочные суспензии со значениями степени прозрачности 2 и 50 фем.

Для построения градуировочного графика заливают в одну кювету фотоколориметра дистиллированную воду, а в две другие – градуировочные супензии со степенью прозрачности 2 и 50 фем.

Кювету с дистиллированной водой поочередно помещают с соответствующей градуировочной супензией (2 или 50 фем) в оба измерительных канала прибора и записывают значения оптической плотности для каждой супензии.

По полученным двум значениям оптической плотности строят линейный график: степень прозрачности – оптическая плотность.

**Подготовка пробы масла.** Если испытуемое масло было охлаждено, то его подогревают до комнатной температуры, перемешивают, наливают 50-60 см<sup>3</sup> масла в стакан, нагревают в сушильном шкафу до температуры 80-85 °С и фильтруют непосредственно в сушильном шкафу через складчатый фильтр для определения нежировых примесей, помещая пробу около чувствительного элемента термометра.

Профильтрованное масло охлаждают до температуры 20-22 °С в проточной воде.

Определение запаха, цвета и прозрачности производят при температуре масла около 20 °С.

Для определения запаха масло наносят тонким слоем на стеклянную пластинку или растирают на тыльной поверхности руки.

Для более отчетливого распознания запаха масло нагревают на водяной бане до температуры около 50 °С.

Для определения цвета масло наливается в стакан слоем не менее 50 мм и рассматривается в проходящем и отраженном свете на белом фоне.

При испытании устанавливается цвет и оттенок испытуемого масла (желтый с зеленоватым оттенком, темно-зеленый и т.д.).

Для определения прозрачности 100 мл масла наливают в цилиндр и оставляют в покое при температуре 20 °С на 24 ч (касторовое масло – при 20 °С на 48 ч).

Отстоявшееся масло рассматривают как в проходящем, так и в отраженном свете на белом фоне.

Испытуемое масло считается прозрачным, если оно не имеет муты или взвешенных хлопьев.

**Определение степени прозрачности подсолнечного масла.** Масло, подготовленное в соответствии с требованиями, наливают без образования пузырьков воздуха в кювету фотоколориметра длиной 20 мм; кювету быстро помещают в прибор и измеряют оптическую плотность масла относительно кюветы с тем же маслом, но профильтрованным через складчатый фильтр при температуре (20 ± 2) °С. Результат записывают с точностью до первого десятичного знака. Измерения проводят компенсационным методом.

## **2.7 Лабораторная работа №7 Определение показателя преломления растительного масла**

**2.7.1 Цель работы:** освоить методику и получить навыки работы на рефрактометре

**2.7.2 Задание:** определить на рефрактометре показатель преломления растительных масел, полученных из различных видов сырья

**2.7.3 Оборудование и материалы:** рефрактометр ИРФ-454; терmostат; образцы растительных масел.

**2.7.4 Описание (ход) работы:**

Пробу испытуемого масла перемешивают и фильтруют. Проверяют установку нуль-пункта по дистиллированной воде.

Осветительную призму за рукоятку откинуть на угол  $100^{\circ}$ .

На чистую полированную поверхность измерительной призмы стеклянной палочкой осторожно, не касаясь призмы, нанести 2-3 капли растительного масла. Опустить осветительную призму и прижать её крючком. Образец масла, нанесённый на призмы рефрактометра, следует выдержать при требуемой температуре ( $20 \pm 0,2 {}^{\circ}\text{C}$ ) 5 мин.

Источник света направить на входное окно осветительной призмы.

Поворотом зеркала добиться наилучшей освещённости шкалы. Установить окуляр на отчётливую видимость перекрестия сетки. Вращением маховика границу светотени внести в поле зрения окуляра и навести её точно на перекрестие. Устранив вращением маховика-мопохроматора дисперсию, т.е. радужный спектр, добиваясь обесцвечивания границы светотени.

По шкале снять величину показателя преломления.

После определения призмы тщательно протирают этиловым спиртом и затем сухой ватой.

Отсчёт показателя преломления производят три раза и за окончательный результат берут среднее значение. Целые, десятые, сотые и тысячные доли отсчитывают по шкале, десятитысячные доли оценивают на глаз.

Абсолютное расхождение между двумя параллельными определениями должно быть не более 0,0002 делений.

## **2.8 Лабораторная работа № 8 Определение кислотного числа масла в семенах**

**2.8.1 Цель работы:** изучить методику и освоить порядок определения кислотного числа масла в семенах

**2.8.2 Задание:** определить кислотное число масла в семенах

**2.8.3 Оборудование и материалы:** лабораторный пресс, раствор фенолфталеина, полуавтоматическая бюретка, раствор этилового спирта с этиловым эфиром, колбы на 250 см<sup>3</sup>.

### **2.8.4 Описание (ход) работы:**

Пресс поставляется в собранном виде в соответствии с основными конструкторским документом У1-ЕПМ.00.00.000 и техническими условиями.

Устройство. Станина изготовлена из стального уголка.

Назначение - размещение составных частей пресса.

Гидроцилиндр представляет собой стальной цилиндр, в котором размещен шток с поршнем и элементами уплотнений.

Назначение - возвратно-поступательное перемещение штока с необходимым усилием.

Станция насосная представляет собой металлический бак с рабочей жидкостью и панелью, на которой размещены электродвигатель, насос, элементы управления и обслуживания. Назначение - создание необходимого давления рабочей жидкости.

Стол представляет собой сварную металлическую конструкцию. Назначение - размещение составных частей и элементов пресса.

Опора представляет собой металлическое кольцо.

Назначение - служит опорой цилиндра. Конструкция опоры обеспечивает сбор и вывод масла, полученного при отжиме навески семян.

Арматура представляет собой гибкие рукава, трубы с элементами подключения к насосной станции и гидроцилиндром.

Цилиндр представляет собой перфорированный металлический стакан, в котором происходит прессование навески семян подсолнечника.

Принцип работы пресса заключается в механическом воздействии на навеску семян подсолнечника и извлечении масла прессованием.

Управление работой пресса производится с панели управления.

Семена подсолнечника предварительно просушиваются до влажности не более 10 %.

В случае малой масличности семян и получении менее 5г масла после первого отжима, необходимо сбросить давление, досыпать семян в стакан и повторить отжим.

При аварийной ситуации нажать кнопку «стоп».

Своевременное и правильное техническое обслуживание пресса обеспечивает его безотказную работу и увеличивает срок службы.

Во время работы пресса необходимо следить за наличием рабочей жидкости в гидросистеме (уровень жидкости в баке должен быть не ниже верхней отметки маслоуказателя).

В процессе эксплуатации пресса необходимо следить за чистотой фильтра и периодически очищать его. Первую очистку необходимо провести после 8 часов работы пресса. Последующие очистки фильтра должны производиться через каждые 100 часов работы пресса.

Давление рабочей жидкости контролируется манометром, расположенным на верхней плите насосной станции, вращением регулировочного винта предохранительного клапана.

Пресс отжима семян подсолнечника лабораторный У1-ЕПМ заводской соответствует техническим условиям У1-ЕПМ.

**Ход работы.** На весах 4-го класса в колбу отвешивают 4-5 г масла с записью результатов до второго десятичного знака и приливают 50 мл смеси этилового спирта с этиловым эфиром, добавляют 3-5 капель фенолфталеина. Полученный раствор при постоянном перемешивании титруют раствором гидрата окиси калия или натрия до слаборозовой окраски, не исчезающей в течение 30 с.

## **2.9 Лабораторная работа № 9 Методы определения мыла в растительных маслах**

**2.9.1 Цель работы:** изучить и освоить методику определения мыла в растительных маслах

**2.9.2 Задание:** определить отсутствие мыла качественным методом и содержание мыла методом титрования спирто-бензиновым раствором

**2.9.3 Оборудование и материалы:** плитка электрическая по ГОСТ 14919, асбест, кусочки пемзы, колбы Кн -1-250 Тс по ГОСТ 25336, цилиндры 1(3)-25(50, 100) по ГОСТ 1770, вода дистиллированная по ГОСТ 6709, фенолфталеин по ТУ 6-09-536, спиртовой раствор с массовой долей 1 %, спирт этиловый по ГОСТ 17299, весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104, баня водяная, термометр лабораторный, обеспечивающий температуру 100 °C, бюrette 1 (2, 3, 6) - 1(2)-2(5) - 0,01 по ГОСТ 29251, пипетка 2(3)-1(2)-5(10) по ГОСТ 29169, , бензин авиационный по ГОСТ 1012. Кислота серная по ГОСТ 4204, водный раствор концентрации с  $(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ моль/дм}^3$ , кислота соляная по ГОСТ 3118, водный раствор концентрации с  $(\text{HC1}) = 0,1 \text{ моль/дм}^3$ , метиловый красный по ТУ 6-09-51-69, водный раствор с массовой долей 0,2 %.

#### **2.9.4 Описание (ход) работы:**

**Определение отсутствия мыла (качественный метод).** Отбор проб производят по ГОСТ 5471. Пробу испытуемого масла тщательно перемешивают. Масло берется для испытания в непрофильтрованном виде.

В конической колбе вместимостью 250 см<sup>3</sup> предварительно кипятят 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды с несколькими каплями фенолфталеина (при этом вода должна оставаться бесцветной), а затем добавляют около 10 см<sup>3</sup> испытуемого масла и кипятят в течение 5-10 мин.

Для равномерности кипения в колбу помещают кусочки пемзы или стеклянные капилляры. По окончании кипения колбу ставят на лист белой бумаги и добавляют еще несколько капель фенолфталеина.

При отсутствии мыла в масле нижний слой в колбе после охлаждения должен оставаться бесцветным.

Чувствительность метода 0,02 %.

**Определение содержания мыла титрованием спирто-бензинового раствора.** В коническую колбу берут навеску исследуемого масла массой 10 г, прибавляют 10 см<sup>3</sup> этилового спирта с массовой долей 95 % и 30 см<sup>3</sup> бензина и взбалтывают до полного растворения масла.

К полученной жидкости добавляют 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, нагретой до 80 – 90 °C и взбалтывают до образования эмульсии, прибавляют 5 капель метилового красного и титр микробюretки раствором серной или соляной кислоты концентрации с (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) или концентрата с (HCl = 0,1 или 0,01 моль/дм<sup>3</sup>) (жидкость во все время титрования должна оставаться горячей). Прибавление кислоты при титровании производится малыми порциями: вначале по 3 - 4 и затем по 1 капле при интенсивном перемешивании жидкости. После прибавления каждой капли кислоты и энергичного перемешивания жидкости смеси дают возможность расслоиться и наблюдают окраску нижнего водного слоя. Как только водный слой титруемой жидкости приобретает слегка розовый оттенок, титрование заканчивают.

В этой же колбе (после того как она будет вымыта) проводят контрольный опыт с точно таким же количеством спирта, бензина и воды, но без навески масла.

### **2.10Лабораторная работа № 10Определение содержания мыла титрованием ацетонового раствора в растительных маслах и жирных кислотах**

**2.10.1 Цель работы:** изучить методику и освоить приемы определения содержания мыла в растительных маслах и жирных кислотах

**2.10.2 Задание:** определить содержание мыла титрованием ацетонового раствора в растительных маслах и жирных кислотах

**2.10.3 Оборудование и материалы:** весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104, баня водяная, цилиндры 1(3)-50(100, 250) по ГОСТ 1770, колбы мерные 2-1000-1(2) по ГОСТ 1770, бюretка 1 (2, 3, 6) - 1(2) - 2 (5) - 0,01 по ГОСТ 29251, ацетон по ГОСТ 2603, кислота соляная по ГОСТ 3118, раствор в ацетоне концентрации с (HCl) = 0,01 моль/дм<sup>3</sup>, бромфеноловый синий (щелочерастворимый) по ТУ 6-09-1058, раствор в ацетоне с массовой долей 0,01 %, дистиллированная вода по ГОСТ 6709.

#### **2.10.4 Описание (ход) работы:**

Для приготовления раствора бромфенолового синего с массовой долей 0,01 % в ацетоне навеску бромфенолового синего массой 0,1 г растворяют в 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> и доводят до метки ацетоном.

Для приготовления раствора соляной кислоты в ацетоне концентрации с ( $\text{HCl}=0,01$  моль/дм<sup>3</sup>), 10 см<sup>3</sup> водного раствора соляной кислоты концентрации с ( $\text{HCl}=1$  моль/дм<sup>3</sup>) переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> и доводят до метки ацетоном.

Для установления значения Кконцентрации раствора соляной кислоты в ацетоне концентрации с ( $\text{HCl}=0,01$  моль/дм<sup>3</sup>) в колбу берут 10 см<sup>3</sup> раствора едкого натра концентрации с( $\text{NaOH}=0,01$  моль/дм<sup>3</sup>), добавляют 50 см<sup>3</sup> ацетонового раствора бромфенолового синего и титруют раствором соляной кислоты в ацетоне концентрации с ( $\text{HCl}=0,01$  моль/дм<sup>3</sup>) до перехода сине-зеленой окраски в желтую (до первоначальной окраски раствора индикатора). Делают три параллельных титрования и берут среднеарифметическую величину количества (см<sup>3</sup>) соляной кислоты, пошедшей на титрование. Определяют  $K(\text{HCl})$ .

В сухую взвешенную коническую колбу берут от 5 до 40 г масла (в зависимости от содержания в нем мыла), приливают 50 см<sup>3</sup> раствора индикатора бромфенолового синего в ацетоне, хорошо встряхивают и дают расслоиться. При наличии мыла в масле верхний ацетоновый синий окрашивается в зелено-синий цвет.

Мыло оттитровывают раствором соляной кислоты в ацетоне концентра с ( $\text{HCl}=0,01$  моль/дм<sup>3</sup>) до перехода окраски верхнего слоя в желтый цвет, соответствующий и раствора индикатора. Титрование ведут при частом встряхивании и подогревании колбы в воде до 30 - 40 °C.

## **2.11 Лабораторная работа №11 Методы определения влаги и летучих веществ**

**2.11.1 Цель работы:** изучить и освоить на практике метод определения влаги и летучих веществ в растительных маслах

**2.11.2 Задание:** определить содержание влаги и летучих веществ растительных маслах

**2.11.3 Оборудование и материалы:** бюксы алюминиевые диаметром 50 мм и высотой 50 мм, эксикатор 2-190 по ГОСТ 25336, шкаф сушильный лабораторный с терморегулятором, весы лабораторные по ГОСТ 24104, колбы конические Кн-1-250-19/26 ТС по ГОСТ 25336, бюретка вместимостью 25 см<sup>3</sup>, колба КГУ-2-1-1000-29/32 по ГОСТ 25336, пипетки вместимостью 20 см<sup>3</sup>, трубки ТХ-П-2-19 по ГОСТ 25336, реактив Фишера (раствор 1 и раствор 2) по Ту 6-09-14-87, ч.д.а.

### **2.11.4 Описание (ход) работы:**

Метод определения содержания влаги и летучих веществ. Отбор проб производят по ГОСТ 5471, пробу испытуемого масла хорошо перемешивают.

Стаканчик для взвешивания предварительно высушивают в течение 30 минут при температуре 100 -105 °C, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

В предварительно высушенный стаканчик взвешивают около 5 г испытуемого масла на весах второго класса точности с записью результата до постоянной массы (для высыхающих масел – при температуре не выше 100 °C).

Первое взвешивание производят после высушивания масла в течение 20 минут, последующие взвешивания – после 15 минут высушивания. Постоянная масса считается достигнутой, если уменьшение массы при двух последовательных взвешиваниях не превышает 0,0005 г.

Метод определения собственно влаги. Отбор проб производят по ГОСТ 5471. Пробу испытуемого масла хорошо перемешивают и фильтруют.

Для определения берут навеску масла около 20 г в коническую колбу с пришлифованной пробкой вместимостью 250 см<sup>3</sup>. В колбу приливают 20 см<sup>3</sup> раствора 1 и после растворения в нем жира смесь титруют раствором 2 до появления слабой красновато-коричневой окраски.

В таких же условиях проводят контрольный опыт.

Если жир полностью растворяется в растворе 1, к массе приливают вначале 10 см<sup>3</sup> безводного хлороформа, содержимое колбы перемешивают и затем приливают в нее 20 см<sup>3</sup> раствора 1.

В этом случае при проведении контрольного опыта берут такое же количество хлороформа.

Реактив, находящийся в бюретке, не должен соприкасаться с воздухом. Рекомендуется пользоваться автоматическими бюретками, сообщающимися с воздухом через защитные осушительные трубки.

Титрование можно также проводить и из обыкновенных бюреток, имеющих в верхней части хлоркальциевые трубы, заполненные свежепрокаленным кальцием.

Необходимо следить за тем, чтобы реактив в процессе титрования как можно меньше соприкасался с воздухом.

Для этого следует кончик бюретки в процессе титрования держать внутри колбы, горлышко которой плотно закрывается тампоном из гигроскопической ваты.

Метод позволяет быстро и точно определять массовую долю влаги в маслах и жирах.

## **2.12Лабораторная работа № 12Методы определения нежирных примесей**

**2.12.1 Цель работы:** изучить и освоить методику определения нежирных примесей в маслах

**2.12.2 Задание:** определить содержание нежирные примеси в анализируемом растительном масле

**2.12.3 Оборудование и материалы:** весы лабораторные по ГОСТ 24104, шкаф сушильный с терморегулятором, обеспечивающим погрешность поддержания температуры не более 3 °С, максимальной температурой нагрева 200 °С, термометр по ГОСТ 28498, баня водяная, лабораторный вакуум-насос, металлические воронки для фильтрования под вакуумом, аппарат Сокслета, состоящий из насадки НЭТ 150 ТС по ГОСТ 25336, холодильника ХП-2 – 250 – 19/25 ХС по ГОСТ 25336, колбы II-1 – 250 29/32 ТС ГОСТ 25336, стаканы В-1 – 250 по ГОСТ 25336, металлические блюсы тех же размеров, воронки В-75 ХС по ГОСТ 25336, колбы 1 – 250 по ГОСТ 25336, эксикатор 2 – 140 по ГОСТ 25336 с покаленным кальцием, палочки стеклянные оплавленные, длина которых соответствует высоте стаканов, пинцет, бумага фильтровальная по ГОСТ 12026, обезжиренная, бензин.

### **2.12.4 Описание (ход) работы:**

**Подготовка пробы масла.** Пробу масла хорошо перемешивают.

В холодное время года пробу холодного масла, предварительно нагревают на водянной бане при температуре 50°С в течение 30 мин, затем медленно охлаждают до 20°С и перемешивают.

**Подготовка фильтров.** Из фильтрованной бумаги вырезают фильтры по размеру воронки. Фильтры обезжирают в аппарате Сокслета в течение 3 ч с применением того же растворителя, что и для анализа. По истечении указанного времени фильтры раскладывают под вытяжным устройством, выветривают до полного удаления запаха

растворителя и помещают в стаканчики для взвешивания. Открытые стаканчики с фильтром сушат в сушильном шкафу в течение 1 ч при температуре  $(103 \pm 3) ^\circ\text{C}$ , после чего стаканчики закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе 40 мин и взвешивают, записывая результат до четвертого десятичного знака. Последующие взвешивания проводят через каждые 30 мин сушки.

Массу считают постоянной, если разница между последующими взвешиваниями не будет превышать 0,002 г.

**Подготовка воронок с плоской фильтрующей поверхностью для фильтрования под вакуумом.** Подготовленные фильтры диаметром на 1-1,5 мм меньше диаметра сетки воронки прижимаются к сетке воронки при помощи шайбы и зажимной гайки. Воронку вставляют в колбу для фильтрования под вакуумом.

**Подготовка конусообразных воронок для фильтрования под вакуумом.** Воронку вставляют в колбу для фильтрования. Подготовленные фильтры складывают обычным способом и смачивают растворителем. Фильтры помещают в воронку и, включив вакуум-насос, по возможности плотнее прижимают их к внутренней стенке воронки.

В стакан отвешивают около 100 г испытуемого масла (рафинированного) или 50 г испытуемого масла (неррафинированного), записывая результат до второго десятичного знака.

Пробу растворяют в равном количестве растворителя и фильтруют через фильтр.

Если раствор масла плохо фильтруется, то следует добавить в него растворитель.

Для ускорения фильтрования рекомендуется применять фильтрование под разрежением, создаваемом лабораторным вакуум-насосом или водоструйным насосом.

Со стакана смывают растворителем остатки пробы на тот же фильтр. Фильтр с нерастворимым остатком пробы промывают еще раз 50 см<sup>3</sup> растворителя, помещают в заранее приготовленный пакетик (по форме, сходный с пакетиком для лечебного порошка) и обрабатывают растворителем в аппарате Сокслета до полного удаления масла.

Конец экстракции устанавливают по отсутствию жира при пробе на полноту экстракции. Для этого, отсоединив от колбы экстрактор, наносят одну каплю раствора на часовое стекло. После испарения эфира на стекле не должно оставаться жирного пятна.

По окончании экстракции пакетик разворачивают, фильтр выветривают по вытяжным устройством для полного удаления запаха растворителя и помещают в стаканчик для взвешивания.

Открытый стаканчик с промытым фильтром помещают в сушильный шкаф и сушат в течение 1 ч при температуре  $(103 \pm 3) ^\circ\text{C}$ , после чего стаканчик закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе 40 мин и взвешивают, записывая результат до четвертого десятичного знака. Последующие взвешивания проводят через каждые 30 мин сушки.

Массу считают постоянной, если разница между последующими взвешиваниями не будет превышать 0,002 г. При увеличении массы берут данные предыдущего взвешивания.

## 2.13 Лабораторная работа № 13 Методы определения нежирных примесей

**2.13.1 Цель работы:** изучить и освоить методику определения нежирных примесей в маслах

**2.13.2 Задание:** определить содержание нежирные примеси в анализируемом растительном масле

**2.13.3 Оборудование и материалы:** весы лабораторные по ГОСТ 24104, шкаф сушильный с терморегулятором, обеспечивающим погрешность поддержания температуры не более 3  $^\circ\text{C}$ , максимальной температурой нагрева 200  $^\circ\text{C}$ , термометр по

ГОСТ 28498, баня водяная, лабораторный вакуум-насос, металлические воронки для фильтрования под вакуумом, аппарат Сокслета, состоящий из насадки НЭТ 150 ТС по ГОСТ 25336, холодильника ХП-2 – 250 – 19/25 ХС по ГОСТ 25336, колбы II-1 – 250 29/32 ТС ГОСТ 25336, стаканы В-1 – 250 по ГОСТ 25336, металлические блюксы тех же размеров, воронки В-75 ХС по ГОСТ 25336, колбы 1 – 250 по ГОСТ 25336, эксикатор 2 – 140 по ГОСТ 25336 с покаленным кальцием, палочки стеклянные оплавленные, длина которых соответствует высоте стаканов, пинцет, бумага фильтровальная по ГОСТ 12026, обезжиренная, бензин.

#### **2.13.4 Описание (ход) работы:**

**Подготовка пробы масла.** Пробу масла хорошо перемешивают.

В холодное время года пробу холодного масла, предварительно нагревают на водяной бане при температуре 50<sup>0</sup>С в течение 30 мин, затем медленно охлаждают до 20<sup>0</sup>С и перемешивают.

**Подготовка фильтров.** Из фильтрованной бумаги вырезают фильтры по размеру воронки. Фильтры обезжирают в аппарате Сокслета в течение 3 ч с применением того же растворителя, что и для анализа. По истечении указанного времени фильтры раскладывают под вытяжным устройством, выветривают до полного удаления запаха растворителя и помещают в стаканчики для взвешивания. Открытые стаканчики с фильтром сушат в сушильном шкафу в течение 1 ч при температуре (103 ± 3) <sup>0</sup>С, после чего стаканчики закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе 40 мин и взвешивают, записывая результат до четвертого десятичного знака. Последующие взвешивания проводят через каждые 30 мин сушки.

Массу считают постоянной, если разница между последующими взвешиваниями не будет превышать 0,002 г.

**Подготовка воронок с плоской фильтрующей поверхностью для фильтрования под вакуумом.** Подготовленные фильтры диаметром на 1-1,5 мм меньше диаметра сетки воронки прижимаются к сетке воронки при помощи шайбы и зажимной гайки. Воронку вставляют в колбу для фильтрования под вакуумом.

**Подготовка конусообразных воронок для фильтрования под вакуумом.** Воронку вставляют в колбу для фильтрования. Подготовленные фильтры складывают обычным способом и смачивают растворителем. Фильтры помещают в воронку и, включив вакуум-насос, по возможности плотнее прижимают их к внутренней стенке воронки.

В стакан отвешивают около 100 г испытуемого масла (рафинированного) или 50 г испытуемого масла (нерафинированного), записывая результат до второго десятичного знака.

Пробу растворяют в равном количестве растворителя и фильтруют через фильтр.

Если раствор масла плохо фильтруется, то следует добавить в него растворитель.

Для ускорения фильтрования рекомендуется применять фильтрование под разрежением, создаваемом лабораторным вакуум-насосом или водоструйным насосом.

Со стакана смывают растворителем остатки пробы на тот же фильтр. Фильтр с нерастворимым остатком пробы промывают еще раз 50 см<sup>3</sup> растворителя, помещают в заранее приготовленный пакетик (по форме, сходный с пакетиком для лечебного порошка) и обрабатывают растворителем в аппарате Сокслета до полного удаления масла.

Конец экстракции устанавливают по отсутствию жира при пробе на полноту экстракции. Для этого, отсоединив от колбы экстрактор, наносят одну каплю раствора на часовое стекло. После испарения эфира на стекле не должно оставаться жирного пятна.

По окончании экстракции пакетик разворачивают, фильтр выветривают по вытяжным устройством для полного удаления запаха растворителя и помещают в стаканчик для взвешивания.

Открытый стаканчик с промытым фильтром помещают в сушильный шкаф и сушат в течение 1 ч при температуре  $(103 \pm 3)^\circ\text{C}$ , после чего стаканчик закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе 40 мин и взвешивают, записывая результат до четвертого десятичного знака. Последующие взвешивания проводят через каждые 30 мин сушки.

Массу считают постоянной, если разница между последующими взвешиваниями не будет превышать 0,002 г. При увеличении массы берут данные предыдущего взвешивания.

## **2.14 Лабораторная работа № 13 Определение золы в растительных маслах**

### **2.14.1 Цель работы:** изучить методику определения золы

**2.14.2 Задание:** освоить методику и определить содержание золы в анализируемых образцах растительного масла

**2.14.3 Оборудование и материалы:** тигли фарфоровые по ГОСТ 9147, высокие, наружным диаметром 55 мм, высотой 70 мм; баня песочная; электрическая печь; щипцы для тиглей; эксикатор по ГОСТ 25336; весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104; фильтры беззольные; СЭШ-3; перекись водорода, раствор с массовой долей 10% по ГОСТ 177; карбонат аммония, х.ч.; вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

### **2.14.4 Описание (ход) работы:**

Отбор проб производят по ГОСТ 5471.

Пробу испытуемого масла тщательно перемешивают.

10 г (для нерафинированных масел и жиров, в том числе и высококислотных) и 20-25 г (для гидратированных, рафинированных и низкокислотных масел и жиров) отвешивают на весах второго класса точности с записью результата до четвертого знака в предварительно прокаленный, охлажденный в эксикаторе и взвешенный тигель и сжигают до полного озоления.

Сжигание необходимо производить очень осторожно во избежание сильного воспламенения масла, для чего тигель сначала помещают в песочную баню или на электрическую плитку, покрытую асбестом, опускают в масло бумажный фильтр, сделанный из беззольного фильтра, и зажигают его. По мере выгорания фитиля необходимо, не удаляя его остатки, опускать новый или вновь зажигать, если горение прекращается. Когда совершенно прекратится выделение паров и газов, а на дне тигеля останется лишь сморщенная корочка, тигель переносят в муфельную печь и, постепенно повышая температуру, озоляют остаток в тигеле при температуре не выше  $600^\circ\text{C}$  в течение 1 - 4 ч в зависимости от того, насколько быстро образуется остаток, не содержащий углерода. Если после 4 ч прокаливания зола все еще содержит углерод, то добавляют несколько капель перекиси водорода, подсушивают на песчаной бане и снова прокаливают в печи до полного удаления углерода (иногда подобную обработку необходимо повторить).

Затем тигель вынимают из муфельной печи, слегка охлаждают, ставят эксикатор и через 20 - 30 мин взвешивают. Прокаливание повторяют до достижения постоянной массы.

Прокаливание пустого тигля в печи проводят при температуре  $500 - 500^\circ\text{C}$ .

После обугливания дают тиглю остить и переносят остаток в воду. Фильтруют через беззольный фильтр и собирают фильтрат в стакан.

Переносят фильтр с остатком в тигель и помещают в термостат при температуре  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  до полного высушивания бумаги. Переносят тигель на плитку и осторожно нагревают до обугливания. Затем прокаливают в печи при температуре  $500 - 550^\circ\text{C}$  до исчезновения углеродных частиц или до тех пор, пока внешний вид остатка не перестанет

изменяться. Если в остатке все еще содержится углерод, повторяют процедуру с добавлением перекиси водорода. Тигель охлаждают.

Полученный фильтрат количественно переносят и выпаривают досуха на песчаной бане. Добавляют 0,5 - 2 г карбоната аммония с целью карбонизации золы, затем прокаливают остаток в печи при температуре 500-550<sup>0</sup>С. Охлаждают тигель в эксикаторе и через 20-30 мин взвешивают с точностью до 1 мг. Прокаливание повторяют до достижения постоянной массы.

## **2.15Лабораторная работа № 13Определение золы в растительных маслах**

### **2.15.1 Цель работы:** изучить методику определения золы

**2.15.2 Задание:** освоить методику и определить содержание золы в анализируемых образцах растительного масла

**2.15.3 Оборудование и материалы:** тигли фарфоровые по ГОСТ 9147, высокие, наружным диаметром 55 мм, высотой 70 мм; баня песочная; электрическая печь; щипцы для тиглей; эксикатор по ГОСТ 25336; весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104; фильтры беззольные; СЭШ-3; перекись водорода, раствор с массовой долей 10% по ГОСТ 177; карбонат аммония, х.ч.; вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

### **2.15.4 Описание (ход) работы:**

Отбор проб производят по ГОСТ 5471.

Пробу испытуемого масла тщательно перемешивают.

10 г (для нерафинированных масел и жиров, в том числе и высококислотных) и 20-25 г (для гидратированных, рафинированных и низкокислотных масел и жиров) отвешивают на весах второго класса точности с записью результата до четвертого знака в предварительно прокаленный, охлажденный в эксикаторе и взвешенный тигель и сжигают до полного озоления.

Сжигание необходимо производить очень осторожно во избежание сильного воспламенения масла, для чего тигель сначала помещают в песочную баню или на электрическую плитку, покрытую асбестом, опускают в масло бумажный фильтр, сделанный из беззольного фильтра, и зажигают его. По мере выгорания фитиля необходимо, не удаляя его остатки, опускать новый или вновь зажигать, если горение прекращается. Когда совершенно прекратится выделение паров и газов, а на дне тигеля останется лишь сморщенная корочка, тигель переносят в муфельную печь и, постепенно повышая температуру, озоляют остаток в тигеле при температуре не выше 600<sup>0</sup>С в течение 1 - 4 ч в зависимости от того, насколько быстро образуется остаток, не содержащий углерода. Если после 4 ч прокаливания зола все еще содержит углерод, то добавляют несколько капель перекиси водорода, подсушивают на песчаной бане и снова прокаливают в печи до полного удаления углерода (иногда подобную обработку необходимо повторить).

Затем тигель вынимают из муфельной печи, слегка охлаждают, ставят эксикатор и через 20 - 30 мин взвешивают. Прокаливание повторяют до достижения постоянной массы.

Прокаливание пустого тигля в печи проводят при температуре 500 - 500<sup>0</sup>С.

После обугливания дают тиглю остывть и переносят остаток в воду. Фильтруют через беззольный фильтр и собирают фильтрат в стакан.

Переносят фильтр с остатком в тигель и помещают в термостат при температуре 103 ± 2<sup>0</sup>С до полного высушивания бумаги. Переносят тигель на плитку и осторожно нагревают до обугливания. Затем прокаливают в печи при температуре 500 - 550<sup>0</sup>С до исчезновения углеродных частиц или до тех пор, пока внешний вид остатка не перестанет

изменяться. Если в остатке все еще содержится углерод, повторяют процедуру с добавлением перекиси водорода. Тигель охлаждают.

Полученный фильтрат количественно переносят и выпаривают досуха на песчаной бане. Добавляют 0,5 - 2 г карбоната аммония с целью карбонизации золы, затем прокаливают остаток в печи при температуре 500-550<sup>0</sup>С. Охлаждают тигель в эксикаторе и через 20-30 мин взвешивают с точностью до 1 мг. Прокаливание повторяют до достижения постоянной массы.

## **2.16Лабораторная работа № 16Определение йодного числа растительных масел**

**2.16.1 Цель работы:** изучить методику определения йодного числа растительных масел различными методами

**2.16.2 Задание:** определить йодное число полумикрометодом, с помощью рефрактометра, методом Гануса.

**2.16.3 Оборудование и материалы:** универсальный рефрактометр, лабораторный гидравлический пресс для выжимания масла, серный эфир, гигроскопическая вата, пипетки, дистиллированная вода, раствор йодистого калия, колбы на 120- 150 мл с притертymi пробками, 1%-раствор крахмала, хлороформ, йод, бром, раствор Гануса, 20-процентный раствор йодистого калия, 0,1 н. раствор гипосульфита, 1-процентный раствор крахмала, пробирки, бюретки, хлороформ, пипетки на 10, 20 мл, мерный цилиндр на 250 мл; эксикатор.

### **2.16.4 Описание (ход) работы:**

Грубо измельченные и даже целые семена в количестве от 1,5-2,0 г помещают в стальной пресс-стакан, вставляют плотно входящий пестик-поршень и помещают под пресс, доводя давление до 50 - 100 Мпа. Масло, выступившее вокруг поршня на поверхность пресс - стакана, собирают пипеткой, хорошо пропитывая маслом ватный фильтр, из которого насасывается масло внутрь пипетки. Таким образом в течение нескольких часов получают масло из 30-40 образцов.

После этого определяют показатель преломления при определенной температуре (20-25 °C). Масло получают из двух проб и в каждом образце масла определяют  $n_D$ .

**Порядок работы на рефрактометре ИРФ-454 Б2М.** Рефрактометр лабораторный предназначен для измерения показателя качества преломления  $n_D$  и средней дисперсии  $n_F$  -  $n_C$  неагрессивных жидкых сред, а также для непосредственного измерения процентного содержания сахарозы. С помощью существующих методик, ГОСТ, таблиц и справочных устройств рефрактометр можно применять в пищевой промышленности для измерения содержания сахара и сухих веществ по сахарозе в напитках, плодах, ягодах, содержания алкоголя и экстракта в винах, водке, пиве, ликерах и т.п.

Рефрактометр следует эксплуатировать в помещениях с кондиционированием или частично кондиционированным воздухом при температуре от 18 до 20 °C и относительной влажности не более 80 %.

**Принцип действия и оптическая схема.** Принцип действия рефрактометра основан на явлении полного внутреннего отражения при прохождении светом границы раздела двух сред с разными показателями преломления.

Рефрактометром можно исследовать вещества с показателем преломления от 1,20 до 1,7, а также определять массовую долю растворенных в воде сухих веществ.

Все измерения следует проводить в «белом» свете (дневном или электрическом).

На чистую полированную поверхность измерительной призмы стеклянной палочкой или пипеткой осторожно, не касаясь призмы, нанести две-три капли жидкости. Опустить осветительную призму и прижать ее крючком.

Измерения прозрачных жидкостей проводить в проходящем свете, когда он проходит через открытое окно осветительной призмы, при этом окно измерительной призмы закрыто зеркалом.

**Измерение показателя преломления.** После установки исследуемого образца на измерительной призме установить окуляр на отчетливую видимость перекрестья. Поворотом зеркала добиться наилучшей освещенности шкалы. Вращением маховика границу светотени ввести в поле зрения окуляра.

Вращать маховик до исчезновения окраски граничной линии. Наблюдая в окуляр, маховиком ввести границу светотени точно на перекрестие и по шкале показателей преломления, соответствующей выбранному рефрактометрическому блоку, снять отчет. Индексом для отсчета служит неподвижный вертикальный штрих призмы.

Цена деления шкалы -5-10-4.

Целые, десятые, сотые и тысячные доли отсчитывают по шкале, десятитысячные доли оценивают на глаз.

**Приготовление раствора бромистого йода.** В 100 мл безводной уксусной кислоты растворяют 13 г йода, а затем прибавляют 8,2 г брома (избыток брома не допускается). После прибавления брома объем раствора доводят до 1 л безводной уксусной кислотой и хранят в темной склянке

**Метод Гануса.** В совершенно чистые и сухие колбы на 200-300 мл с притертymi пробками берут навески. Навески масла для отдельных определений берут по разности взвешиваний на аналитических весах пробирок с маслом (до отбора пробы масла и после). Величины навесок в зависимости от величины йодного числа масла указаны в таблице 14.1.

Результаты анализа параллельных проб масел с большими йодными числами сходятся хуже, чем проб масел с более низкими йодными числами.

Чтобы величину навески можно было брать в указанных пределах, пробирка, в которой производят взвешивание, снажена пробкой, через которую проходит стеклянная палочка. С помощью этой палочки отсчитывают одинаковое число близких по размеру капель. Зная примерную массу капли масла, можно навески для параллельных проб подобрать так, что они будут различаться не более, чем на 0,02 г.

Таблица 16.1 - Оптимальные величины навесок и время настаивания в зависимости от предполагаемого йодного числа

Йодное число масла	Навеска, г	Время настаивания, ч
До 30	Около 1,0	0,5
30-60	0,5-0,6	0,5
60-100	0,3-0,4	0,5
100-140	0,2-0,3	1,0
140-160	0,15-0,20	1,0
160-210	0,13-0,15	1,0

В колбы с навесками приливают по 10 мл чистого хлороформа из бюретки. Разумеется, что навеска масла должна находиться на дне колбы. Если масло попало на горлышко или стенки колбы, то следует взять новую пробу (взбалтывать колбу с раствором осторожно, чтобы не размазать масла по стенкам колбы; кроме того, надо иметь в виду, что при неосторожном взбалтывании под влиянием паров хлороформа вылетают притертые пробки и разбиваются колбы). Затем добавляют точно

по 25 мл раствора Гануса. Раствор наливают из бюретки, каждый раз от одного и того же деления или автоматической пипеткой, снабженной поглотителем. Учет времени производят от момента наливания, поэтому при титровании должна сохраняться такая же последовательность. Затем колбы закрывают пробками, смоченными в растворе йодистого калия, и оставляют стоять (30 минут для масел с йодным числом до 110 и час для масел с более высокими йодными числами) в темном месте при температуре 20-30°. В случае низкой температуры продолжительность стояния надо увеличить до 2 часов. Одновременно с опытными пробами в таких же условиях ставят контрольный опыт (без масла), для этого в такие же 2 колбы наливают 10 мл хлороформа и 25 мл раствора Гануса и закрывают пробкой, смоченной раствором йодистого калия. По окончании срока стояния в колбы приливают по 10 мл 20-процентного раствора йодистого калия, затем по 50 мл дистиллированной воды и титруют избыток йода 0,1 н. раствором гипосульфита до желтой окраски, затем прибавляя по 1 мл 1-процентного раствора крахмала и титруют до исчезновения голубой окраски. Обратно должно оттитровываться 60 % йода по сравнению с контрольной пробой. Раствор йодистого калия и воду прибавляют перед началом титрования (нельзя приливать эти растворы преждевременно).

Хлороформ должен быть чистым не должен изменяться в окраске при взбалтывании с йодистым калием.

Колбы, в которых происходит реакция присоединения, должны быть совершенно сухими.

**Полумикрометод для определения йодного числа.** Таким же приемом, как указывалось выше, берут навески в колбы на 120 мл. Из масла льна берут навески от 0,05-0,07 г, что обычно составляет 2-2,5 капли.

Для растворения масла приливают по 5 мл хлороформа и по 13,0 мл раствора Гануса. Колбы закрывают пробками и ставят в темноту. Реакция присоединения продолжается от 1 до 1,5 часа, в зависимости от температуры. После истечения этого срока приливают по 5 мл раствора йодистого калия, причем тщательно смывают йод с пробки, добавляют 25 мл воды и титруют гипосульфатом до желтой окраски при постоянном взбалтывании (по кругу), затем добавляют 0,5 мл 1-% раствора крахмала и титруют до исчезновения голубой окраски. Посинение растворов в колбах через некоторое время свидетельствует, что не было избытка гипосульфита при титровании. Йод должен легко оттитровываться сразу, и нижний хлороформный раствор должен быть бесцветным.

В случае, если хлороформ не чистый, он постепенно отдает йод, а титрование длится долго.

## **2.17Лабораторная работа № 17Определение родонового числа масел**

**2.17.1 Цель работы:** изучить методику определения родонового числа растительных масел

**2.17.2 Задание:** освоить методику и определить родоновое число анализируемых образцов растительного масла

**2.17.3 Оборудование и материалы:** роданистый свинец, ледяная уксусная кислота, уксусный ангидрид, 10-% раствор йодистого калия, 0,10 н. раствор гипосульфита, колбы на 120-250 мл с притертymi пробками; полуавтоматическая бюретка, микробюretка на 2 мл, технические весы, воронка с двойным фильтром, дистиллированная вода, вакуум-эксикатор, термостат, пробирки.

#### **2.17.4 Описание (ход) работы:**

Приготовление роданового раствора. Стойкость родановых растворов зависит от отсутствия в них воды, поэтому родановые растворы готовят, тщательно оберегая от воды. К ледяной уксусной кислоте прибавляют 10% свежеперегнанного уксусного ангидрида. В случае исследований нерастворимых в этой смеси жиров (растворимость твердых жиров, например, в уксусной кислоте ограничена) прибавляют еще 30% четыреххлористого углерода.

Полученный раствор разливают по склянкам из темного стекла с пришлифованными пробками. На каждые 200 мл этого раствора добавляют по 6 г совершенно сухого и чистого роданистого свинца, отвешенного на технических весах. Эти склянки с раствором хранят в темноте до того момента, когда потребуется приготовить родионовый раствор, тогда на каждые 6 г роданистого свинца (в осадке) приливают из микробюretки по 0,6 мл чистого и обезвоженного брома. Смеси дают постоять 10-15 минут для полного обезвоживания брома, а затем энергично встряхивают до обесцвечивания.

Затем дают осесть осадку и раствор отфильтровывают через просушенную при 100 °C воронку с двойным фильтром. Полученный родионовый раствор должен быть светлым и прозрачным. Если содержание  $(SCN)_2$  в свежеприготовленном растворе принять за 100 %, то на 3-й день будет 99,3 %, на п-й - 95,8 %.

Приготовление роданистого свинца. Роданистый свинец готовят из химически чистого уксуснокислого свинца и роданистого аммония или калия. На 100 г уксуснокислого свинца берут 62-63 г роданистого калия и 150-200 мл воды. Раствор уксуснокислого свинца подкисляют уксусной кислотой и на холоду осаждают роданистый свинец прибавлением раствора роданистого калия в воде. Осадок отсасывают и хорошо промывают водой, подкисленной уксусной кислотой, затем спиртом и потом эфиром. После этого роданистый свинец высушивают при температуре не выше 60 °C в термостате, а затем в вакуум-эксикаторе над фосфорным ангидридом ( $P_2O_5$ ) в темноте. Только после сушки не менее 16 часов роданистый свинец становится годным к употреблению.

Ход определения. Навески масла отвешивают в таких же количествах, как для определения йодных чисел, в колбы с притертymi пробками. Навески берут по разности взвешивания пробирок с маслом до и после отливания его в колбу. Затем в колбы из бюретки приливают по 20 мл роданового раствора.

Для масел, содержащих линоленовую кислоту, применяют по 40 мл роданового раствора. Одновременно точно такое же количество роданового раствора приливают в контрольные колбы. Все колбы оставляют стоять в темноте в течение 18 часов (например, раствор родана приливают во второй половине дня, а оттитровывают в первой половине следующего дня). По истечении этого срока приливают 15-20 мл 10-процентного раствора йодистого калия и сильно встряхивают, добавляют равное количество воды. Выделившийся йод оттитровывают гипосульфитом. Йодистый калий и воду прибавляют перед титрованием каждой колбы в отдельности.

### **2.18Лабораторная работа № 16Определение перекисного числа растительных масел**

#### **2.18.1 Цель работы:** изучить методику определения перекисного числа

**2.18.2 Задание:** определить перекисное число анализируемых образцов растительного масла

**2.18.3 Оборудование и материалы:** весы лабораторные 2-го класса точности, ледяная уксусная кислота, свежеприготовленный хлороформ, йодид калия, 50 %-

ныйводный раствор, крахмал, 1%-ный раствор тиосульфата натрия концентрацией 0,01 моль/дм<sup>3</sup>, вода дистиллированная, колба с притертой пробкой вместимостью 250 см<sup>3</sup>, микробюретка вместимостью 5 см<sup>3</sup> с ценой деления 0,01 см<sup>3</sup>, измерительный цилиндр вместимостью 20 и 100 см<sup>3</sup>.

#### 2.18.4 Описание (ход) работы:

На лабораторных весах в колбу помещают определенную навеску исследуемого масла в зависимости от предполагаемого значения перекисного числа (табл. 18.1)

Таблица 18.1 – Величины навеска масла при определении перекисного числа

Значение перекисного числа, моль ½ О/кг	Навеска, г
До 6,0	5,000...2,000
6,0...10,0	2,000...1,200
10,0...15,0	1,200...0,600
15,0...25,0	0,600...0,500
25,0...40,0	0,500...0,300

Навеску растворяют в 10 см<sup>3</sup> хлороформа. К полученному раствору приливают 15 см<sup>3</sup> уксусной кислоты и добавляют 1 см<sup>3</sup> 50 %-ного раствора йодида калия. После добавления раствора йодида калия не должно наблюдаться расслоения реакционной смеси. В противном случае увеличивают количество хлороформа и ледяной уксусной кислоты до достижения полной однородности раствора. Колбу закрывают пробкой, содержимое перемешивают в течение 1 минуты и оставляют на 5 минут в темном месте при температуре 15...25 °С. После в колбу приливают 75 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и добавляют 5 капель раствора крахмала. Выделившийся йод титруют из микробюретки раствором тиосульфата натрия.

Контрольное измерение проводят без навески масла параллельно с основным. Если на контрольное измерение пойдет более 0,1 см<sup>3</sup> раствора тиосульфата натрия концентрацией 0,01 моль/дм<sup>3</sup>, то проводят проверку соответствия реагентов требованиям стандарта.

### 2.19Лабораторная работа № 19Определение цветности масел

**2.19.1 Цель работы:** изучить методику определения цветности масел

**2.19.2 Задание:** определить цветность анализируемых образцов растительных масел

**2.19.3 Оборудование и материалы:** стандартная цветная шкала, пробирки из бесцветного стекла диаметром 10 мм.

#### 2.19.4 Описание (ход) работы:

**Приготовление стандартных растворов йода.** Одну часть дважды возогнанного йода (0,24...0,26 г) и две части йодида калия (0,50 г) отвешивают в стаканчике с притертой пробкой и растворяют в 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Полученный раствор переносят в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> и постепенно доливают до метки. Титр раствора устанавливают по раствору тиосульфата натрия концентрацией 0,01 моль/дм<sup>3</sup>. Затем отбирают некоторый объем этого раствора и прибавляют к нему дистиллированную воду в таком количестве, чтобы стандартный раствор содержал точно 100 мг йода в 100 см<sup>3</sup>. Затем в пробирки наливают определенные объемы стандартного раствора и воды. Заполненные пробирки запаивают и отмечают на каждой из них концентрацию йодного раствора, выраженную в мг йода в 100 см<sup>3</sup> раствора.

Приготовленные эталоны следует хранить в темном месте и проверять каждые 6 месяцев.

Ниже приведены цветные числа этих растворов:

в 1-й	пробирке	100	в 8-й	пробирке	30
во 2-й	пробирке	90	в 9-й	пробирке	25
в 3-й	пробирке	80	в 10-й	пробирке	20
в 4-й	пробирке	70	в 11-й	пробирке	15
в 5-й	пробирке	60	в 12-й	пробирке	10
в 6-й	пробирке	50	в 13-й	пробирке	5
в 7-й	пробирке	40	в 14-й	пробирке	1

В пробирку наливают профильтрованное исследуемое масло и сравнивают интенсивность его окраски с окраской стандартных растворов.

Исследования проводят при температуре 20  $^{\circ}\text{C}$  в проходящем и отраженном дневном свете либо при свете матовой электрической лампочки.

Цветность исследуемого масла выражается цветным числом эталона, дающего при сравнении одинаковую окраску.

## **2.20Лабораторная работа № 18Определение объемной доли отстоя**

**2.20.1 Цель работы:** изучить методику определения объемной доли отстоя

**2.20.2 Задание:** определить объемную долю отстоя анализируемых образцов растительных масел

**2.20.3 Оборудование и материалы:** бюретки вместимостью 50 см<sup>3</sup>, цилиндры 1 – 25; 3 – 50 по ГОСТ 1770, штативы, секундомер по НТД, ацетон по ГОСТ 2603, кислота соляная по ГОСТ 3118, кальций хлористый по НТД, вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

### **2.20.4 Описание (ход) работы:**

Приготовление раствора хлористого кальция. Смесь, состоящую из 90 частей дистиллированной воды и 10 частей соляной кислоты, насыщают хлористым кальцием и хранят в закрытом сосуде при комнатной температуре.

Пробу масла хорошо перемешивают.

В бюретку наливают 25 см<sup>3</sup> испытуемого масла, 25 см<sup>3</sup> ацетона и 10 см<sup>3</sup> раствора хлористого кальция и перемешивают в ней в течение 1 мин. Затем бюретку устанавливают в штативе в вертикальном положении и оставляют в покое при комнатной температуре в течение 24.

По истечении указанного времени измеряют высоту слоя, находящегося между нижним прозрачным слоем раствора хлористого кальция и верхним прозрачным слоем масла в ацетоне.

## **2.21Лабораторная работа № 18 Определение объемной доли отстоя**

**2.21.1 Цель работы:** изучить методику определения объемной доли отстоя

**2.21.2 Задание:** определить объемную долю отстоя анализируемых образцов растительных масел

**2.21.3 Оборудование и материалы:** бюретки вместимостью 50 см<sup>3</sup>, цилиндры 1 – 25; 3 – 50 по ГОСТ 1770, штативы, секундомер по НТД, ацетон по ГОСТ 2603, кислота соляная по ГОСТ 3118, кальций хлористый по НТД, вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

**2.21.4 Описание (ход) работы:**

Приготовление раствора хлористого кальция. Смесь, состоящую из 90 частей дистиллированной воды и 10 частей соляной кислоты, насыщают хлористым кальцием и хранят в закрытом сосуде при комнатной температуре.

Пробу масла хорошо перемешивают.

В бюретку наливают 25 см<sup>3</sup> испытуемого масла, 25 см<sup>3</sup> ацетона и 10 см<sup>3</sup> раствора хлористого кальция и перемешивают в ней в течение 1 мин. Затем бюретку устанавливают в штативе в вертикальном положении и оставляют в покое при комнатной температуре в течение 24.

По истечении указанного времени измеряют высоту слоя, находящегося между нижним прозрачным слоем раствора хлористого кальция и верхним прозрачным слоем масла в ацетоне.