

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Л.А. Силантьева

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ
СМЕШАННОГО СЫРЬЕВОГО СОСТАВА**

Часть II

Учебно-методическое пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург

2016

УДК 637.1/3

Силантьева Л.А. Технология продуктов смешанного сырьевого состава. Часть II: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 41 с.

Представлены методические указания к самостоятельной работе студентов, организация и план проведения лабораторных работ, порядок их выполнения и оформления. В конце работы дан список литературы.

Предназначено для магистрантов направления 19.04.03 Биотехнология продуктов лечебного, специального и профилактического питания всех форм обучения по дисциплине «Технология продуктов смешанного сырьевого состава».

Рецензент: кандидат техн. наук, доц. И.Е. Радионова

Рекомендовано к печати Советом факультета пищевой биотехнологии и инженерии, протокол № 6 от 25.02.2016 г.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2016
© Силантьева Л.А., 2016

ВВЕДЕНИЕ

При производстве комбинированных продуктов питания одним из важнейших компонентов, определяющих их пищевую ценность и вкусовые достоинства, являются жиры.

Путем регулирования жирнокислотного состава можно получить комбинированные продукты питания, богатые эссенциальными жировыми нутриентами.

Пищевые жиры являются не только незаменимыми факторами питания, но и носителями энергии. Кроме того, они являются пластическим материалом, входят в состав клеточных компонентов различных органов и особенно мембран.

Жиры в организме вовлекаются в сложные обменные процессы и вместе с другими веществами (белками, углеводами и пр.) участвуют в их нормальном протекании.

Свойства жиров обуславливаются структурой триглицеридов, а также наличием биологически активных соединений (фосфолипидов, стеролов, токоферолов, каротиноидов и др.).

Основным структурным элементом триглицеридов являются жирные кислоты. Они различаются по длине углеродной цепи, числу и положению двойных связей, а также по пространственной конфигурации.

Это обуславливает их физико-химические свойства и пищевую ценность.

В жирах растительного происхождения содержится большое количество полиненасыщенных жирных кислот, таких как линолевая и линоленовая, которые являются незаменимыми для организма человека.

В растениях жиры накапливаются главным образом в семенах и плодах. При производстве растительных масел жиры извлекают из семян различных масличных культур – подсолнечника, сои, арахиса, рапса и др.

Наиболее древними масличными культурами являлись оливковое дерево, масличная пальма, конопля, кунжут.

Современная технология производства растительных масел включает следующие операции: подготовку семян к хранению и их хранение, подготовку семян к извлечению из них масла, извлечение масла прессованием измельченных семян с последующей экстракцией масла из жмыха, первичной и комплексной очистки масел.

В процессе переработки и хранения растительные масла под воздействием различных факторов (кислорода воздуха, света, влаги, ферментов) подвергаются химическим изменениям.

При этом могут изменяться физико-химические и органолептические свойства масел, может снижаться их пищевая ценность. Кроме того, в растительных маслах могут накапливаться вредные для организма человека вещества. В результате химических изменений растительных масел они могут оказаться непригодными к употреблению.

Порча жиров происходит в результате гидролитических процессов, окисления, прогоркания и др. При этом в маслах могут накапливаться низкомолекулярные соединения, свободные жирные кислоты, перекиси, альдегиды и кетоны и др.

Майонез – пищевой продукт, обладающий большой питательной ценностью. Это многокомпонентная система, в состав которой входят растительное масло, сухое молоко, горчичный порошок, яичный порошок, сахар, соль и другие вкусовые и пищевые добавки.

Майонез пользуется большой популярностью у населения. Используемый для сдабривания и облагораживания многих блюд (овощных, мясных, рыбных, крупяных и др.), он способствует лучшей усвояемости этих блюд и повышает их пищевую ценность. Некоторые сорта майонезов можно использовать как бутербродные.

Промышленностью выпускаются разные виды майонеза (столовые, с пряностями, острые, сладкие, диетические, десертные). Вкус майонезов зависит от процентного содержания (массовой доли) растительных масел, вкусовых и ароматических добавок.

Эмульсия майонеза – прямая (масло в воде), жир содержится в эмульгированном виде.

Консистенция майонезов сметанообразная или пастообразная.

Майонез как эмульсия прямого типа очень благоприятен с физиологической точки зрения, так как обладает хорошей усвояемостью. Эмульсия мелкодисперсная, т. е. все питательные вещества находятся в мелкодисперсном виде. Майонез возбуждает аппетит и способствует лучшему перевариванию пищи.

Маргарин занимает большой удельный вес в ассортименте пищевых жиров. В некоторых странах потребление маргарина среди других видов жиров занимает ведущее место.

Это связано как с экономическими причинами, так и с медико-биологическими. Научные исследования показали, что маргарин, богатый ненасыщенными жирными кислотами, более предпочтителен для питания и удовлетворения потребности организма в жирах.

Настоящие методические указания к лабораторным работам предназначены для закрепления теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины «Биотехнология комбинированных продуктов и аналогов».

К работе в лаборатории кафедры студент допускается только после ознакомления с правилами безопасности.

Перед началом занятий преподаватель проводит опрос студентов по теме лабораторной работы, дает допуск и конкретное задание.

По окончании работы необходимо привести в порядок рабочее место (вымыть посуду, поставить на место реактивы, приборы и т. п.) и сдать отчет лаборанту кафедры, который подписывает его по установленной форме. Затем студент представляет этот отчет преподавателю и на основе собеседования получает зачет.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов (СРС) – одна из главных составляющих комплекса, определяющего подготовку инженерных кадров.

Учебный процесс организуется в соответствии со следующими документами:

- государственным образовательным стандартом (ГОС);
- учебным планом;
- рабочей программой дисциплины;
- календарным планом.

В соответствии с указанными документами учебное время студентов должно составлять 9 ч в день, или 54 ч в неделю. Обязательные аудиторские занятия (лекции, лабораторные и практические занятия, выполнение курсовых и дипломных работ) не должны превышать 27 ч в неделю, а самостоятельная работа студентов соответственно – не менее 27 ч в неделю.

Данное учебно-методическое пособие направлено на оказание помощи студентам при самостоятельной работе по изучению дисциплины.

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины организуется самим студентом. При возникновении сложностей или неясных позиций студент обращается за помощью к преподавателю.

Студент при самостоятельной работе по изучению дисциплины должен иметь рабочую программу. В рабочей программе отражено содержание отдельных разделов изучаемой дисциплины, а также указан объем материала, который должен быть дан в лекциях и закреплён на практических и лабораторных занятиях. В конце пособия приведен список учебной литературы. Для лучшей организации самостоятельной работы и усвоения материала студенты должны пользоваться основной и дополнительной литературой. Для самостоятельного контроля усвоения материала в конце темы имеются вопросы, на которые студент должен ответить после изучения материала темы.

Количественной оценкой качества изучаемого студентом учебного материала являются рейтинговые баллы, определяемые педагогом, ведущим дисциплину. При рейтинговой оценке учитывается также регулярность самостоятельной работы студента при изучении дисциплины, что определяется опросом студентов в начале практических и лабораторных занятий.

При изучении дисциплины «Технология продуктов смешанного сырьевого состава» магистранты должны получить знания о влиянии жирно-кислотного состава продуктов на здоровье человека; анализе состава и свойств молочного жира и растительных масел; получении стабильных молочно-растительных эмульсий; технологии продуктов на молочной основе с использованием жиров растительного происхождения.

**ТЕМА 1. Характеристика жировых компонентов
для производства продуктов смешанного
сырьевого состава
Классификация растительных и животных жиров
Состав, свойства, пищевая и энергетическая
ценность жиров**

Пищевые жиры являются не только незаменимыми факторами питания, но и носителями энергии. Кроме того, они являются пла-

стическим материалом и входят в состав клеточных компонентов и особенно мембран.

Жиры в организме человека вовлекаются в сложные обменные процессы и вместе с другими веществами отвечают за их нормальное протекание.

Свойства жиров обуславливаются структурой триглицеридов, а также наличием в них биологически активных соединений (фосфолипидов, токоферолов, каратиноидов).

Как известно, основными структурными элементами триглицеридов являются жирные кислоты. Они различаются по длине углеродной цепи, числу и положению двойных связей, пространственной конфигурацией. Это обуславливает физические и химические свойства жиров, а также их пищевую ценность.

Различают структурные липиды, которые участвуют в метаболических процессах организма человека, и запасные липиды, которые формируют жировую ткань. Структурные липиды имеют высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот. Они образуют основную часть биологических мембран тканей и органов. Запасные липиды несут в себе резерв энергии. Они содержат много насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

Не все жирные кислоты могут синтезироваться в организме человека (например, линолевая и линоленовая кислоты). Основным источником линолевой и линоленовой кислот являются липиды растений. В животных жирах они содержатся в незначительных количествах.

Биологические свойства масел и жиров определяют не только жирнокислотный состав, но и наличие в них биологически активных веществ. Так, например, оливковое масло благодаря наличию в нем биологически активных веществ обладает рядом фармакологических свойств. В нем, в частности, содержится вещество сквален, которое используется в ряде стран как средство для лечения рака, а также для борьбы со старением.

Большое значение в биологическом отношении имеют такие вещества, как токоферолы, фосфолипиды, каратиноиды, стерины. Фосфолипиды входят в состав клеточных оболочек и играют существенную роль в их проницаемости и обмене веществ между клетками. Входящий в состав фосфолипидов лецитин участвует в регуляции холестерина обмена, способствует выведению холестерина из

организма. Содержащиеся в маслах стерины также нормализуют холестеринный обмен, образуя с холестерином нерастворимые комплексы, которые препятствуют всасыванию холестерина в желудочно-кишечный тракт. Присутствующие в растительных маслах токоферолы в зависимости от соотношения изомеров обладают либо Е-витаминной либо антиоксидантной активностью. Каротиноиды являются предшественниками витамина А и повышают пищевую ценность жиров.

При технологической обработке масел снижается их содержание в биологически активных веществах. Поэтому иногда обработанные масла вновь обогащаются этими веществами. При этом биологически активные вещества вводят с учетом возраста, традиций питания, географических особенностей, климата и т. д. Это позволяет нивелировать не только воздействие технологической обработки, но и придавать маслам необходимые свойства.

Разработаны диеты, в состав которых входят смешанные растительные масла, что позволяет регулировать синтез структурных липидов и исключает синтез запасных липидов. Таким способом проводятся профилактика и лечение атеросклероза, ожирения, тромбообразования, нарушения зрительной системы.

В последние годы стали широко использоваться растительные масла из нетрадиционного сырья (семечек арбуза, тыквы, винограда и др.), обладающих биологически активными и фармакологическими свойствами. Возрождается производство льняного и конопляного масел, которые также обладают фармакологическими свойствами.

В состав пищевых жиров может входить особая группа жирных кислот – так называемые трансизомеры жирных кислот. Трансизомеры быстро вступают в обменные процессы, ингибируют синтез необходимых для организма человека длинноцепочечных жирных кислот.

Из-за включения трансизомеров в фосфолипиды мембран, содержащихся в организме человека, может меняться направление клеточных реакций.

Исследования показали, что повышенное содержание трансизомеров в пищевых жирах увеличивает риск заболеваний сердечно-сосудистой системы и опасность появления злокачественных опухолей.

Исходя из физиологически неблагоприятных свойств трансизомеров во всех развитых странах принимаются меры по максималь-

ному снижению их содержания в жировых продуктах. Для этого разработаны специальные методы обработки масел.

Основным жировым сырьем для пищевой промышленности являются природные жиры растительного и животного происхождения. Растительные жиры бывают жидкие и твердые, животные жиры – только твердые. Животные жиры подразделяются на жиры наземных животных и жиры морских животных.

Среди разнообразных масел и жиров, применяемых в пищевой промышленности, ведущее место по объему производства занимают растительные жиры, на долю которых приходится свыше 80 % всех производимых в мире жиров.

Существуют различные классификации жиров.

В основе этих классификаций лежит один из следующих признаков: происхождение жира, его консистенция при температуре 20 °С, способность полимеризоваться (высыхать), преобладающее содержание в жирах определенных жирных кислот.

Целесообразность классификации жиров на основании преобладающего содержания некоторых кислот связана с тем, что свойства масел и жиров и их потребительское значение в основном определяются составом жирных кислот и их сочетанием в триглицеридах.

В соответствии с этой классификацией жиры делят на следующие группы:

- линолево-олеиновая группа (масло подсолнечное, хлопковое, арахисовое, кукурузное и др.);
- линолево-линоленовая группа (масло соевое и др.);
- олео-пальмитиновая группа (масло оливковое, пальмовое и др.);
- лауриновая группа (масло кокосовое, пальмоядровое и др.);
- эруковая группа (масло рапсовое, горчичное и др.).

Показатели качества жиров включают в себя их органолептические, физические и химические свойства.

Органолептические показатели – это вкус, запах, цвет, прозрачность, консистенция.

По вкусу и запаху определяют степень обработки жира. Нерафинированные жиры имеют специфический вкус и запах, который зависит от источника получения жира (вида масличной культуры, источника животного происхождения). Кроме того, по запаху и вкусу можно различить степень свежести жира. Вкус и запах обуслов-

ливаются такими ароматическими веществами, как летучие жирные кислоты, карбонильные соединения, эфиры и др.

Цвет жиров зависит от содержания в них различных пигментов и их соотношения. Цвет жиров может иметь окраску от белого (свиной жир) до темно-коричневого (хлопковое масло).

Прозрачность жира зависит от содержания в маслах фосфолипидов и некоторых других веществ.

По физическим показателям особое значение имеют плотность, температура плавления и застывания жира, температура воспламенения (для экстракционного масла).

Плотность жиров характеризует состав жирных кислот, входящих в триглицериды жира. С увеличением молекулярной массы жирных кислот плотность жиров уменьшается, с повышением степени ненасыщенности жирных кислот плотность увеличивается. Плотность также может быть показателем доброкачественности жира. Наличие гидроксильных групп в жирнокислотных радикалах, образующихся в процессе окисления жиров, приводит к увеличению их плотности. При увеличении содержания свободных жирных кислот, образующихся при гидролизе триглицеридов, плотность жира снижается. Плотность нерафинированных жиров больше, чем рафинированных.

Температура плавления зависит от соотношения жирных кислот в триглицеридах. С увеличением уровня низкомолекулярных и ненасыщенных жирных кислот температура плавления уменьшается. Чем выше температура плавления жира, тем он хуже усваивается организмом человека. Температура застывания жира всегда ниже температуры плавления.

Твердость жира характеризует структурно-механические свойства твердых жиров. Этот показатель используется для определения качества маргарина и саломасов.

Температура воспламенения экстракционного масла – это температура, при которой выделившиеся при нагревании жира летучие вещества образуют с воздухом горючую смесь, вспыхивающую над пламенем горелки. Этот показатель используется для определения остатков растворителя в масле.

Химические показатели жиров – это массовая доля влаги летучих веществ, массовая доля нежировых примесей, массовая доля неомыляемых веществ, массовая доля фосфолипидов, а также так на-

зываемые числа жиров (кислотное число, число Рейхерта–Мейсля, йодное число, перекисное число и др.).

Повышение содержания в жирах влаги снижает их питательную ценность, стойкость при хранении и способствует развитию гидролитических процессов.

Массовая доля нежировых примесей – это содержание в жирах твердых веществ, находящихся в виде осадка или взвеси. В рафинированных маслах они отсутствуют.

Массовая доля неомыляемых веществ – это содержание компонентов, которые не реагируют со щелочами при омылении жиров, не растворяются в воде, но растворимы в эфире.

Массовая доля фосфолипидов характеризует степень очистки масла при гидратации. Повышение числа фосфолипидов в масле увеличивает время отстоя, что ухудшает его товарный вид. Фосфолипиды относятся к биологически активным веществам.

Кислотное число (к.ч.) – это количество свободных жирных кислот, содержащихся в одном грамме жира, и выражается количеством миллиграммов КОН, необходимым для их нейтрализации. К.ч. является важнейшим показателем качества пищевых жиров и нормируется всеми стандартами. Значение к.ч. характеризует доброкачественность пищевых жиров. При несоблюдении условий и сроков хранения жиров к.ч. увеличивается, что обусловлено, в основном, гидролизом триглицеридов. К.ч. может повышаться в результате биологического окисления ненасыщенных жирных кислот под действием липоксигеназ.

Число Рейхерта–Мейсля характеризует количество водорастворимых летучих жирных кислот, содержащихся в пяти граммах жира. Из летучих жирных кислот в жирах содержатся, в основном, масляная, валериановая и каприновая кислоты.

Йодное число (й.ч.) характеризует степень ненасыщенности жира и выражается количеством граммов йода, которое может присоединиться к ста граммам жира. По величине й.ч. судят о преобладании в жирах насыщенных или ненасыщенных жирных кислот. Чем выше й.ч., тем больше в жирах ненасыщенных жирных кислот. Тугоплавкие жиры имеют низкое й.ч., легкоплавкие – высокое.

Перекисное число (п.ч.) – это количество первичных продуктов окисления жиров, т. е. перекисей. Выражается п.ч. количеством йода в граммах, выделенных перекисями из ста граммов жира. Со-

держание перекиси в жирах обнаруживается задолго до появления в них неприятного вкуса и запаха.

В процессе переработки и хранения под действием различных факторов (кислорода воздуха, света, влаги, ферментов) жиры подвергаются химическим изменениям. Эти изменения обусловлены свойствами триглицеридов и сопутствующих веществ, входящих в состав жиров. При этом растительные и животные жиры, масличные семена и другие жиросодержащие продукты могут приобретать неприятный вкус и запах. В продуктах могут накапливаться вредные для организма человека вещества, а также снижаться пищевая ценность продуктов. В конечном счете в результате изменения свойств жиров они могут оказаться непригодными для употребления в пищу. Порча жиров обусловлена накоплением в них низкомолекулярных соединений, перекисей, альдегидов, кетонов, свободных жирных кислот и др.

Порча жиров происходит также в результате гидролитических процессов (гидролиза), окисления, прогоркания, образования штаффа.

Гидролиз жиров – это процесс расщепления молекул триглицеридов при их взаимодействии с водой. Он происходит при наличии во влажных жирах таких катализаторов, как липаза, фосфолипаза, сильные органические и неорганические кислоты, а также в результате деятельности микроорганизмов (липолитических бактерий). Процесс гидролиза ускоряется при повышении влаги в продуктах, температуры и активности фермента липазы. Гидролиз жиров ведет к накоплению свободных жирных кислот, при этом растет кислотное число. Накопление низкомолекулярных кислот (масляной, валериановой и др.) приводит к появлению неприятного специфического запаха.

Окисление жиров происходит под действием кислорода воздуха. При окислении жиров параллельно наблюдается ряд реакций. При окислении ненасыщенных жирных кислот молекулы кислорода присоединяются по месту двойных связей с образованием циклических перекисей. В результате сложных превращений перекисей образуются вторичные продукты окисления: спирты, альдегиды, кетоны, кислоты с различной длиной углеродной цепи, а также их разнообразные производные. Все эти вещества вызывают появление неприятного запаха. Окисление жиров возможно только в присутствии кислорода воздуха. При хранении жиров под вакуумом в атмосфере инертного газа окислительные процессы исключены. Процесс окисления

ускоряется под действием ультрафиолетовых лучей, повышения температуры. В растительных тканях встречается биологический катализатор – липоксигеназа, который катализирует окисление полиненасыщенных жирных кислот. Сильным каталитическим действием обладают ионы тяжелых металлов (меди, железа, кобальта, цинка, марганца и др.). Для предотвращения и замедления окислительных реакций в жиры вводят антиокислители (антиоксиданты). Их действия основаны на способности обрывать цепь окисления. Вещества, усиливающие активность антиокислителей, называются синергистами. Синергисты способны дезактивировать ионы тяжелых металлов. Наиболее активными синергистами являются соединения, которые образуют с ионами металлов комплексные соединения. Их называют комплексонами. Комплексонами являются некоторые окси- и аминокислоты, производные фосфорной кислоты, аскорбиновая, щавелевая, винная кислоты и др.

Прогоркание жиров связано с накоплением в жирах короткоцепочечных альдегидов и кетонов – вторичных продуктов окисления гидроперекисей. При прогоркании в жирах появляется вкус, который можно назвать «сильно поджаренный».

При порче жиров на поверхности таких продуктов, как сливочное масло, маргарин и др., появляется темноватый слой – штафф, который имеет неприятный запах и горьковатый вкус. Это результат одновременного протекания гидролитических, окислительных, микробиологических и физических процессов.

Порча жиров связана также и с изменением сопутствующих веществ. Темный цвет хлопкового масла обусловлен наличием в нем продуктов окисления пигмента госсипола. Обесцвечивание растительных масел связано с окислением каротиноидов.

Многие продукты окисления жиров являются токсичными. Токсичность окисленных жиров обусловлена высокой химической активностью гидроперекисей и карбонильных соединений, которые легко усваиваются организмом. Воздействие на организм человека продуктов окисления жиров может вызвать серьезные заболевания, в том числе образование злокачественных опухолей.

Вопросы для самопроверки:

1. Чем обусловлена пищевая и энергетическая ценность жиров?
2. По каким основным признакам осуществляется классификация жиров?
3. Как осуществляется классификация жиров на основании преобладающего содержания различных жирных кислот?
4. Какие показатели обуславливают органолептические свойства жиров?
5. Какие показатели определяют физические свойства жиров?
6. Какие показатели влияют на химические свойства жиров?
7. Какие химические изменения происходят при переработке и хранении жиров?
8. Что такое антиоксиданты и принцип их действия?

ТЕМА 2. Рафинация жиров Гидрогенизация растительных масел Переэтерификация жиров

Извлеченные из семян масличных культур растительные масла содержат различные вещества, определяющие их цвет, вкус, запах. При получении растительных масел из сырья переходят остатки гербицидов, пестицидов, продукты жизнедеятельности микроорганизмов, в том числе и различные токсины.

Очистка масел и жиров от природных примесей, особенно от выделения из них триглицеридов, называется рафинацией.

Современная рафинация жиров представляет собой комплексный процесс, включающий последовательную цепь технологических операций. Обязательным условием этих операций является сохранение триглицеридной части жиров в нативном состоянии.

Основными операциями при рафинации жиров и масел являются их гидратация, щелочная нейтрализация, промывка и сушка масла, отбеливание и дезодорация.

Гидратация – это удаление из масла с помощью воды группы веществ, обладающих гидрофильными свойствами. Основным веществом при этом являются фосфолипиды – ценные в пищевом отношении соединения, обладающие антиокислительными свойствами. При хранении масел они выпадают в осадок, который легко разлагается. Фосфолипиды после выделения их из масла используются в ка-

честве самостоятельного продукта в пищевых, кормовых и лечебных целях. Процесс гидратации заключается в смешивании подогретого масла с определенным количеством воды. При этом температура гидратации и количество воды зависит от вида масла. Например, для подсолнечного масла количество воды составляет от 0,5 до 3 %, температура 45–50 °С, для соевого – соответственно до 6 % и 65–70 °С. Воду и масло смешивают в струйных смесителях или реакторах-турбулизаторах, затем смесь поступает в экспозитор, где происходит коагуляция и формирование хлопьев осадка. Далее смесь сепарируется и очищенное масло поступает в вакуум-сушильный аппарат для последующей обработки.

Щелочная нейтрализация масел и жиров проводится с использованием гидроксида натрия. Свободные жирные кислоты, взаимодействуя со щелочью, образуют водные растворы – «мыла». Щелочная нейтрализация осуществляется в нейтрализаторах при температуре 85–90 °С. Затем смесь сепарируется и нейтральное масло отправляется для дальнейшей переработки.

Отбеливание масел позволяет удалить жирорастворимые пигменты – каротиноиды, хлорофиллы и др. Подсолнечное масло отбеливанию не подлежит. При отбеливании используются активированные отбеливающие глины, основными компонентами которых являются алюмосиликаты. Иногда для осветления масел применяется активированный уголь (как отдельно, так и в смеси с глиной). Активированные глины вводят в масло в количестве 0,5–2 % (для хлопкового масла 4–5 %), температура отбеливания составляет от 75 до 80 °С, остаточное давление в отбельных аппаратах приблизительно 4 КПа. После отбеливания смесь масла с глиной фильтруется.

Дезодорация масла – это дистилляционный процесс, цель которого – удаление из масел одорирующих веществ (низкомолекулярных жирных кислот, альдегидов, кетонов и других летучих веществ), определяющих запах и вкус масел. При дезодорации также могут удаляться такие нежелательные вещества, как полициклические ароматические углеводороды, ядохимикаты, токсичные вещества (например, афлатоксины). При производстве маргариновой и майонезной продукции требуются только дезодорированные жиры, полностью обезличенные по вкусу и запаху. Дезодорацию проводят под вакуумом (остаточное давление от 0,15 до 0,25 КПа) при температу-

ре 215–230 °С. Полученное дезодорированное масло охлаждают и хранят в закрытых емкостях.

Гидрирование (гидрогенизация) жиров проводится с целью получения из жидких растительных масел твердых жиров (саломасов), которые используются при производстве маргарина, кондитерских и кулинарных жиров, мыла, стеарина, смазок и т. д. При гидрогенизации по месту двойных связей происходит изменение триглицеридного состава масла в результате присоединения водорода к ненасыщенным жирным кислотам. Гидрирование полиненасыщенных жирных кислот может происходить ступенчато, т. е. более ненасыщенные жирные кислоты превращаются в менее ненасыщенные, а затем в насыщенные. Одновременно с основной химической реакцией может происходить изменение пространственной конфигурации жирных кислот, т. е. образование трансизомеров. При гидрировании жиров применяется никелевый катализатор в виде таблеток или порошка. В промышленности обычно применяется непрерывный способ гидрирования. При этом температура масла при получении пищевых саломасов составляет 210–230 °С, технических саломасов – от 240 до 250 °С.

Переэтерификация жиров осуществляется с целью получения их необходимых показателей для производства различных видов жировой продукции. При переэтерификации происходит перераспределение радикалов в триглицеридах жиров. Проводится либо внутримолекулярная, либо межмолекулярная переэтерификация. В первом случае для переэтерификации используется один вид жира, во втором – смесь жиров. Часто переэтерификации подвергаются смеси высокоплавких животных жиров с растительными маслами. В результате получают новый жир, обладающий пластичностью и другими необходимыми свойствами для получения пищевых жиров. Эти жиры имеют температуру плавления от 25 до 35 °С и могут быть применены для получения аналогов молочного жира или использованы в хлебопекарной, кондитерской промышленности и для других целей. Процесс переэтерификации включает дозирование, смешивание и подогрев исходной смеси жиров и масел; щелочную нейтрализацию; глубокую сушку смеси и непосредственно процесс переэтерификации, который проходит в течение 0,5–1 ч при температуре от 80 до 90 °С в специальном аппарате. При переэтерификации применяется катали-

затвор – метилат или этилат натрия. Полученный переэтерифицированный жир промывают и сушат.

Вопросы для самопроверки:

1. Какова цель гидратации растительных масел и как она осуществляется?
2. Как проводится щелочная рафинация жиров?
3. Как осуществляется отбеливание растительных масел?
4. Какова цель дезодорации жиров и как осуществляется этот процесс?
5. Какова сущность и цель проведения химической реакции при получении гидрированных жиров?
6. Как осуществляется переэтерификация жиров?

Тема 3. Производство маргарина Основные технологические процессы

Маргарин имеет значительный удельный вес в ассортименте пищевых жиров. В некоторых странах потребление маргарина занимает ведущее место. Это связано как с экономическими причинами, так и с медико-биологическими, поскольку маргарин богат ненасыщенными жирными кислотами.

Ассортимент маргарина достаточно широк. Маргарины бывают бутербродные, столовые и для промышленной переработки.

Маргарин представляет собой высокодисперсную эмульсию, в состав которой входят высококачественные пищевые жиры, молоко (вода), соль, сахар, эмульгаторы, красители, ароматизаторы и некоторые другие вещества. В высокожирных маргаринах массовая доля жира составляет до 82 %, в маргаринах пониженной жирности – до 70 %, в низкожирных – от 40 до 60 %.

Жировым сырьем для производства маргарина являются различные растительные масла, гидрированные жиры (саломасы) и переэтерифицированные жиры. При производстве маргарина все жиры должны быть подвержены полной рафинации, в том числе дезодорации.

В состав маргарина входит водная или водно-молочная фракция. Вырабатываются молочные и безмолочные маргарины. При производстве молочного маргарина половина молока обычно вводит-

ся

в сквашенном виде. Для сквашивания молока используются закваски, состоящие из различных видов и штаммов молочнокислых бактерий, в том числе ароматообразующих. Эти микроорганизмы при их культивировании в молоке продуцируют молочную кислоту и другие побочные продукты брожения – диацетил, летучие жирные кислоты, ацетальдегид, спирты, эфиры. Введение сквашенного молока придает маргарину приятный кисломолочный вкус и аромат. При производстве безмолочного маргарина необходимо применение ароматизаторов.

При производстве маргарина применяются эмульгаторы – пищевые фосфолипиды, смесь моно- и диацилглицеролов и др. В маргарине преобладает эмульсия обратного типа – «вода в жире». Адсорбируясь на границе раздела фаз (жир – вода), молекулы эмульгатора ориентируются своими гидрофильными частями к воде, а гидрофобными – к жиру.

Технологический процесс производства маргарина включает следующие операции:

- подготовку нежировых рецептурных компонентов, в том числе при производстве молочного маргарина, включающем нормализацию, пастеризацию и сквашивание молока;
- подготовку жировой основы маргарина;
- приготовление эмульсии маргарина;
- переохлаждение эмульсии маргарина;
- кристаллизацию эмульсии маргарина;
- механическую (пластическую) обработку маргарина;
- фасование маргарина.

К сырью при производстве маргарина предъявляются необходимые требования. При составлении рецептуры маргарина учитываются все свойства его компонентов. Особое внимание уделяется составлению жировой основы. Жировое сырье хранят по партиям и видам.

На современных линиях дозирование компонентов маргарина осуществляется по заданной программе (существует весовое и объемное дозирование). При этом жировую основу и водно-молочную фракцию готовят и дозируют отдельно (водно-молочную фракцию вводят при температуре от 15 до 20 °С, жировую основу – на 4–5 градусов выше, чем температура плавления самого высокоплавкого жи-

рового компонента). Затем смесь тщательно перемешивается. При этом происходит ее эмульгирование.

Эмульсия маргарина превращается в готовый продукт путем ее переохлаждения и кристаллизации при строго определенных условиях. От этих условий зависят консистенция, пластичность и температура плавления продукта. При переохлаждении происходят сложные превращения и переходы кристаллических форм. Процесс переохлаждения происходит в аппарате-переохладителе (вотаторе). При этом хладагентом является аммиак с температурой испарения минус 15–17 °С. Температура переохлажденной маргариновой эмульсии составляет от 12 до 13 °С. Для дальнейшего структурирования маргариновой эмульсии применяется кристаллизация, которая осуществляется в кристаллизаторах – аппаратах по типу «труба в трубе». При этом в межстенное пространство подается теплая вода (температура 24–30 °С). Эмульсия маргарина проталкивается при помощи специального устройства. На выходе из кристаллизатора маргарин имеет температуру 16–18 °С. Для подачи эмульсии от смесителя до фасовочного автомата устанавливается насос высокого давления ($P = 6$ МПа).

Вопросы для самопроверки:

1. Какие компоненты входят в рецептурный набор при производстве маргарина?
2. Какое жировое сырье входит в рецептуру маргарина?
3. Как готовится водно-молочная фракция при производстве маргарина?
4. Какие операции входят в технологический процесс производства маргарина?
5. Как осуществляется получение маргариновой эмульсии?
6. Как проводится переохлаждение и кристаллизация эмульсии?

ТЕМА 4. Производство майонезов и их ассортимент

Майонез – высокопитательный пищевой продукт, который используется как для сдабривания блюд, так и для приготовления бутербродов, гамбургеров, чизбургеров и др. Майонез способствует лучшей усвояемости блюд (овощных, мясных, рыбных, крупяных) и повышает их пищевую ценность. Биологическая ценность майонеза

связана с содержанием в нем полиненасыщенных жирных кислот (линолевой и линоленовой).

Эмульсия майонеза прямого типа – «жир в воде». Все питательные вещества в эмульсии находятся в мелкодисперсном виде. Консистенция майонеза сметанообразная или пастообразная.

Ассортимент майонеза достаточно велик благодаря наличию в нем различных доз растительного масла, наполнителей, вкусовых и пищевых добавок. Выпускаются высококалорийные майонезы с массовой долей жира более 55 %, среднекалорийные – от 40 до 55 % и низкокалорийные – менее 40 %.

Сырьем для производства майонезов являются жидкие растительные масла, сухое молоко или сухая сыворотка, яичный порошок, горчичный порошок, сахар, соль, кислота уксусная или лимонная, сода пищевая, вода, стабилизаторы и некоторые другие наполнители.

Каждый из рецептурных компонентов играет существенную роль для получения продукта с хорошими органолептическими и физико-химическими свойствами. Входящее в состав майонеза растительное масло не должно иметь примеси саломаса, который может способствовать разрушению эмульсии. Сухое молоко является не только ценным пищевым продуктом, но играет в производстве майонеза роль эмульгатора и структурообразователя, обуславливает повышение влагоудерживающей способности продукта. Эмульгирующей способностью обладает также яичный порошок благодаря наличию в нем лецитина. Горчичный порошок содержит аллиловое масло, которое придает майонезу пикантный вкус. Уксусная и лимонная кислоты являются не только вкусовыми добавками, но им принадлежит также роль бактерицидного фактора. Пищевая сода способствует оптимизации процесса набухания белков, их переход в состояние наиболее активного действия как эмульгаторов и структурообразователей эмульсии. Количество соли в майонезе должно быть ограничено, так как она играет роль дестабилизатора эмульсии.

Однородную и устойчивую эмульсию майонеза можно получить, соблюдая строгую последовательность следующих технологических операций при подготовке:

- отдельных компонентов рецептурного состава;
- майонезной пасты;
- «грубой» эмульсии;
- тонкодисперсной эмульсии (гомогенизации);

- вводе вкусовых и ароматических добавок, который на более ранних стадиях был невозможен.

При подготовке рецептурных компонентов все сыпучие продукты просеиваются на виброситах, имеющих магниты для улавливания ферропримесей. Иногда для улучшения вкуса и аромата майонеза отдельно готовится уксусно-солевой раствор или ароматизированный уксус. При приготовлении ароматизированного уксуса уксусная кислота настаивается со специями – черным или душистым перцем, лавровым листом, корицей, гвоздикой, мускатным орехом, петрушкой и др. Во избежание появления горечи в майонезе горчичный порошок за двадцать четыре часа до использования заливают водой с температурой от 80 до 100 °С, хорошо промешивают, верхний слой заглаживают и сверху наливают воду при температуре, близкой к 100 °С, и высотой слоя 4–5 см. Перед использованием полученной горчичной пасты верхний слой воды, содержащий горькие вещества, сливают.

Для приготовления майонезной пасты в смеситель вносят все сухие наполнители, кроме яичного порошка, подают воду с температурой от 35 до 40 °С, перемешивают. Затем температуру смеси доводят до 90–95 °С и выдерживают в течение 20–25 мин, т. е. осуществляют пастеризацию смеси, после чего смесь охлаждают до температуры 40–45 °С. Далее в смеситель вносят яичный порошок и необходимое количество воды. Температуру смеси доводят до 60–65 °С и выдерживают в течение 20–25 мин. Более высокую температуру для обработки смеси с яичным порошком использовать нельзя, так как яичный порошок может свернуться.

При приготовлении «грубой» эмульсии в полученную майонезную пасту подают растительное масло с температурой 20–25 °С. При этом в первые 7–10 мин масло подается медленно. Затем в смеситель подаются растворы уксуса и соли или ароматизированный уксус.

Полученную «грубую» эмульсию майонеза подвергают гомогенизации. При производстве высококалорийных майонезов давление составляет от 0,9 до 1 МПа, низкокалорийных – от 15 до 17,5 МПа.

На современных предприятиях майонез, в основном, получают непрерывным способом. При этом возможно автоматическое регулирование технологического процесса. Получение майонеза осуществляется в закрытом оборудовании, которое можно использовать

и для производства других продуктов (кетчупов, горчицы, салатных приправ и др.). Использование линий непрерывного производства позволяет получать продукты с хорошими органолептическими и физико-химическими показателями.

Вопросы для самопроверки:

1. Чем обуславливается пищевая и биологическая ценность майонеза?
2. Каков ассортимент майонезов?
3. Какие компоненты являются сырьем для майонеза? Их роль в получении эмульсии майонеза.
4. Какие операции входят в технологический процесс производства майонеза?
5. Как осуществляется периодический способ производства майонеза?
6. Как осуществляется процесс производства майонеза непрерывным способом?

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ

Студенты допускаются к работе в лаборатории только после ознакомления с правилами техники безопасности и получения инструктажа, что фиксируется в специальном журнале. Лабораторные работы выполняются звеньями в составе 3–4 человек. Студенты должны заранее подготовиться к занятию, используя рекомендованную литературу. Готовность студента к занятию проверяется преподавателем перед началом лабораторной работы. Студенты, не подготовившиеся к занятию, не допускаются к выполнению лабораторной работы и выполняют ее вне расписания после повторной проверки готовности.

Отчет о проделанной работе представляется в конце занятия по форме, разработанной кафедрой. Итоги выполнения задания подводятся преподавателем на основе собеседования и анализа отчета.

При работе в лабораториях кафедры прикладной биотехнологии необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) перед началом занятий необходимо надеть белые халаты и косынки или колпаки;

- 2) на рабочем месте не следует держать посторонних предметов. Сумки и портфели укладываются в специальный шкафчик;
- 3) категорически запрещается пить воду из химической посуды;
- 4) не включать и не выключать без разрешения преподавателя рубильники и приборы. Следить за состоянием изоляции проводов, электроарматуры и оборудования;
- 5) нельзя пробовать на вкус реактивы;
- 6) горячие и раскаленные предметы ставить только на асбестовую сетку или иную термостойкую прокладку;
- 7) не прикасаться к крепким кислотам и щелочам, которые имеются в лаборатории;
- 8) не касаться вращающихся частей оборудования;
- 9) горящие спиртовки, горелки должны находиться на расстоянии не менее 3 м от легковоспламеняющихся веществ (бензин, эфир, спирт и др.);
- 10) в случае воспламенения горючих жидкостей следует быстро погасить горелки, выключить электронагревательные приборы и принять меры к тушению пожара;
- 11) окончив работу, надо привести в порядок рабочее место (протереть столы, убрать инструмент, посуду, поставить на место измерительные приборы и т. п.) и сдать его лаборанту кафедры.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Определение кислотного числа растительных масел

Кислотное число (к.ч.) – это количество свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира, выражается количеством 0,1 н. раствора КОН, необходимым для их нейтрализации.

Кислотное число является важнейшим показателем качества и нормируется всеми стандартами.

При несоблюдении условий и сроков хранения растительных масел кислотное число увеличивается, что обусловлено, в основном, гидролизом триглицеридов.

Кислотное число может повышаться в результате биологического окисления ненасыщенных жирных кислот.

Для лабораторной работы необходимы нижеследующие материалы.

Аппаратура, реактивы и посуда:

весы лабораторные с наибольшим пределом взвешивания 500 г;

баня водяная;

колбы конические вместимостью 250 мл;

бюретка вместимостью до 50 см³;

бумага фильтровальная;

гидроокись калия (КОН), х.ч. или ч.д.а 0,1 н. раствор;

спирт этиловый;

хлороформ;

35 %-й раствор хлористого натрия;

эфир диэтиловый;

1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина;

вода дистиллированная;

смесь растворителей: спиртоэфирная или спиртохлороформная (приготовление – см. ниже).

Определение кислотного числа рафинированных растительных масел

Приготовление смеси растворителей

Спиртоэфирную смесь готовят из двух частей диэтилового эфира и одной части этилового спирта с добавлением 5 капель раствора фенолфталеина на 50 см³ смеси.

Смесь нейтрализуют 0,1 н. раствором гидроокиси калия или натрия до едва заметной розовой окраски.

Спиртохлороформную смесь готовят из равных частей хлороформа и этилового спирта с добавлением 5 капель раствора фенолфталеина на 50 см³ смеси. Смесь нейтрализуют 0,1 н. раствором гидроокиси калия или натрия до едва заметной розовой окраски.

При использовании спиртоэфирной смеси титрование проводят водным или спиртовым раствором гидроокиси; при использовании спиртохлороформной смеси – спиртовым раствором гидроокиси.

Подготовка образца и проведение исследования

Прозрачное незастывшее растительное масло перед взятием пробы для анализа хорошо перемешивают. При наличии в жидком масле мути или осадка, а также при анализе застывших масел образец масла помещают в сушильный шкаф с температурой 50 °С и нагревают этот образец до той же температуры. Затем масло перемешивают. Если после этого масло не становится прозрачным, его фильтруют в шкафу при температуре 50 °С.

В коническую колбу отвешивают 3–5 г масла, вливают 50 см³ нейтральной смеси растворителей и взбалтывают. Запись результата ведут до второго десятичного знака.

Если при этом масло не растворяется, его нагревают на водяной бане, охлаждают до температуры 15–20 °С.

Полученный раствор масла при постоянном взбалтывании быстро титруют 0,1 н. раствором гидроокиси калия или натрия до появления слабо-розовой окраски, устойчивой в течение 30 с.

При титровании 0,1 н. водным раствором гидроокиси калия или натрия количество спирта, применяемого вместе с эфиром или хлороформом, во избежание гидролиза раствора масла, должно не менее чем в 5 раз превышать количество израсходованного раствора гидроокиси.

При кислотном числе масла свыше 6 мг КОН/г отвешивают навеску масла массой 1–2 г и растворяют в 40 см³ нейтральной смеси растворителей. Запись результата проводят до второго десятичного знака.

При кислотном числе масла менее 2 мг КОН/г титрование ведут из микробюретки.

Определение кислотного числа нерафинированных растительных масел

Проведение исследования

В плоскодонную колбу или специальную колбу для титрования отвешивают 10 г масла, вливают 50 см³ 35–36 %-го нейтрализованного раствора хлористого натрия и 0,5 см³ раствора фенолфталеина с записью результата до второго десятичного знака. Колбу закрывают резиновой пробкой и содержимое встряхивают, затем титруют 0,25 моль/дм³ (0,25 н.) водным раствором гидроокиси калия или натрия (при небольшом кислотном числе масла допускается применение 0,1 моль/дм³ (0,1 н.) раствора гидроокиси калия или натрия).

При титровании встряхивание повторяют каждый раз после прибавления 4–5 капель гидроокиси до исчезновения окраски нижнего слоя жидкости.

Когда окраска нижнего слоя начинает медленно исчезать, склянку встряхивают уже после прибавления 1–2 капель раствора гидроокиси.

Титрование ведут до появления устойчивой розовой окраски нижнего слоя жидкости.

Обработка результатов исследования

Кислотное число масла (X_1), мг КОН/г, вычисляют по формуле

$$X_1 = 5,611 KV/m,$$

где 5,611 – коэффициент, равный значению расчетной массы КОН в 1 см³ 0,1 н. раствора КОН (при использовании NaOH этот коэффициент получают путем умножения расчетной массы NaOH в 1 см³ 0,1 н. раствора на 1,4 – отношение молекулярных масс КОН к NaOH); K – поправка к титру 0,1 н. раствора гидроокиси калия или натрия; V – объем 0,1 н. раствора гидроокиси калия или натрия, израсходованного на титрование, см³; m – масса масла, г.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений.

При разногласиях в оценке качества продукции за результат испытания принимают среднее арифметическое результатов не менее четырех параллельных определений, полученных титрометрическими методами с визуальной или потенциметрической индикацией.

Вычисления проводят до второго десятичного знака с последующим округлением результатов до первого десятичного знака.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Определение перекисного числа растительных масел

Перекисное число (п. ч.) – это количество первичных продуктов окисления жиров, т. е. перекиси, которые могут выделять йод из водного раствора йодистого калия. Выражается перекисное число количеством йода в граммах, выделенным перекисями из 100 г жира. Перекисное число является показателем степени свежести жиров.

Для проведения лабораторной работы студентам потребуются нижеследующие материалы.

Аппаратура, реактивы и посуда:

весы лабораторные с наибольшим пределом взвешивания 200 г;

колбы плоскодонные емкостью 250 и 1000 мл;

бюретка;

стаканы стеклянные;

пипетки;

цилиндры объемом 50 и 100 мл;

секундомер;

часы песочные (1 и 5 мин);

хлороформ;

кислота уксусная х. ч., ледяная;

калий йодистый, 50 %-й водный раствор;

серноватисто-кислый натрий (тиосульфат натрия), 0,01 н. и 0,002 н. водный раствор;

стандарт-титры (фиксоналы) тиосульфата натрия;

крахмал растворимый, раствор с массовой долей 0,5 %;

вода дистиллированная.

Выполнение работы

Подготовка растворов реактивов

Раствор йодистого калия хранят в темном сосуде. Перед использованием его проверяют. Для этого 2 капли раствора крахмала добавляют к $0,5 \text{ см}^3$ раствора йодистого калия, входящего в объем 30 см^3 раствора уксусной кислоты и хлороформа (3:2). Если образуется голубая окраска, для обесцвечивания которой требуется более 1 капли $0,01 \text{ моль/дм}^3$ раствора тиосульфата натрия, то раствор йодистого калия не используют и приготавливают свежий раствор.

Раствор крахмала готовят следующим образом: 5 г растворимого крахмала смешивают с 30 см^3 воды, добавляют эту смесь к 1000 см^3 кипящей воды и кипятят в течение 3 мин.

Раствор серноватисто-кислого натрия (тиосульфата натрия) молярной концентрации с $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 0,1 \text{ н.}$ готовят следующим образом.

Теплой водой смывают надпись на ампуле и хорошо ее обтирают. В мерную колбу вместимостью 1 дм^3 вставляют специальную воронку с вложенным в нее стеклянным бойком (обычно прилагается к каждой коробке стандарт-титров), острый конец которого должен быть обращен вверх. Если специальной воронки нет, можно пользоваться обычной химической воронкой, вставив в нее стеклянный боек. Когда боек будет правильно уложен в воронке, ампуле с веществом дают свободно падать так, чтобы тонкое дно ампулы разбилось при ударе об острый конец бойка. После этого пробивают верхнее углубление ампулы и все ее содержимое осторожным встряхиванием высыпают в колбу. Ампулу, не изменяя ее положения, промывают дистиллированной водой из промывалки. Промыв ампулу, ее удаляют, а раствор доливают дистиллированной водой до метки, закрывают колбу пробкой и тщательно встряхивают до полного растворения вещества. Раствор годен к применению через 10–14 сут. Его хранят в склянке из темного стекла.

Проведение исследования

Пробу отвешивают в колбу. Если колбу нельзя взвесить непосредственно, то испытываемую пробу отвешивают в стаканчике.

В случае, если взвешивание проводилось в стаканчике, его вместе с испытуемой пробой помещают в колбу.

Добавляют 10 см³ хлороформа, быстро растворяют испытуемую пробу, вливают 15 см³ уксусной кислоты и 1 см³ раствора йодистого калия, после чего колбу сразу же закрывают, перемешивают содержимое в течение 1 мин и оставляют на 5 мин в темном месте при температуре 15–25 °С. Затем добавляют 75 см³ воды, тщательно перемешивают и вводят раствор крахмала до появления слабой однородной фиолетово-синей окраски. Выделившийся йод титруют раствором тиосульфата натрия до молочно-белой окраски, устойчивой в течение 5 с. При этом используют раствор молярной концентрации с $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 0,002$ моль/дм³, если предполагаемое значение перекисного числа не более 6,0 ммоль/кг.

Если предполагаемое значение перекисного числа более 6,0 ммоль/кг, то после добавления воды и перемешивания выделившийся йод титруют соответствующим раствором молярной концентрации с $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 0,1$ моль/дм³ до заметного снижения интенсивности окраски раствора. Осторожно добавляют крахмал до появления слабой однородной фиолетово-синей окраски. Оставшийся йод титруют раствором тиосульфата натрия до молочно-белой окраски в конце титрования. Допускается наличие различных оттенков окраски в соответствии со специфическими особенностями окраски испытуемых масел.

Для каждой испытуемой пробы выполняют два измерения.

Контрольное измерение проводят параллельно с основными измерениями.

Если на данное контрольное измерение пойдет более 0,1 см³ 0,01 моль/дм³ раствора тиосульфата натрия, то проверяют соответствие реактивов требованиям стандартов.

Обработка результатов исследования

Перекисное число X в ммоль/кг вычисляют по формуле

$$X = (V_1 - V_0) c \cdot 1000/m,$$

где V_0 – объем раствора тиосульфата натрия, использованный при контрольном измерении, см³; V_1 – объем раствора тиосульфата нат-

рия, использованный при измерении, см^3 ; c – действительная концентрация использованного раствора тиосульфата натрия, вычисленная с учетом поправки к номинальной концентрации, моль/дм^3 ; m – масса испытуемой пробы, г; 1000 – коэффициент, учитывающий пересчет результата измерения в миллимоли на килограмм.

Вычисление проводят с точностью до второго десятичного знака с последующим округлением до первого десятичного знака.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Определение кислотности майонеза

Аппаратура, посуда и реактивы:

весы лабораторные по ГОСТ 24104, 3-го класса точности, с наибольшим пределом взвешивания 1000 г или другие весы такого же класса точности;

колба Кн-1 – 250, Кн-2 – 250 по ГОСТ 25336;

цилиндр 1 – 50, 1 – 100 ГОСТ 1770;

капельница исполнения 1, 2, 3 по ГОСТ 25336;

бюретка 3 – 2 – 25 – 0,1; 3 – 2 – 25 – 0,05; 3 – 2 – 50 – 0,1 по ГОСТ 29252;

фенолфталеин по нормативно-технической документации, спиртовой раствор с массовой долей индикатора 1 %, готовящийся по ГОСТ 4919.1;

вода дистиллированная по ГОСТ 6709;

гидроксид калия по ГОСТ 24363, х.ч. или ч.д.а., раствор концентрации c (KOH) = 0,1 моль/дм^3 (0,1 н.) или гидроксид натрия по ГОСТ 4328, х.ч. или ч.д.а., раствор концентрации c (NaOH) = 0,1 моль/дм^3 (0,1 н.), готовящийся по ГОСТ 25794.1.

Порядок работы

В колбу наливают 50 см^3 дистиллированной воды и взвешивают 1,9–2,1 г майонеза, записывая результат в граммах до второго десятичного знака. Перемешивают содержимое круговыми движениями до полного растворения майонеза и титруют раствором гидроксида калия или натрия в присутствии индикатора фенолфталеина до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Обработка результатов

Кислотность майонеза в пересчете на уксусную или лимонную кислоту (X_5), %, вычисляют по формуле

$$X_5 = 100 VKN/m,$$

где V – объем раствора гидроксида калия или натрия, израсходованный на титрование, см³; K – поправка к титру раствора гидроксида калия или гидроксида натрия; N – коэффициент пересчета, равный для уксусной кислоты 0,0060, для лимонной кислоты 0,0064; m – масса майонеза, г.

За окончательный результат определения принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,05 %.

Вычисления проводят до третьего десятичного знака с последующим округлением результата до второго десятичного знака.

Определение массовой доли влаги в майонезе

Аппаратура, посуда и реактивы:

весы лабораторные по ГОСТ 24104, 3-го класса точности, с наибольшим пределом взвешивания 1000 г или другие весы такого же класса точности;

электроплитка бытовая по ГОСТ 14919;

шкаф сушильный лабораторный СЭШ-3М с терморегулятором, обеспечивающим погрешность поддержания температуры не более 3 °С;

термометр жидкостный стеклянный по ГОСТ 28498, позволяющий измерять температуру в диапазоне от 100 до 200 °С, с ценой деления 1–2 °С;

стакан Н-2 – 250 по ГОСТ 25336 или металлические стаканы тех же размеров по нормативно-технической документации;

масло растительное рафинированное;

палочки стеклянные, длина которых соответствует высоте стаканов.

Порядок работы

В чистый стакан взвешивают 2,9–3,1 г майонеза, записывая результат в граммах до второго десятичного знака.

Стакан ставят на предварительно нагретую электроплитку. Содержимое непрерывно помешивают стеклянной палочкой, не допуская разбрызгивания и пригорания майонеза. Об удалении влаги судят по отсутствию запотевания стенок стакана после прекращения потрескивания и по изменению цвета майонеза до светло-коричневого. Затем стакан дополнительно высушивают в сушильном шкафу при температуре 103 ± 3 °С в течение 30 мин.

Стакан с содержимым охлаждают на столе в течение 10 мин и взвешивают.

Обработка результатов

Массовую долю влаги (X) в процентах вычисляют по формуле

$$X = (100 m_1 - m_2)/(m - X_5),$$

где m – масса майонеза, г; m_1 – масса стаканчика с майонезом до высушивания, г; m_2 – масса стаканчика с майонезом после высушивания, г; X_5 – кислотность майонеза в пересчете на уксусную или лимонную кислоту, %.

За окончательный результат определения принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,5 %.

Вычисления проводят до второго десятичного знака с последующим округлением результата до первого десятичного знака.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Определение массовой доли жира в майонезе методом центрифугирования

Аппаратура, посуда, реактивы:

весы лабораторные по ГОСТ 24104, 3-го класса точности, с наибольшим пределом взвешивания 1000 г или другие весы с таким же классом точности;

термометр жидкостный стеклянный по ГОСТ 28498, позволяющий измерять температуру в диапазоне от 50 до 100 °С, с ценой деления 2 °С;

бутирометр стеклянный для сливок 0–40 %-й жирности по ТУ 25 – 204.019 – 88;

пробка резиновая для бутирометра по нормативно-технической документации;

прибор для отмеривания изоамилового спирта по ГОСТ 6859;

центрифуга по ТУ 27 – 32 – 26 – 77 – 86;

бюретка 1 – 2 – 25 – 0,1 или 2 – 2 – 25 – 0,1 по ГОСТ 29252;

воронка по ГОСТ 25336;

баня водяная;

часы песочные на 5 мин по нормативно-технической документации;

кислота серная по ГОСТ 4204, х.ч., плотностью 1,5 г/см³;

спирт изоамиловый по ГОСТ 5830;

вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

Порядок работы

В бутирометре взвешивают 1,7–1,9 г предварительно перемешанного майонеза, записывая результат до второго десятичного знака. Затем в бутирометр из бюретки наливают 18 см³ серной кислоты, 1 см³ изоамилового спирта, закрывают бутирометр сухой пробкой и нагревают на водяной бане при температуре 67+2 °С, периодически встряхивая до полного растворения белковых веществ. После этого бутирометр пробкой вниз ставят в водяную баню с температурой 67+2 °С на 5 мин. Затем бутирометры вынимают из бани и вставляют в патроны (стаканы) центрифуги рабочей частью к центру, располагая их симметрично один против другого. При нечетном числе бутирометров в центрифугу помещают дополнительный бутирометр, наполненный водой. Закрывают крышку центрифуги и центрифугируют в течение 5 мин со скоростью 25 об/с. Затем бутирометры вынимают из центрифуги и движением резиновой пробки регулируют столбик жира в бутирометре так, чтобы он находился в трубке со шкалой. Бутирометры погружают в водяную баню пробками вниз. Уровень воды в бане должен быть несколько выше уровня жира в бутирометре. Температура воды в бане должна составлять 67±2 °С. Че-

рез 5 мин бутирометры вынимают из водяной бани и проводят отсчет жира. При отсчете бутирометр держат вертикально; граница жира должна находиться на уровне глаз. Движением пробки вверх и вниз устанавливают нижнюю границу столбика жира на целом делении шкалы бутирометра и от него отсчитывают число делений до нижней точки мениска столбика жира. Граница раздела жира и кислоты должна быть резкой, а столбик жира прозрачным. При наличии кольца (пробки) буроватого или темно-желтого цвета, а также различных примесей в жировом столбике анализ проводят повторно.

Обработка результатов

Массовую долю жира (X), %, вычисляют по формуле

$$X = A5/m,$$

где A – показание бутирометра; m – масса майонеза, г.

За окончательный результат определения принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,9 %.

Вычисления проводят до второго десятичного знака с последующим округлением результата до первого десятичного знака.

Определение стойкости эмульсии майонеза

Аппаратура, посуда, реактивы:

центрифуга с числом оборотов не менее 1500 мин⁻¹;

пробирки по ГОСТ 1770;

баня водяная.

Порядок работы

Пробирку заполняют до верхнего деления майонезом, помещают в центрифугу и центрифугируют в течение 5 мин со скоростью 1500 мин⁻¹. Затем эту пробирку на 3 мин помещают в кипящую воду и снова центрифугируют в течение 5 мин.

Обработка результатов

Стойкость эмульсии X (% неразрушенной эмульсии по объему) вычисляют по формуле

$$X_6 = V 100/10,$$

где V – объем неразрушенной эмульсии, см^3 ; 10 – объем пробы майонеза, см^3 .

За окончательный результат определения принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 2,0 %.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Определение кислотности маргарина

Аппаратура, посуда, реактивы:

весы лабораторные по ГОСТ 24104 с пределом допустимой абсолютной погрешности не более $\pm 0,02$ г;

баня водяная, интервал температур от 50 до 70 °С;

колбы Кн-1-250 по ГОСТ 25336;

бюретка 1-1(3)-2-25 (50)-0,1 по ГОСТ 29251;

плитка электрическая по ГОСТ 14919 закрытого типа;

секундомер;

фенолфталеин, спиртовой (96 %-й) раствор с массовой долей индикатора 1 %;

тимолфталеин по нормативному документу, спиртовой (96 %-й) раствор с массовой долей индикатора 1 %;

гидроксид калия по ГОСТ 24363, х.ч. или ч.д.а., или гидроксид натрия по ГОСТ 4328, х.ч. или ч.д.а., растворы молярной концентрации c (KOH или NaOH) = 0,1 моль/ дм^3 (0,1 н.), приготовленные по ГОСТ 25794.3 или ГОСТ 25794.1;

эфир этиловый очищенный или эфир медицинский;

кальций хлористый обезвоженный, х.ч.;

натрий сернокислый по ГОСТ 4166;

спирт этиловый технический по ГОСТ 18300.

Порядок работы

В коническую колбу взвешивают от 5 до 5,5 г маргарина, записывая результат до второго десятичного знака. Колбу с пробой нагревают на водяной бане до расплавления маргарина, добавляют 20 см³ нейтрализованной спиртоэфирной смеси, пять капель фенолфталеина и титруют при постоянном помешивании раствором КОН или NaOH до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. При анализе шоколадных, а также фруктовых маргаринов, окрашенных в розовый цвет, титрование проводят в присутствии тимолфталеина до появления синего окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Обработка результатов

Кислотность маргарина X_2 , °Кетсторфера, вычисляют по формуле

$$X_2 = 10 VK/m,$$

где 10 – коэффициент, учитывающий объем раствора КОН или NaOH молярной концентрации $c = 1$ моль / дм³, израсходованный на титрование 100 г маргарина; V – объем раствора КОН или NaOH концентрации $c = 0,1$ моль / дм³, израсходованный на титрование; K – отношение действительной молярной концентрации раствора КОН или NaOH к номинальной $c = 0,1$ моль/дм³; m – масса пробы маргарина, г.

Вычисления проводят с точностью до второго десятичного знака с последующим округлением результата до первого десятичного знака.

За окончательный результат определения принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений.

Определение массовой доли влаги в маргарине

Аппаратура, посуда, реактивы:

весы лабораторные по ГОСТ 24104 с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,0002$ г;

шкаф сушильный лабораторный с терморегулятором, обеспечивающим поддержание температуры 105 ± 5 и 120 ± 5 °С;

термометр жидкостный стеклянный по ГОСТ 28498 с ценой деления 2 °С, позволяющий измерять температуру в интервале от 160 до 180 °С;

эксикатор по ГОСТ 25336 с прокаленным хлористым кальцием;
стаканы В-1-250 по ГОСТ 25336;

плитка электрическая по ГОСТ 14919 закрытого типа, обеспечивающая нагрев в интервале от 160 до 180 °С;

часы по ГОСТ 10733, обеспечивающие измерение времени с точностью до 1 мин.

Порядок работы

В стакане взвешивают пробу для анализа маргарина массой 2–3 г. Результат взвешивания записывают с точностью до четвертого десятичного знака.

Стакан с пробой маргарина ставят на электроплитку, предварительно нагретую до температуры от 160 до 180 °С, непрерывно помешивая содержимое круговыми движениями, не допуская разбрызгивания. Температуру испытуемого маргарина контролируют термометром, погруженным в стаканчик с рафинированным растительным маслом, который ставят на плитку рядом с пробой.

Окончательное удаление влаги определяют по отсутствию потрескивания. Для удаления влаги со стенок стакан дополнительно высушивают в сушильном шкафу в течение 30 мин при температуре 105 ± 5 °С.

Стакан охлаждают в эксикаторе в течение 40 мин и взвешивают. Результат взвешивания записывают с точностью до четвертого десятичного знака.

Влагу можно удалять в сушильном шкафу и на более ранних этапах высушивания, например, начальное удаление влаги проводить на электрической плитке. Для этого стакан с пробой помещают в сушильный шкаф и сушат до постоянной массы при температуре 105 ± 5 °С. Первое взвешивание проводят через 1 ч высушивания, последующие – через 30 мин. Время охлаждения стакана в эксикаторе – 40 мин.

Обработка результатов

Массовую долю влаги в маргарине X , %, вычисляют по формуле

$$X = (m_1 - m_2)/(m \cdot 100),$$

где m_1 – масса стакана с пробой для анализа до высушивания, г;
 m_2 – масса стакана с пробой для анализа после высушивания, г;
 m – масса пробы для анализа, г.

Вычисления проводят с точностью до третьего знака с последующим округлением до второго десятичного знака.

За окончательный результат определения принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аругтюнян Н.С., Корнева Е.П., Нестерова Е.А.** Рафинация масел и жиров. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 276 с.
2. **Аругтюнян Н.С., Корнева Е.П., Янова А.И.** Технология переработки жиров. – М.: Пищепромиздат, 1998. – 456 с.
3. **Денисова С.А., Пилипенко Т.В.** Пищевые жиры. – М.: Экономика, 1998. – 78 с.
4. **Нечаев А.П. и др.** Пищевая химия. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 617 с.
5. **Пилипенко Т.В.** Товароведение и экспертиза пищевых жиров: Учеб. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 384 с.
6. **Силантьева Л.А.** Технология майонеза: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2010. – 69 с.
7. **Стопский В.С.** Химия жиров и продуктов переработки жирового сырья. – М.: Колос, 1992. – 286 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	5
ТЕМА 1. Характеристика жировых компонентов для производства продуктов смешанного сырьевого состава Классификация растительных и животных жиров. Состав, свойства, пищевая и энергетическая ценность жиров	6
ТЕМА 2. Рафинация жиров. Гидрогенизация растительных масел Перезтерификация жиров	14
ТЕМА 3. Производство маргарина. Основные технологические процессы.....	17
ТЕМА 4. Производство майонезов и их ассортимент.....	19
ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ.....	22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	24
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	27
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.....	32
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	35
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	39

Силантьева Людмила Александровна

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ СМЕШАННОГО СЫРЬЕВОГО СОСТАВА

Часть II

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор

Т.Г. Смирнова

Редактор

Р.А. Сафарова

Компьютерная верстка

Н.В. Гуральник

Дизайн обложки

Н.А. Потехина

Подписано в печать 4.04.2016. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 2,56. Печ. л. 2,75. Уч.-изд. л. 2,5

Тираж 30 экз. Заказ № С 11

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Издательско-информационный комплекс
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9