



Новосибирский государственный
технический университет

НЭТИ

**А. Н. САПОЖНИКОВ, А. А. ДРИЛЬ,
Т. Г. МАРТЫНОВА**

ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

НОВОСИБИРСК
2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.Н. САПОЖНИКОВ, А.А. ДРИЛЬ,
Т.Г. МАРТЫНОВА

ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК
2020

УДК 664.6/.7(075.8)
С 195

Рецензенты:

д-р техн. наук, руководитель СибНИТИП СФНЦА РАН,
доцент *О.К. Мотовилов*
канд. техн. наук, доцент *Е.В. Махачева*

Работа подготовлена на кафедрах технологии и организации
пищевых производств и проектирования технологических машин
для студентов направления подготовки бакалавров
15.03.02 Технологические машины и оборудование,
профиль: Оборудование пищевых производств

Сапожников А.Н.

С 195 Технология пищевых производств: учебное пособие /
А.Н. Сапожников, А.А. Дриль, Т.Г. Мартынова. – Новосибирск:
Изд-во НГТУ, 2020. – 208 с.

ISBN 978-5-7782-4121-3

Рассматриваются актуальные вопросы технологии производства
различных видов пищевой продукции из растительного и животного
сырья с учетом физико-химических превращений основных пищевых
веществ. Представлено описание технологических процессов с ис-
пользованием технологических схем.

Предназначено для студентов направления подготовки бакалавров
15.03.02 Технологические машины и оборудование, обучающихся по
профилю «Оборудование пищевых производств».

УДК 664.6/.7(075.8)

ISBN 978-5-7782-4121-3

© Сапожников А.Н., Дриль А.А.,
Мартынова Т.Г., 2020
© Новосибирский государственный
технический университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. ОСНОВНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ВЕЩЕСТВА И ИХ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ.....	7
1.1. Белки.....	7
1.2. Ферменты.....	14
1.3. Липиды.....	15
1.4. Углеводы.....	22
1.5. Витамины.....	36
1.6. Минеральные вещества.....	41
2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	45
2.1. Технология мукомольного производства.....	45
2.2. Технология производства круп.....	49
2.3. Технология производства хлеба и хлебобулочных изделий.....	52
2.3.1. Хранение и подготовка муки к производству.....	52
2.3.2. Хранение и подготовка дополнительного сырья к производству.....	55
2.3.3. Приготовление теста.....	58
2.3.4. Разделка теста.....	65
2.3.5. Выпечка хлеба.....	67
2.3.6. Хранение хлеба.....	70
2.4. Технология производства макаронных изделий.....	71
2.4.1. Классификация и основные этапы производства макаронных изделий.....	71
2.4.2. Хранение и подготовка сырья к производству.....	72
2.4.3. Приготовление теста.....	74
2.4.4. Формование и разделка макаронных изделий.....	75
2.4.5. Сушка макаронных изделий.....	76
2.4.6. Охлаждение, упаковывание и хранение макаронных изделий.....	81
2.5. Технология производства мучных кондитерских изделий.....	82
2.5.1. Классификация мучных и кондитерских изделий.....	82
2.5.2. Печенье, галеты и крекеры.....	83
2.5.3. Пряники.....	89
2.5.4. Вафли.....	91
2.5.5. Торты и пирожные.....	92
2.6. Технология производства сахара.....	98
2.7. Технология производства крахмала.....	111
2.7.1. Получение картофельного крахмала.....	111
2.7.2. Получение кукурузного крахмала.....	115

2.8. Технология производства карамели	117
2.9. Технология производства шоколада	119
2.10. Технология производства халвы.....	124
2.11. Технология изготовления виноградных вин, коньяков и ликероводочных изделий.....	127
2.11.1. Классификация и характеристика виноградных вин	127
2.11.2. Получение тихих вин	128
2.11.3. Получение вин, насыщенных диоксидом углерода	134
2.11.4. Получение коньяков.....	137
2.12. Технология производства этанола и ликероводочных изделий	140
2.12.1. Технология получения этанола.....	140
2.12.2. Технология производства водок	142
2.12.3. Технология производства ликероводочных изделий.....	146
2.14. Технология производства солода	152
2.15. Технология производства пива	152
2.16. Технология производства кваса	159
2.17. Технология производства безалкогольных газированных напитков.....	161
3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖИРОВ И ПРОДУКТОВ ИЗ ЖИВОТНОГО СЫРЬЯ, ПОЛУФАБРИКАТОВ И ГОТОВЫХ БЛЮД.....	164
3.1. Технология производства жиров	164
3.1.1. Технология производства растительных масел	164
3.2.1. Технология производства маргарина	170
3.2. Технология производства вареных колбас.....	172
3.3. Технология производства сосисок и сарделек	175
3.4. Технология изготовления фаршированных колбас.....	177
3.5. Технология производства колбасных изделий заданного химического состава на основе единого фарша	179
3.6. Технология изготовления полукопченых и варено-копченых колбас.....	180
3.7. Технология производства сырокопченых колбас.....	186
3.8. Технология изготовления ливерных и кровяных колбас.....	189
3.9. Технология производства полуфабрикатов из мяса птицы.....	193
3.10. Технология производства замороженных рубленых полуфабрикатов	196
3.11. Технология производства полуфабрикатов высокой степени готовности.....	199
Заключение	204
Библиографический список.....	205

ВВЕДЕНИЕ

В современном понимании под термином «технология» (от др.-греч. τέχνη – искусство, мастерство, умение; λόγος – «слово», «мысль», «смысл», «понятие») прежде всего подразумевается совокупность методов и инструментов для достижения желаемых результатов. Каждая технология включает в себя способы работы, ее режим, последовательность действий.

В широком смысле технологией называют применение научных знаний для решения практических задач, в частности, это могут быть способы и средства переработки каких-либо материалов, в том числе продовольственного сырья.

Технология промышленного производства продуктов питания основана на достижениях научно-технического прогресса и фундаментальных законах физики, теплофизики, химии, микробиологии, механики и др. Вместе с тем этой отрасли знаний присущи свои специфические понятия и законы, которым подчиняются технологические процессы, последовательно преобразующие различные виды продовольственного сырья в продукты питания.

От состояния пищевой промышленности зависит не только обеспеченность населения стран мира продуктами питания, но также и его здоровье и, как следствие, повышение уровня и качества жизни человека.

Развитие производства пищевых продуктов неразрывно связано с мировыми историческими процессами и развитием науки и техники. Способы создания продуктов и средства для их производства разрабатывались опытным путем и совершенствовались по мере развития человеческого общества. В частности, производство отдельных видов пищевых продуктов возникло еще до нашей эры и оказало значительное влияние на формирование материальной культуры общества. История развития техники и технологии пищевых производств является свидетельством того, как возникал, развивался и изменялся обще-

ственно-экономический уклад, какие технические изобретения повлияли на его формирование.

При подготовке бакалавра по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование по профилю «Оборудование пищевых производств» изучение дисциплины «Технология пищевых производств» позволит студенту в совокупности с другими дисциплинами этого направления в ходе учебного процесса освоить сущность технологических процессов производства продукции из растительного и животного сырья с учетом физико-химических процессов, происходящих в веществах, входящих в состав различных видов пищевого сырья и продуктов.

Знания и умения, полученные студентами в результате изучения дисциплины «Технология пищевых производств», будут являться основной для разработки специализированного технологического оборудования при курсовом проектировании и выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

Настоящее учебное пособие включает в себя сведения об основных пищевых веществах и их преобразованиях при производстве продуктов питания и технологии производства широкого ассортимента продуктов из растительного и животного сырья. Для наглядности изучения материала большинство технологических процессов представлено в виде технологических схем. В случае, если технология производства отдельных видов продукции имеет последовательный (линейный) характер, то в тексте это выделено курсивом.

1. ОСНОВНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ВЕЩЕСТВА И ИХ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

1.1. Белки

Белками, белковыми веществами или *протеинами* (от греч. *protas* – первый, важнейший) называют высокомолекулярные (молекулярная масса варьирует от 5...10 тыс. до 1 млн и более) природные полимеры, молекулы которых построены из остатков аминокислот, число которых в значительной степени колеблется и иногда достигает нескольких тысяч. Каждый белок обладает своей, присущей только ему последовательностью расположения аминокислотных остатков.

Биологические функции белков крайне разнообразны. Они выполняют следующие основные функции: *каталитические* (ферменты), *регуляторные* (гормоны), *структурные* (коллаген, фиброин), *двигательные* (миозин), *транспортные* (гемоглобин, миоглобин), *защитные* (иммуноглобулины, интерферон), *запасные* (казеин, альбумин, глиадин, зеин).

Среди белков встречаются антибиотики и вещества, оказывающие токсическое действие.

Белки составляют основу биомембран – важнейшей составной части клетки и клеточных компонентов. Они играют ключевую роль в жизни клетки. Исключительное свойство белка – самоорганизация структуры, т. е. его способность самопроизвольно создавать определенную, свойственную только данному белку пространственную структуру. По существу, вся деятельность живого организма (развитие, движение, выполнение им его функций и многое другое) связана с белковыми веществами, они являются основой жизни.

Белки – важнейшая составная часть пищевых продуктов, поставщик необходимых им аминокислот.

В молекуле аминокислоты содержится несколько функциональных (определяющих их свойства) групп: аминогруппа – NH₂, карбоксильная группа – COOH и радикалы (остатки) – R, имеющих различное строение. На рис. 1.1 представлена общая структура аминокислоты, участвующая в построении природных белков, т. е. протеиногенной аминокислоты.

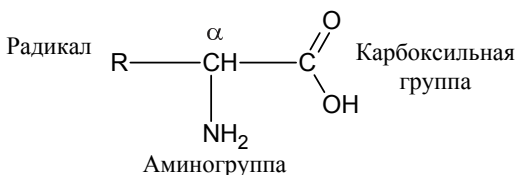


Рис. 1.1. Общая структура протеиногенных аминокислот

По строению боковых цепей (полярности, заряженности) аминокислоты подразделяются на неполярные (гидрофобные), полярные (гидрофильные), но незаряженные, и полярные, имеющие положительный или отрицательный заряд.

В построении белков участвуют α-аминокислоты, в молекулах которых аминогруппа расположена у соседнего с карбоксильной группой углеродного атома.

Аминокислоты подразделяют на *природные* (обнаруженные в живых организмах) и *синтетические*. Среди природных аминокислот (около 150) выделяют *протеиногенные* (20 аминокислот). Из них восемь являются *незаменимыми*, они синтезируются только растениями и не синтезируются в организме человека, поэтому их получают с пищей. К ним относятся: *валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, лизин, фенилаланин, триптофан*.

Аминогруппа в молекуле аминокислоты, обладающая основными свойствами, вступает во взаимодействие с карбоксильной (кислотной) группой и образует дипольные ионы (рис. 1.2).

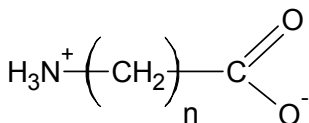


Рис. 1.2. Дипольный ион, образуемый молекулой аминокислоты, обладающей основными свойствами

полипептидных цепочек с образованием вторичной структуры другого типа – β -структуры.

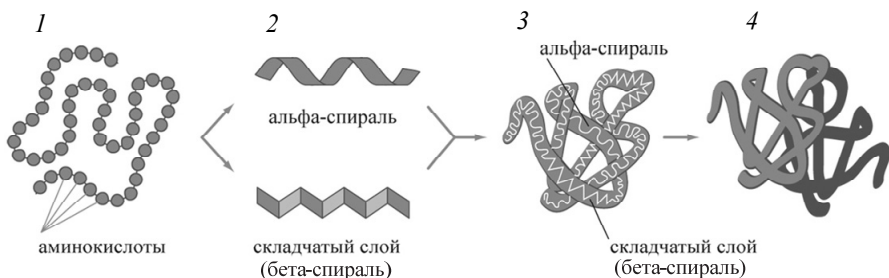


Рис. 1.5. Структура белковой молекулы:

1 – первичная; 2 – вторичная; 3 – третичная; 4 – четвертичная

Полипептидные цепочки с определенной вторичной структурой могут быть по-разному расположены в пространстве. Это пространственное расположение получило название третичной структуры. В формировании третичной структуры кроме водородных связей большую роль играет ионное и гидрофобное взаимодействие.

В ряде случаев отдельные молекулы белка с помощью водородных связей, электростатического взаимодействия разноименно заряженных групп молекул, ван-дер-ваальсова и других видов взаимодействия образуют сложные группы. В этом случае образуется четвертичная структура белков.

Существует несколько классификаций белков, в основе которых лежат разные признаки:

- по форме молекул: *глобулярные* (шаровидные) и *фибриллярные* (нитевидные) белки;
- по степени сложности: *простые* и *сложные*;
- по растворимости в отдельных растворителях: *водорастворимые*, *растворимые в слабых солевых растворах* – альбумины, *спирторастворимые* – проламины, *растворимые в щелочах* – глютелины;
- по выполняемым ими функциям, например *запасные белки*, *мышечные* и т. д.

По форме молекул для глобулярных белков более характерна α -спиральная структура. Макромолекула имеет сферическую форму. Они растворяются в воде и солевых растворах. Для фибриллярных белков более характерна β -структура. Они, как правило, не растворя-

ются в воде. Большинство белков животных, растений и макроорганизмов относится к глобулярным белкам. Фибриллярные белки обычно выполняют структурообразующие функции.

По сложности белки делят на *протеины* (простые белки), состоящие только из остатков аминокислот, и *протеиды* (сложные белки), состоящие из белковой (*апобелок*) и небелковой части (*простетическая группа*).

Протеины – запасные, скелетные, отдельные ферментные белки. По растворимости в отдельных растворителях рассмотрим основные из них:

– *альбумины* – белки с относительно небольшой молекулярной массой, хорошо растворимые в воде и в слабых солевых растворах; типичный представитель альбуминов – белок яйца – овальбумин;

– *глобулины* – растворяются в водных растворах солей. Это очень распространенные белки, входят в состав мышечных волокон, крови, молока, они составляют большую часть семян бобовых и масличных культур. Представителем глобулинов животного происхождения является лактоглобулин молока;

– *проламины* – растворяются в 60..80 %-м растворе этилового спирта. К ним относятся характерные белки семян злаков, например, глиадин – пшеницы и ржи, зеин – кукурузы, авенин – овса, гордеин – ячменя;

– *глутелины* – растворяются только в растворах щелочей. Из них следует выделить оризенин из семян риса и глютенин клейковинных белков пшеницы.

Протеиды – из этой группы сложных белков отметим следующие:

– *нуклеопротеиды* – кроме белка они включают в себя нуклеиновые кислоты. Нуклеиновые кислоты относятся к важнейшим биополимерам, которым принадлежит огромная роль в наследственности;

– *липпротеиды* – содержат кроме белка липиды. Присутствуют в протоплазме и мембранах; принимают участие в формировании клейковинных белков;

– *фосфопротеиды* – кроме белка в них присутствует фосфорная кислота. Им принадлежит важная роль в питании молодого организма. Пример: казеин – белок молока.

Белки, как и образующие их аминокислоты, представляют собой амфотерные электролиты. При определенном рН среды – *изоэлектрическая точка* – число положительных и отрицательных зарядов в молекуле белка одинаково. Белки в этой точке электронейтральны, а их

вязкость и растворимость наименьшая. Способность белков снижать растворимость при достижении электронейтральности их молекул широко используется для выделения их из растворов, например, в технологии получения белковых продуктов.

Основные технологические свойства белков: гидратация, денатурация, пенообразование.

Гидратация. Белки связывают воду, т. е. проявляют гидрофильные свойства. При этом они набухают, увеличиваются их масса и объем. Набухание белка сопровождается его частичным растворением. Гидрофильность отдельных белков зависит от их строения. Имеющиеся в составе и расположенные на поверхности белковой макромолекулы гидрофильные пептидные, аминные и карбоксильные группы притягивают к себе молекулы воды и строго ориентируют их по поверхности молекулы.

Окружающая белковые глобулы гидратная (водная) оболочка препятствует агрегации, а следовательно, и устойчивости растворов белка и его осаждению.

В изоэлектрической точке белки обладают наименьшей способностью связывать воду, происходит разрушение гидратной оболочки вокруг белковых молекул, поэтому они соединяются и образуют крупные агрегаты. Агрегация белковых молекул происходит и при их обезвоживании с помощью некоторых органических растворителей, например этилового спирта. Это приводит к выпадению их в осадок. При изменении рН среды макромолекула белка становится заряженной, и его гидратационная способность меняется. При ограниченном набухании концентрированные белковые растворы образуют сложные системы, называемые студнями. Студни не обладают текучестью, они упруги, обладают пластичностью, определенной механической прочностью, способны сохранять свою форму. Глобулярные белки могут полностью гидратироваться, и, растворяясь в воде (например, белки молока), они образуют растворы с невысокой концентрацией.

Гидрофильные свойства белков, т. е. их способность набухать, образовывать студни, стабилизировать суспензии, эмульсии и пены имеют большое значение в биотехнологии и пищевом производстве. Примеры гидрофильных свойств белков будут рассмотрены далее при описании отдельных технологий продуктов.

Денатурация. Денатурация белков – сложный процесс, при котором под влиянием внешних факторов (температуры, механического

воздействия, действия химических агентов и ряда других) происходит изменение вторичной, третичной и четвертичной структуры белковой макромолекулы, т. е. ее нативной пространственной структуры. Первичная структура, а следовательно, и химический состав белка не меняются. При денатурации изменяются физические свойства белка, снижается растворимость, способность к гидратации, теряется его биологическая активность. Меняется форма белковой макромолекулы, происходит агрегирование. В то же время увеличивается активность некоторых химических групп, облегчается воздействие на белки протеолитических ферментов, а следовательно, они легче гидролизуются.

В технологии производства пищевых продуктов особое практическое значение имеет тепловая денатурация белков. Степень тепловой денатурации белков зависит от температуры, продолжительности нагрева и влажности. Это необходимо помнить при разработке режимов тепловой обработки пищевого сырья, полуфабрикатов, а в отдельных случаях – и готовых продуктов. Денатурация белков может быть вызвана и механическим воздействием (давлением, растиранием, встряхиванием, ультразвуком). К денатурации белков приводит также действие химических реагентов (кислоты, щелочи, спирт, ацетон). Все эти свойства белков широко используют в пищевой и биотехнологии.

Пенообразование. Под этим процессом понимают способность белков образовывать высококонцентрированные системы жидкость–газ. Такие системы называют пенами. Устойчивость пены, в которой белок является пенообразователем, зависит не только от его природы, но и от концентрации, а также от температуры. Для пищевой промышленности можно выделить два очень важных процесса: гидролиз белков под действием ферментов и взаимодействие аминокислот белков или аминокислот с карбонильными группами восстанавливающих сахаров (реакция меланоидинообразования, см. раздел 1.4 «Углеводы»). Под влиянием протеаз – ферментов, катализирующих гидролитическое расщепление белков, последние распадаются на более простые продукты (поли- и дипептиды) и в конечном итоге на аминокислоты. Скорость гидролиза белка зависит от его состава, молекулярной структуры, активности фермента и условий протекания процесса. Частичный гидролиз белка наблюдается при тестоведении, получении ряда мясных и молочных продуктов.

1.2. Ферменты

Ферментами (лат. *fermentum* – закваска), или энзимами (греч. *enzyme* – «в дрожжах»), называют сложные биологические катализаторы белковой природы, изменяющие скорость химической реакции.

Ферменты играют очень важную роль в пищевой промышленности. В отдельных случаях они осуществляют или помогают осуществить многие технологические процессы, в других – затрудняют их проведение. Так, превращение исходного сырья в готовые продукты в виноделии, пивоварении, производстве спирта, хлебопечении, сыроделии, производстве ряда кисломолочных продуктов происходит при непосредственном участии ферментов.

Ферменты имеют большую молекулярную массу: от 10 тыс. до 1 млн единиц. Молекула фермента может состоять только из белка или из белковой и небелковой части. Небелковая часть получила название *кофактора*, или *простетической группы*. Белковая часть молекулы фермента может быть построена из одной или нескольких полипептидных цепей, образующих сложные комплексы. Кофакторы имеют небольшую молекулярную массу и являются активной группой фермента. Ими могут быть производные витаминов, нуклеотидов или ионы металлов. Контакт фермента с субстратом происходит с помощью активного центра. Общая схема действия фермента на субстрат представлена на рис. 1.6.

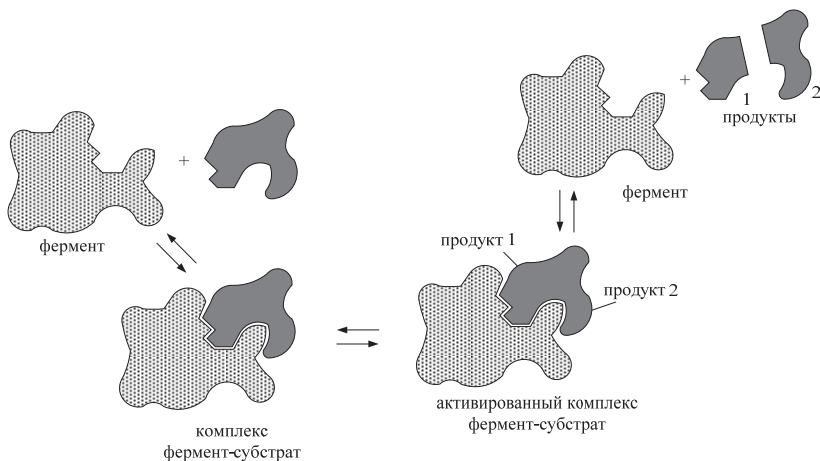


Рис. 1.6. Общая схема действия фермента на субстрат

Далее рассмотрены ферменты, имеющие наиболее важное значение в пищевой технологии и питании человека.

1. *Оксидоредуктазы*, или *окислительно-восстановительные ферменты*. Данная группа ферментов катализирует окисление или восстановление различных химических веществ.

2. *Трансферазы*. Представители этой группы ферментов катализируют перенос различных групп от одной молекулы к другой. Они принимают участие в сложных биохимических процессах, протекающих в клетках.

3. *Гидролазы*. К этой группе ферментов относится большая группа протеолитических ферментов, катализирующих гидролиз белков и пептидов. Представителями группы гидролаз являются карбогидразы, катализирующие гидролиз полисахаридов. Целлюлазы проводят гидролиз целлюлозы, гемицеллюлаза – гемицеллюлоз. К гидролазам относится липаза, катализирующая гидролиз жиров с образованием жирных кислот и глицерина.

4. *Лиазы*. Эти ферменты катализируют реакции расщепления между атомами углерода, углерода и кислорода, углерода и азота, углерода и галогена. К ферментам этой группы относятся декарбоксилазы, отщепляющие молекулу диоксида углерода CO_2 от органических кислот.

5. *Изомеразы*. Ферменты этой группы катализируют структурные изменения в пределах одной молекулы органического соединения.

6. *Лигазы*. Эти ферменты катализируют образование связей C–O, C–S, C–N, C–C. Именно к этой группе относятся ферменты, участвующие в превращениях аминокислот и в удлинении углеродной цепи органических соединений.

В пищевой технологии ферментативные процессы очень разнообразны и зависят от технологии получаемого продукта. Конкретные примеры применения ферментативных процессов будут рассмотрены в соответствующих разделах и подразделах настоящей работы.

1.3. Липиды

Липидами называют сложную смесь органических соединений с близкими физико-химическими свойствами, которые содержатся в растениях, животных и микроорганизмах. Их общими признаками яв-

ляются: нерастворимость в воде (гидрофобность) и хорошая растворимость в органических растворителях (бензине, дихлороформ и др.), наличие в их молекулах длинноцепочечных углеводородных радикалов (R) и сложноэфирных группировок (рис. 1.7).

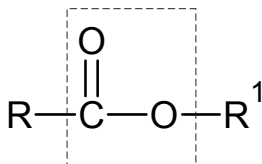


Рис. 1.7. Сложноэфирная группировка

В растениях липиды накапливаются главным образом в семенах и плодах, у рыб, птиц и млекопитающих – в подкожных жировых тканях, брюшной полости и тканях, окружающих внутренние органы, а также в мозговой и нервной ткани.

По химическому строению липиды отличаются большим разнообразием. Молекулы их построены из различных структурных компонентов. Липиды делят на две группы: простые и сложные.

Молекула простых липидов не содержит атомов азота, фосфора, серы. К ним относят производные одноатомных (высших с 14...22 атомами углерода) карбоновых кислот и одно- и многоатомных спиртов (в первую очередь трехатомного спирта – глицерина). Наиболее важными и распространенными представителями простых липидов являются ацилглицерины, а также воски.

Ацилглицерины (глицериды) – сложные эфиры глицерина высокомолекулярных карбоновых кислот. Они составляют основную массу липидов (иногда до 95...96 %) и именно их называют маслами и жирами.

В состав жиров входят в основном триацилглицерины (триглицериды), но также присутствуют ди- и моноацилглицерины (рис. 1.8).

В жирах и маслах обнаружено до 300 карбоновых кислот различного строения, однако большинство из них присутствует в небольшом количестве. Наиболее распространенные (их 5–6) содержат от 12 до 18 атомов углерода и представляют собой разветвленные углерод-углеродные цепи с четным числом углеродных атомов (жирные кислоты, см. таблицу).

Окончание таблицы

Кислота	Число углеродных атомов	Формула	Условное обозначение (символ)
Оксикислоты			
Рицинолевая	18	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}- \\ (\text{CH}_2)_2- \\ \\ \text{OH} \\ -\text{COOH} \end{array}$	—

Природные жиры содержат главным образом триацилглицерины, в состав которых входят остатки различных кислот: насыщенных и ненасыщенных: в природных растительных триацилглицеринах положения 1 и 3 заняты предпочтительно остатками насыщенных кислот, 2 – ненасыщенной (см. рис. 1.8). В животных жирах картина бывает обратная. Разнообразие триацилглицеринов связано с различным строением и положением (1, 2, 3) остатков жирных кислот в молекулах триацилглицеринов. Положение остатков жирных кислот в ацилглицеринах существенно влияет на их физико-химические свойства.

Ацилглицерины – жидкости или твердые вещества с низкими (до 40 °С) температурами плавления и довольно высокими температурами кипения, с повышенной вязкостью («маслообразные»), без цвета и запаха, легче воды, нелетучи. Относительно высокие температуры кипения жиров позволяют жарить на них пищу, так как жиры не испаряются с жарочной поверхности, а низкие температуры плавления создают приятные вкусовые ощущения.

Они, как указывалось, хорошо растворимы в органических растворителях и нерастворимы в воде. В твердом состоянии триацилглицерины существуют в нескольких кристаллических формах (полиморфизм).

Восками называют сложные эфиры высокомолекулярных одноосновных карбоновых кислот ($\text{C}_{18}^0 \dots \text{C}_{30}^0$) и одноосновных высокомолекулярных (с 18...30 атомами углерода) спиртов, входящих в состав липидов (рис. 1.9). Они широко распространены в природе, покрывают тонким слоем листья, стебли, плоды растений, предохраняют их от смачивания водой, высыхания, действия микроорганизмов. Содержание их в зерне и плодах невелико.

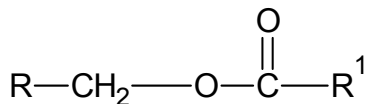


Рис. 1.9. Общая структурная формула воска
(условные обозначения: R, R' – углеводородные радикалы)

Сложные липиды. Наиболее важная и распространенная группа сложных липидов – фосфолипиды. Молекула их построена из остатков спиртов, высокомолекулярных жирных кислот, фосфорной кислоты, азотистых оснований, аминокислот и некоторых других соединений.

Общий вид формулы фосфолипидов (фосфатидов) представлен на рис. 1.10.

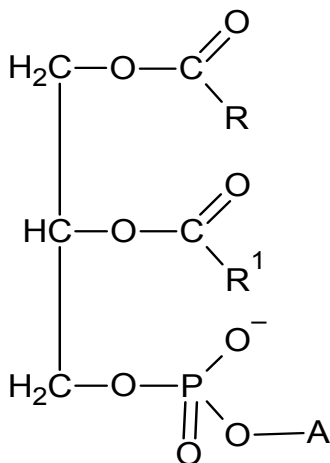


Рис. 1.10. Общая структурная формула фосфолипидов
(условные обозначения: R, R' – углеводородные радикалы;
 $X-H; -CH_2-(CH_2)N(CH_3)_3; -CH_2-CH_2-NH_3$ и др.)

Структурные липиды (в первую очередь фосфолипиды) образуют сложные комплексы с белками (липопротеиды), углеводами, из которых построены мембраны клеток и клеточных структур, они участвуют в разнообразных и сложных процессах, протекающих в клетках. По массе структурные липиды составляют значительно меньшую группу липидов – это трудно извлекаемые «связанные» и «прочносвязанные» липиды. Для извлечения липидов необходимо предварительно разрушить их связь с белками, углеводами и другими компонентами клетки.