

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Пищевые технологии и оборудование»

ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Методические указания
к практическим занятиям
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
19.03.04 «Технология продукции и организация
общественного питания»
очной и заочной форм обучения

Севастополь
СевГУ
2022

УДК 664(076.5)
ББК 36я73
О-753

Р е ц е н з е н т :

М. А. Бояркина – канд. техн. наук, доцент кафедры
«Пищевые технологии и оборудование»
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Составитель: О. В. Нестеренко

О-753 Основы моделирования продуктов питания : методические указания к практическим занятиям для студентов, обучающихся по направлению подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» очной и заочной форм обучения / Севастопольский государственный университет, Политехнический институт, кафедра «Пищевые технологии и оборудование» ; сост. О. В. Нестеренко. – Севастополь : СевГУ, 2022. – 24 с. – Текст : электронный.

В методических указаниях к практическим занятиям по дисциплине «Основы моделирования продуктов питания» приведены задания и методические указания по выполнению практических работ, представлены вопросы для закрепления материала и контроля знаний. Предназначены для студентов направления подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» очной и заочной форм обучения.

УДК 664(076.5)
ББК 36я73

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Пищевые технологии и оборудование» СевГУ, протокол № 7 от 22 марта 2022 г.

© Нестеренко О. В., сост., 2022
© ФГАОУВО «Севастопольский
государственный университет», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Тема 2. Современные подходы в создании многокомпонентных пищевых продуктов	5
<i>Практическая работа № 1.</i> Определение уровня общей адекватности суточного рациона питания человека медико-биологическим нормам	5
<i>Практическая работа № 2.</i> Определение биологической ценности молока	6
<i>Практическая работа № 3.</i> Проектирование белковой составляющей продуктов детского питания	8
<i>Практическая работа № 4.</i> Влияние белкосодержащих добавок на биологическую ценность комбинированных пищевых продуктов	10
<i>Практическая работа № 5.</i> Расчетные показатели, характеризующие качественный состав белкового компонента продукта	11
Тема 3. Современные программные средства расчета и оптимизации рецептур	12
<i>Практическая работа № 6.</i> Проектирование жирнокислотного состава липидной композиции продукта	12
<i>Практическая работа № 7.</i> Оптимизация рецептуры мороженого алгебраическим методом	17
<i>Практическая работа № 8.</i> Оптимизация рецептуры мороженого в системе MATHCAD	19
<i>Практическая работа № 9.</i> Оптимизация рецептуры мороженого в системе EXCEL	20
ГЛОССАРИЙ	22
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	24

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к практическим занятиям предназначены для студентов направления подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» очной и заочной форм обучения.

По итогам работы преподаватель оценивает работу каждого студента, при этом учитывается теоретическая подготовленность студента, самостоятельность в работе. При условии защиты, практическая работа считается зачтенной.

Тема 2. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В СОЗДАНИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Практическая работа 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ОБЩЕЙ АДЕКВАТНОСТИ СУТОЧНОГО РАЦИОНА ПИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА МЕДИКО- БИОЛОГИЧЕСКИМ НОРМАМ (3 часа)

Цель - определить уровень общей адекватности суточного рациона питания студента медико-биологическим нормам.

Задание: В работе необходимо оценить уровень общей адекватности суточного рациона питания человека медико-биологическим нормам на примере рациона питания среднестатистического студента.

Ход работы

1. Разработать суточный рацион питания для студента.
 2. Внести данные разработанного рациона питания в таблицу 1, используя справочник «Химический состав пищевых продуктов» И. М. Скурихина.
(1. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справ. / Под ред. И.М. Скурихина и В.А. Тутельяна. - М.: ДеЛи принт, 2007. - 276 с.
 2. Химический состав пищевых продуктов: Справ. / Под ред. И.М. Скурихина. - М.: Агропромиздат, 1987. Т. 1. - 225 с., Т. 2. - 226 с.)
 3. Произвести расчет суммарного содержания нутриентов по циклам питания и суточному рациону в целом.
 4. Рассчитать энергетическую ценность по циклам питания и суточному рациону в целом арифметически, используя коэффициенты энергетической ценности нутриентов.
- Употребление пищи человеком должно быть не реже трех раз в сутки. При трехразовом приеме пищи распределение энергетической ценности рациона должно соответствовать следующим соотношениям:
- завтрак – 20 – 35 %;
 - обед – 40 – 50 %;
 - ужин – 25 – 30 %.
- Продукты, содержащие белки животного происхождения, рекомендуется употреблять в первой половине дня.
5. Провести обсуждение полученных данных и сделать выводы с учетом норм физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ.

Таблица 1 - Рацион суточного питания человека

Режим питания	Вид про- дук- та	Мас са, г	Массовая доля, г							Энер- гети- чес- кая цен- ность, ккал	
			Вода	Белок			Жир				Угле- ле- воды
				рас- ти- тель- ный	жи- вот- ный	об- щий	расти- тель- ный	жи- вот- ный	об- щий		
Завтрак											
Обед											
Ужин											
Итого											

Контрольные вопросы

1. Назовите основные положения теории сбалансированного питания.
2. Перечислите основные исторические этапы формирования науки о питании, основоположников научных представлений и теорий питания человека и их роль в эволюции парадигм питания.
3. Перечислите и охарактеризуйте основные, альтернативные теории и современные представления о питании.
4. На какие основные группы делятся вещества, входящие в состав пищевых продуктов?
5. Дайте характеристику понятий «пища» и «питание».

Практическая работа № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ МОЛОКА (2 часа)

Цель - определить биологическую ценность молока.

Задание: В работе определить биологическую ценность белков молока коровьего методом аминокислотного (химического) сора.

Биологическая ценность – показатель качества пищевого белка, отражающий степень соответствия его аминокислотного состава потребности организма в аминокислотах для синтеза белка.

Для выражения биологической ценности белковых продуктов используются методы, основанные на сравнении результатов определения аминокислотного состава белков исследуемого продукта с «идеальным» белком, например, метод аминокислотного (химического) сора.

Эталонный (идеальный) белок – это гипотетический продукт, состав которого идеально удовлетворяет физиологическую потребность организма в незаменимых аминокислотах. Наиболее близки к идеальному по химическому составу белок куриного яйца.

Объединенный экспертный комитет продовольственной и сельскохозяйственной организации при ООН (ФАО) и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) для вычисления аминокислотного сора предложил аминокислотный состав «идеального» белка: один грамм «идеального» белка по шкале ФАО/ВОЗ содержит (мг):

- изолейцина - 40;
- лейцина - 70;
- лизина - 55;
- метионина + цистина - 35;
- фенилаланина - 28;
- треонина – 40;
- триптофана – 10;
- валина - 50.

Для расчета аминокислотного (химического) сора сопоставляют содержание каждой незаменимой аминокислоты в исследуемом продукте с ее содержанием в «идеальном» белке:

$$\text{Химический сор} = Ax/A \cdot 100 \%,$$

где Ax - массовая доля незаменимой аминокислоты в исследуемом продукте, г/100 г белка; A - массовая доля незаменимой аминокислоты в «идеальном» белке, г/100 г белка.

В идеальном (стандартном) белке аминокислотный сор каждой незаменимой кислоты принимается за 100 %. Аминокислота, сор которой меньше 100 %, называется лимитирующей, а незаменимые аминокислоты, сор которых меньше 100 %, считаются лимитирующими биологическую ценность. Аминокислоты, сор которых близок к 100 %, свидетельствуют о полноценности белка.

Лимитирующие аминокислоты - это те незаменимые аминокислоты, которые входят в состав белков в наименьшем количестве по сравнению с их физиологической потребностью.

В продукте может быть несколько лимитирующих аминокислот. Тогда говорят о первой, второй, третьей и других лимитирующих аминокис-

лотах. При наличии нескольких лимитирующих аминокислот выделяют аминокислоту с наименьшим скором, которая получила название «первая лимитирующая аминокислота».

Ход работы

1. Представить данные по аминокислотному составу молока коровьего в г/100 г белка.
2. Определить биологическую ценность белков молока коровьего методом аминокислотного (химического) сора, результаты расчета внести в таблицу 2.

Таблица 2 - Биологическая ценность белковой составляющей молока

Незаменимые аминокислоты	Массовая доля, г/100 г белка		Аминокислотный скор, %
	«идеального»	исследуемого	
Валин Изолейцин Лейцин Лизин Метионин + цистин Треонин Триптофан Фенилаланин			

Контрольные вопросы

1. Проведите нормализацию молока непрерывным способом в количестве 40 000 кг с м. д. ж. 2,5 %, если массовая доля жира в цельном молоке составляют 3,6 %.
2. Требуется выполнить нормализацию молока периодическим способом, если масса нормализованного молока 15 000 кг, м. д. ж. 3,5 %. Массовая доля жира в цельном молоке 4,2 %.

Практическая работа № 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕЛКОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПРОДУКТОВ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ (3 часа)

Цель - проектирование белковой составляющей продуктов детского питания.

Задание: Предложите комбинацию сырья для производства заменителей женского молока с целью достижения оптимального содержания белка в смеси.

Промышленное производство продуктов питания для детей раннего возраста не ставит конечной целью замену молока матери искусственно созданными смесями. Состав этих смесей стараются приблизить к составу женского молока. Для производства заменителей женского молока используется, как правило, коровье молоко, поскольку оно является основным видом сырья для молочной промышленности. Различия в составе женского и коровьего молока определяют основные направления коррекции состава исходного сырья - коровьего молока.

В первую очередь это касается коррекции белкового состава. Приближение состава белков молочных смесей к составу женского молока достигается прежде всего уменьшением общего содержания белка в коровьем молоке до значений, соответствующих потребностям детей раннего возраста. Обычно в заменителях женского молока содержание белка снижается до 1,5-2,0 г в 100 мл и приводится в соответствие с женским молоком. Отношение казеина к сывороточным белкам приближают к соотношению 40:60.

В некоторых видах заменителей вообще не проводят коррекцию белкового состава по этому показателю, и отношение казеина к белкам сыворотки сохраняется на уровне коровьего молока, т. е. 80:20. В ряде зарубежных заменителей женского молока это отношение варьируется в весьма широких пределах (от 30:70 до 60:40).

Ход работы

1. Используя справочные данные, предложите комбинацию сырья для производства заменителей женского молока с целью достижения оптимального содержания белка в смеси.

2. Однако не менее важно приблизить состав белков заменителей к составу белков женского молока по их биологической ценности. Используя данные зрелого женского молока (в качестве эталона) и руководствуясь оптимальным соотношением казеина и сывороточных белков в заменителях женского молока, сделайте расчет химического сора предложенной рецептуры, оформив результаты работы по форме таблицы 3.

Таблица 3 - Биологическая ценность белковой составляющей исследуемой рецептуры детского питания

Аминокислота	Массовая доля, г/100 г белка		Аминокислотный скор, %
	Зрелое женское молоко	Исследуемый состав	
Валин	5,20		
Лейцин	9,80		
Изолейцин	4,60		
Метионин + цистин	4,00*		
Треонин	4,60		
Лизин	7,50		
Фенилаланин + тирозин	8,60*		
Триптофан	1,50		

*Пары суммируются, так как потребность в одной аминокислоте может быть покрыта за счет наличия другой.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит взаимодействие организма человека с окружающей средой и как описывает это явление закон гомеостаза?
2. Какова роль питания в жизни и здоровья человека и общества?
3. По каким показателям нормируется суточный рацион питания и от каких факторов он зависит?
4. Охарактеризуйте особенности питания основных групп населения.
5. Геродиетические продукты. В чем заключается их назначение и технология производства.

Практическая работа № 4.

ВЛИЯНИЕ БЕЛКОСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ КОМБИНИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ (2 часа)

Задание:

1. Сделать доклад по теме: «Влияние белкосодержащих добавок на биологическую ценность комбинированных пищевых продуктов».
2. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под биологической ценностью белка?
2. Как рассчитывается аминокислотный скор белка?

3. Какая аминокислота называется лимитирующей?
4. Как рассчитывается коэффициент утилизации?

Практическая работа № 5. **РАСЧЕТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ** **КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВОГО КОМПОНЕНТА** **ПРОДУКТА (3 часа)**

Для оценки важнейшей составляющей пищевой адекватности белковых компонентов сырья (готовых продуктов) - их биологической ценности - используются основополагающие показатели и критерии, предложенные академиками РАСХН И.А. Роговым и Н.Н. Липатовым, такие как: коэффициенты различий аминокислотного сора (КРАС), рациональности аминокислотного состава (R_p), сопоставимой избыточности (G) и биологической ценности (БЦ).

Порядок выполнения работы

1. Используя ранее полученные данные (результаты расчетно-практической работы №2), произвести расчет показателей, характеризующих качественный состав белкового компонента продукта. Использовать для расчетов раздаточный материал преподавателя.
2. Результаты работы оформить в виде таблицы 4. Сделать выводы о биологической ценности белковой составляющей комбинированного продукта с учетом полученных расчетных показателей.

Таблица 4 - Показатели биологической ценности белковой составляющей продукта

Продукт	Массовая доля белка, %	Количество лимитирующих НАК	Расчетные показатели			
			КРАС	БЦ	R_p	G

Контрольные вопросы

1. Что такое коэффициенты различий аминокислотного сора?
2. Что такое биологическая ценность?

Тема 3. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА РАСЧЕТА И ОПТИМИЗАЦИИ РЕЦЕПТУР

Практическая работа № 6. ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДНОЙ КОМПОЗИЦИИ ПРОДУКТА (3 часа)

Задание:

1. Изучить материал.
2. Написать эссе на тему «Жирнокислотный состав липидной композиции продукта».

Жиры относятся к основным пищевым веществам, обеспечивающим многообразные жизненные функции организма, и являются обязательным компонентом в сбалансированном питании. Физиологическое значение их весьма многообразно. Жиры участвуют в пластических процессах, являясь структурной частью клеток и их мембранных систем, влияют на интенсивность синтеза белка, углеводов, витамина D, гормонов, а также усиливают рост и сопротивляемость организма к заболеваниям.

Биологическая ценность жиров заключается, прежде всего, в их высокой энергоемкости по сравнению с углеводами. Так, при сгорании (окислении) 1 г жира до конечных продуктов (воды и углекислого газа) выделяется в 2 раза больше энергии, чем при окислении того же количества углеводов, т. е. соответственно 37,7 кДж (9 ккал) тепла и 16,75 кДж (4 ккал). Жиры являются аккумуляторами энергии, но сгорают они в пламени углеводов. Иными словами, чтобы жиры освободили энергию, необходимо достаточное количество углеводов и кислорода.

Однако в организме человека жиры выполняют и другие жизненно важные биологические функции. Хорошо известно, что длительное голодание легче переносят люди, имеющие толстую жировую прослойку. Велика роль жира как пластического материала и в сохранении теплового гомеостаза. Особое место здесь занимает подкожно-жировая клетчатка – скопление жировой ткани разной толщины под всей поверхностью кожи. Температура внутренних органов выше, чем температура кожи, подкожной клетчатки и мышц, причем перепады температуры достаточно велики: температура лица может быть равной 18 °С, кистей – 10 °С, в то время как температура внутренних органов остается неизменной – равной 37 °С. Это – результат теплового обмена организма за счет химических реакций, идущих с выделением тепла. Основной вклад в производство тепла вносят печень, головной мозг, скелетные мышцы, а сохраняет тепло, не давая ему рассеиваться в пространстве, подкожно-жировая клетчатка (так как жир – плохой проводник тепла).

Жировая ткань, будучи материалом рыхлым и мягким, «укутывает» хрупкие органы, предохраняя их от механических сотрясений и травм.

В организме жир в основном входит в состав различных органов и заполняет пространство между ними. Но есть орган, почти целиком состоящий из жира (или сала), который так и называется – сальник.

Жир наряду с белками используется в качестве пластического материала. Нужно подчеркнуть, что клетка сохраняет свое «лицо» благодаря оболочке, разделяющей клетку и окружающую среду.

Оболочка – сложное образование, которое состоит из двойного слоя липидов, расположенных между двумя слоями белков. Белки не создают сплошной пленки, часть молекул находится вне липидов, а некоторые белки внедряются в липидный слой и даже его проницавают.

С физико-химической точки зрения мембрана представляет собой полунепроницаемую перепонку, сито, избирательно пропускающее одни и задерживающее другие вещества. Во внеклеточной среде (тканевой жидкости, омывающей клетки) преобладает натрий, которого мало в самой клетке; концентрация калия в клетке в 40 раз, магния в 15 раз выше, чем во внеклеточном пространстве. Своеобразным пропуском для проникновения вещества в клетку сквозь мембрану служит его способность растворяться в липидах: жирорастворимые молекулы лучше проходят внутрь клетки, чем водорастворимые. В липидах растворяется и целая группа витаминов (ретинол, или витамин А; эргокальциферол, или витамин D; токоферолы, или витамин Е; филлохиноны, или витамин К и др.). Вот почему морковь, содержащую большое количество необходимого для человека провитамина А (каротина), необходимо вводить с жирами (растительное масло, сметана).

Жир улучшает вкусовые свойства пищи, а также повышает ее питательность.

В составе жира и сопутствующих ему веществ выявлены эссенциальные, жизненно необходимые незаменимые компоненты, в том числе липотропного, антиатеросклеротического действия (полиненасыщенные жирные кислоты, лецитин, витамины А, Е и др.).

От уровня сбалансированности с другими пищевыми веществами зависят интенсивность и характер многих процессов, протекающих в организме, связанных с обменом и превращением, а также усвоением пищевых веществ.

По химическому составу жиры представляют собой сложные комплексы органических соединений. Основными компонентами жиров являются триглицериды и липоидные вещества, к которым относятся фосфолипиды, стеринны и другие. В состав триглицеридов входят глицерин (около 9 %) и жирные кислоты с углеродной цепочкой разной длины и степени насыщенности, от строения которых зависят свойства триглицеридов.

Предельные жирные кислоты в большом количестве встречаются в составе животных жиров.

Высокомолекулярные насыщенные жирные кислоты (стеариновая, арахидовая, пальмитиновая) обладают твердой консистенцией, низкомолекулярные (масляная, капроновая и др.) – жидкой. От молекулярной массы зависит и температура плавления: чем выше молекулярная масса насыщенных жирных кислот, тем выше температура их плавления.

Наличие в пищевых жирах смесей триглицеридов имеет важное физиологическое значение: они снижают температуру плавления жира и тем самым способствуют его эмульгированию в двенадцатиперстной кишке и лучшему усвоению.

По биологическим свойствам предельные жирные кислоты уступают непредельным. С предельными (насыщенными) жирными кислотами скорее связываются представления об отрицательном их влиянии на жировой обмен, на функцию и состояние печени, а также об их способствующей роли в развитии атеросклероза.

Непредельные жирные кислоты широко представлены во всех пищевых жирах, особенно в растительных маслах. Наиболее часто в составе пищевых жиров встречаются непредельные кислоты с одной, двумя и тремя двойными связями. В жире рыб и морских животных могут быть кислоты и с большим числом двойных связей.

Наличие ненасыщенных связей обуславливает выраженную способность непредельных жирных кислот к окислению и реакциям присоединения, сообщая им легкую изменяемость. Из реакций присоединения наибольшее значение имеет присоединение к непредельным жирным кислотам водорода, в результате чего ненасыщенные кислоты переходят в насыщенные с образованием твердых жирных кислот. На этом основана гидрогенизация, или отверждение, жидких жиров, широко применяемая в современном производстве маргарина.

Легкая окисляемость ненасыщенных жирных кислот служит одной из причин накопления окисленных продуктов в жирах, богатых ненасыщенными жирными кислотами, и последующей их порчи.

Типичный представитель жирных кислот с одной двойной связью – олеиновая кислота ($C_{17}H_{33}COOH$), которая находится почти во всех животных и растительных жирах. Олеиновая кислота обладает биологической активностью и играет важную роль в нормализации жирового и холестеринового обменов.

Различают животные и растительные жиры. В состав животных жиров состав входит большое количество насыщенных жирных кислот, имеющих высокую температуру плавления. Поэтому тугоплавкие жиры типа бараньего и говяжьего усваиваются медленнее свиного, куриного и особенно молочного, являющегося источником витаминов А и D, а также провитамина А – каротина. Растительные жиры, в отличие от животных, содержат значительное количество полиненасыщенных жирных кислот, относящихся к

незаменимым факторам питания, характеризуются низкой температурой плавления, их называют легкоплавкими.

Источником животных жиров являются свиное сало (90...92 %); сливочное масло (72...82 %), жирная свинина (49 %), колбасы (20...40 %), сметана (30 %), сыры (15...30 %). Источник растительных жиров – растительные масла (99,9 % жира), орехи (53...65 %), овсяная (6,1 %) и гречневая (3,3 %) крупы.

Средняя потребность взрослого человека в жире составляет 80...100 г/сутки (в том числе растительного масла 25...30 г, полиненасыщенных жирных кислот 3...6 г, холестерина 1 г, фосфолипидов 5 г), но не ниже 25 г (столько потребляют вегетарианцы и сторонники ограниченного питания). Установлена определенная взаимозаменяемость животных и растительных жиров. Нормирование жира производится с учетом возраста, пола, характера трудовой деятельности, национальных и климатических особенностей. В пище за счет жира должно быть обеспечено 33 % суточной энергетической ценности рациона, что, по современным научным данным, является оптимальным.

Потребность в жире изменяется в зависимости от климатических условий. В северной климатической зоне она определена в размере 38...40 % от общей энергетической ценности рациона, в средней зоне – 33 % в южной – 27...28 %.

Нормирование жира может производиться соответственно энергетической ценности суточного пищевого рациона. При этом на 4 184 кДж (1 000 ккал) предусматривается 37 г жира.

При более низком содержании жиров в рационе, особенно у людей с нетренированным обменом веществ, понижается сопротивляемость инфекциям, нарушается обмен витаминов А, Е, D и др. с соответствующими их дефициту клиническими проявлениями.

Следует иметь в виду, что при больших физических затратах в организме наступает дефицит кислорода, поэтому в рационе увеличивают количество жиров за счет уменьшения углеводов (в питании отдельных групп спортсменов, при работе в горах, у водолазов и т. д.). Ограничение жиров, особенно тугоплавких, рекомендовано при атеросклерозе, панкреатитах, гепатитах, желчнокаменной болезни, обострении энтероколитов, сахарном диабете и частично при ожирении. При туберкулезе, истощении после тяжелых заболеваний в питании увеличивают количество жиров, желательно за счет жиров молочных и растительных продуктов.

Итак, жиры в умеренном количестве необходимы для нормальной жизнедеятельности организма; их дефицит ведет к серьезным нарушениям, а подчас и гибели организма. Однако избыточное поступление жира с пищей, повышенное отложение его в подкожно-жировой клетчатке, в печени таит в себе немалую опасность для здоровья. Это своеобразная «бомба за-

медленного действия». Жиры начинают расщепление в желудочно-кишечном тракте, но процесс это длительный, так как жир находится в недоступном для ферментов состоянии: ведь для расщепления жира сначала необходимо раздробить его на мельчайшие шарики, т. е. эмульгировать.

Жир эмульгируется в тонком кишечнике желчью и затем всасывается в лимфу. Отметим, что в незначительном количестве жир может всасываться и в целом виде, нерасщепленным. В стенке кишки из продуктов расщепления пищевого жира образуются крупные капли, получившие название *хиломикроны*. Они богаты триглицеридами, холестерином и содержат очень небольшое количество белков и фосфолипидов.

Хиломикроны поступают в лимфу, а затем в кровоток. Далее они могут проникать в подкожно-жировую клетчатку, где и откладываются в виде нейтрального запасного жира, чтобы впоследствии использоваться как источник энергии.

Жиры могут накапливаться в крови, печени и других тканях, и органах. Ожирение крови способствует дефициту в ней белка, который является переносчиком молекул жира. Спустя определенное время после приема пищи хиломикроны покидают кровь. Однако повышение свертываемости крови, ее вязкость предрасполагают к закупорке кровеносных сосудов, особенно при наличии атеросклероза.

Следует напомнить, что не только животными, но и растительными жирами злоупотреблять нельзя, так как избыток жирных кислот может накапливаться в клетках, окисляться и отравлять клетки продуктами окисления. При избытии жиров в пище резко снижается усвояемость всех ее компонентов, особенно белков. Кроме того, при постоянном и сравнительно длительном поступлении с пищей значительного и, естественно, излишнего количества однотипного жира он начинает откладываться в организме почти не изменяясь, т. е. приближается по своему составу к вводимому.

Большинство людей полагают, что наиболее полезным для организма является сливочное масло, и потребляют только его. Безусловно, сливочное масло имеет высокие вкусовые качества, содержит ретинол, легко усваивается организмом. Вместе с тем многие забывают, что биологическая потребность в жирах и некоторых других компонентах может удовлетворяться только за счет рациональной смеси жиров животного и растительного происхождения.

Лица, потребляющие только сливочное масло, страдают от недостатка жизненно необходимых пищевых веществ. Очень часто пренебрегают растительными жирами, которые содержат много ПНЖК (линолевой и др.), фосфатидов. Если в течение длительного времени резко уменьшить в питании количество жира или ограничиться только сливочным маслом, организм теряет способность правильно использовать его избыток и становится менее стойким к развитию атеросклеротического процесса. Внутренний

синтез жира с помощью углеводов не может полностью заменить поступление жира с пищей, поскольку некоторые жизненно необходимые компоненты жира, например, линолевая кислота, в организме не образуются. Растительные масла следует использовать в основном с винегретами, салатами, разного вида закусками, при приготовлении соусов и т. п. В этом виде растительные жиры лучше усваиваются. Однако для лиц пожилого возраста, а также при повышенном содержании холестерина в сыворотке крови соотношение растительных и животных жиров должно быть 1:1. Оптимальным в рационе следует считать такое соотношение жирных кислот: 10 % полиненасыщенных, 30 % насыщенных и 60 % мононенасыщенных.

Биологическая ценность жиров характеризуется коэффициентом эффективной метаболизации (КЭМ), представляющим собой отношение концентрации содержания арахидоновой кислоты (C20:4) к сумме всех других полиненасыщенных кислот с 20 и 22 углеродными атомами.

При разработке состава жировой композиции комбинированного продукта большое внимание уделяется следующим факторам:

- соотношению между группами жирных кислот (насыщенные: мононенасыщенные: полиненасыщенные);
- соотношению двух главных семейств полиненасыщенных жирных кислот, а именно омега-3 и омега-6.

На основании норм физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ можно сформулировать комплекс исходных требований к полноценному составу жира, обеспечивающему необходимый набор жирных кислот в оптимальных соотношениях для различных групп населения.

Требования к биологически полноценному жиру положены в основу математической модели, учитывающей зависимость содержания НЖК, МНЖК и ПНЖК от состава жировой смеси.

Контрольные вопросы

1. Назовите непредельные жирные кислоты.
2. При разработке состава жировой композиции комбинированного продукта большое внимание уделяется каким факторам?

Практическая работа № 7. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРЫ МОРОЖЕНОГО АЛГЕБРАИЧЕСКИМ МЕТОДОМ (3 часа)

Алгебраический метод расчета основан на решении системы уравнений с тремя или четырьмя неизвестными. Содержание входящих в смесь отдельных молочных продуктов обозначают буквами X, Y, Z и т. д. Их сум-

марную массу A определяют по разности масс смеси и других немолочных компонентов (сахара, стабилизатора, воды и др.).

Первое уравнение - уравнение баланса по массе - примет вид

$$X + Y + Z = A.$$

Второе уравнение - уравнение баланса жира в смеси.

Третье уравнение - уравнение баланса СОМО в смеси.

Пример 1. Рассчитать рецептуру 1000 кг молочного мороженого (м.д. молочного жира 3,5 %; м.д. сахарозы 15,5 %; м.д. СОМО 10 %; м.д. желирующего картофельного крахмала 1,5 %) из следующего вида сырья:

- молока натурального (м.д. жира 3,2 %; м.д. СОМО 8,1 %);
- сливок (м.д. жира 40 %; м.д. СОМО 4,8 %);
- молока сухого обезжиренного (м.д. СОМО 93 %);
- сахара-песка (м.д. сухих веществ 80 %);
- желирующего картофельного крахмала (м.д. сухих веществ 80 %);
- ванилина.

Известные величины, в частности, сахар-песок массой 155 кг, желирующий картофельный крахмал - 15 кг и ванилин - 0,1 кг сразу же заносят в таблицу 5.

В первую очередь находят суммарную массу молочных компонентов:

$$1000 - (155 + 15 + 0,1) = 829,9 \text{ кг.}$$

Вводят следующие обозначения:

X - масса цельного молока;

Y - масса сливок;

Z - масса сухого обезжиренного молока.

Таблица 5 – Сводная таблица расчета рецептуры молочного мороженого

Ингредиенты	Масса, кг	Массовая доля, %			
		жира	СОМО	сахара	сухих веществ
Молоко натуральное цельное					
Сливки					
Молоко сухое обезжиренное					
Сахар-песок					
Крахмал картофельный					
Ванилин					
Итого: кг					

Первое уравнение будет иметь следующий вид:

$$X + Y + Z = 829,9.$$

Второе уравнение будет иметь вид:

$$0,032X + 0,40Y = 35.$$

Третье уравнение будет следующим:

$$0,081X + 0,048Y + 0,93Z = 100.$$

Из второго уравнения выражают неизвестное X :

$$X = (35 - 0,40Y) / 0,032.$$

Подставляют полученное значение X в первое и третье уравнения, после приведения подобных членов получают следующие уравнения соответственно:

$$\begin{aligned} 0,368Y - 0,032Z &= 8,443; \\ -3,086Y + 2,976Z &= 36,50. \end{aligned}$$

Для исключения Y умножают верхнее уравнение на 3,086, а нижнее - на 0,368, тогда предыдущие уравнения примут вид:

$$\begin{aligned} 1,136Y - 0,099Z &= 26,06; \\ -1,136Y + 1,095Z &= 13,43. \end{aligned}$$

Суммируя эти уравнения, получают $0,996Z = 39,49$, откуда $Z = 39,65$ кг (масса сухого обезжиренного молока). Подставляя Z в уравнение, находят $Y = 26,41$ кг (масса сливок). Далее находят $X = 763,84$ кг (масса цельного молока).

Порядок выполнения работы

1. Произведите расчет рецептуры мороженого алгебраическим методом.
2. Заполните ячейки таблицы 5, проанализируйте баланс по основным макронутриентам.

Практическая работа № 8. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРЫ МОРОЖЕНОГО В СИСТЕМЕ MATHCAD (4 часа)

MathCAD - универсальная система компьютерной математики, предназначенная для широкого класса математических задач. Название системы происходит от двух слов - MATHematica (математика) и CAD (Computer Aided Design - системы автоматического проектирования, или САПР). MathCAD является математическим редактором, позволяющим проводить

научные и инженерные расчеты, начиная от элементарных преобразований и заканчивая сложными системными преобразованиями.

Порядок и последовательность ввода данных при оптимизации рецептуры сливочного мороженого в математической системе MathCAD рассмотрим на следующем примере.

Задание:

Руководствуясь раздаточным материалом преподавателя составить рецептуру 100 кг смеси сливочного мороженого, отвечающей условиям: жира в смеси должно быть 10 %, СОМО - 10 %, сахара - 16 %, сухого цельного молока (СЦМ) - не более 3 %, сухого обезжиренного молока (СОМ) - не более 4 %. При этом добавляют 0,2 % стабилизатора агар-агар и 0,015 % - ванилина.

Контрольные вопросы

1. Алгоритм выбора вида разрабатываемого продукта.
2. Определение цели разрабатываемого или модификации существующего продукта.
3. Выбор критерия оптимальности.
4. Выявление ограничений.

**Практическая работа № 9.
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРЫ МОРОЖЕНОГО
В СИСТЕМЕ EXCEL (4 часа)**

Большими возможностями в рецептурных расчетах многокомпонентных пищевых систем имеет табличный редактор Microsoft Excel. Наиболее популярным инструментом для решения задач оптимизации является стандартная надстройка «Поиск решения» процессора электронных таблиц Microsoft Excel, входящего в Microsoft Office. Данная надстройка позволяет эффективно решать рецептурные задачи, а представление результатов в виде таблиц обеспечивает удобную для учета и отчетности информацию. Более того, надстройки «Поиск решения» приложения Excel по своим функциональным возможностям не уступают аналогам специальных математических программ, например, MathCAD. При прочих равных условиях общепризнанным преимуществом Excel является простота интерфейса.

Задание:

Руководствуясь раздаточным материалом преподавателя составить рецептуру 100 кг смеси мороженого, отвечающей условиям: м.д. жира в

смеси должна быть не менее 12 %, м.д. СОМО - 10 %; сахара - 16 % из расчета 0,5 % стабилизатора и 0,01 % ванилина.

Контрольные вопросы

1. Метод линейного программирования в проектировании рецептур многокомпонентных пищевых систем.
2. Симплекс-метод.
3. Алгоритм симплекс-метода.

ГЛОССАРИЙ

Белки – высокомолекулярные азотсодержащие биополимеры, состоящие из аминокислот. Выполняют пластическую, энергетическую, каталитическую, гормональную, регуляторную, защитную, транспортную, энергетическую и другие функции.

Величина основного обмена (ВОО) – минимальное количество энергии, необходимое для осуществления жизненно важных процессов, то есть затраты энергии на выполнение всех физиологических, биохимических процессов, на функционирование органов и систем организма в состоянии температурного комфорта (20 °С), полного физического и психического покоя натошак.

Витамины – группа эссенциальных микронутриентов, участвующих в регуляции и ферментативном обеспечении большинства метаболических процессов.

Жиры (липиды) – сложные эфиры глицерина и высших жирных карбоновых кислот, являются важнейшими источниками энергии. До 95 % всех липидов – простые нейтральные липиды (глицериды).

Макронутриенты – пищевые вещества (белки, жиры и углеводы), необходимые человеку в количествах, измеряемых граммами, обеспечивающих пластические, энергетические и иные потребности организма.

Микронутриенты – пищевые вещества (витамины, минеральные вещества и микроэлементы), которые содержатся в пище в очень малых количествах – миллиграммах или микрограммах. Они не являются источниками энергии, но участвуют в усвоении пищи, регуляции функций, осуществлении процессов роста, адаптации и развития организма.

Минорные и биологически активные вещества пищи с установленным физиологическим действием – природные вещества пищи установленной химической структуры, присутствуют в ней в миллиграммах и микрограммах, играют важную и доказанную роль в адаптационных реакциях организма, поддержании здоровья, но не являются эссенциальными пищевыми веществами.

Незаменимые (эссенциальные) – пищевые вещества, не образуются в организме человека и обязательно поступают с пищей для обеспечения его жизнедеятельности. Их дефицит в питании приводит к развитию патологических состояний.

Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах – усредненная величина необходимого поступления пищевых и биологически активных веществ, обеспечивающая оптимальную реализацию физиолого-биохимических процессов, закрепленных в генотипе человека.

Пищевые волокна – высокомолекулярные углеводы (целлюлоза, пектины и др., в том числе некоторые резистентные к амилазе виды крахмалов), главным образом растительной природы, устойчивы к перевариванию и усвоению в желудочно-кишечном тракте.

Рекомендуемый уровень адекватного потребления – уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, установленный на основании расчетных или экспериментально определенных величин, или оценок потребления пищевых и биологически активных веществ группой/группами практически здоровых людей.

Углеводы – полиатомные альдегидо- и кетоспирты, простые (моносахариды и дисахариды), сложные (олигосахариды, полисахариды), являются основными источниками энергии для человека. Некоторые углеводы, в частности аминосахара, входят в состав гликопротеидов.

Физиологическая потребность в энергии и пищевых веществах – это необходимая совокупность алиментарных факторов для поддержания динамического равновесия между человеком, как сформировавшимся в процессе эволюции биологическим видом, и окружающей средой, и направленная на обеспечение жизнедеятельности, сохранения и воспроизводства вида и поддержания адаптационного потенциала.

Фосфолипиды – эфиры спиртов (глицерина, сфингозина), жирных кислот, фосфорной кислоты, содержат азотистые основания (холин, этаноламин, остатки аминокислот, углеводные фрагменты), составляют основной класс мембранных липидов.

Энергетический баланс – равновесное состояние между поступающей с пищей энергией и ее затратами на все виды физической активности, на поддержание основного обмена, роста, развития, и дополнительными затратами у женщин при беременности и грудном вскармливании.

Энерготраты суточные – сумма суточных энерготрат организма, состоящая из энерготрат основного обмена, затрат энергии на физическую активность, специфическое динамическое действие пищи (пищевой термогенез), холодовой термогенез, рост и формирование тканей у детей и дополнительных затрат энергии у беременных и кормящих грудью женщин.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Лисин, П.А. Компьютерное моделирование производственных процессов в пищевой промышленности [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.А. Лисин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72585>.

2. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства: теория и практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Н. Красуля [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2015. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69866>.

Дополнительная:

1. Технология производства функциональных продуктов питания: учебно-методическое пособие / Венецианский А.С., Мишина О. - Волгоград:Волгоградский ГАУ, 2014. - 80 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/615070>.

ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

*Методические указания
к практическим занятиям*

Составители: Нестеренко Ольга Викторовна

В авторской редакции

Изд. № 84/2022. Объем 1,5 п.л. Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,47.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»