Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Красноярский государственный аграрный университет

ПИЩЕВАЯ ХИМИЯ

Методические указания к практическим занятиям

Красноярск 2011

Рецензент
Л.П. Рубчевская, д-р хим. наук, профессор,
зав. кафедрой ТЖЭМИ и ПКП КрасГАУ

Составители:
Н.А. Величко
Е.В. Шанина

Величко, Н.А.
Пищевая химия: *метод. указания к практ. занятиям* / Н.А. Величко, Е.В. Шанина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2011. – 36 с.

Изложена методика расчета пищевой ценности продуктов и пищевого рациона современного человека, приведены основные методы исследования, применяемые в пищевой химии.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 260100.62 «Технология продуктов питания» всех форм обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского государственного аграрного университета

© Красноярский государственный
аграрный университет, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....4

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. Основы рационального питания. Определение среднесуточной потребности разных групп людей в энергии и ее основных пищевых источниках.....5

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. Определение энергетической ценности пищевых продуктов.....12

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. Определение биологической ценности белков пищевых продуктов путем расчета аминокислотного скора относительно стандартной шкалы ФАО/ВОЗ.....15

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. Определение биологической эффективности липидов пищевых продуктов.....19

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. Определение пищевой ценности пищевых продуктов.....23

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.....32

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....36

ВВЕДЕНИЕ

«Пищевая химия» – одна из важнейших теоретических дисциплин, входящих в учебный план подготовки специалистов по направлению «Технология продуктов питания». В ее задачу входит изучение химического и компонентного состава сырья, полуфабрикатов и готовых пищевых продуктов. Она исследует закономерности химических превращений при хранении и переработке пищевого сырья, необходима при разработке принципов питания, обеспечивающих здоровое развитие человека. Объектами изучения пищевой химии являются также новые сырьевые источники, конструирование новых продуктов питания и создание более совершенных технологий пищевых производств.

Пищевые продукты, как правило, многокомпонентны по своему составу, включают разнообразные классы химических соединений биологического происхождения и представляют собой довольно сложный объект для изучения. Поэтому важнейшая проблема пищевой химии – разработка и совершенствование не только методов анализа пищевых систем, но и методик расчета пищевой ценности продуктов питания.

В издании представлены практические работы по основным темам курса «Пищевая химия». Выполнение практических работ позволит студентам углубить знания, полученные в лекционном курсе и во время самостоятельной работы с литературой, а также обеспечит владение методиками проведения расчетов.

Практические работы составлены на основе общепринятых методик расчета и содержат краткий теоретический обзор. После каждой работы представлены контрольные вопросы, обуславливающие закрепление как практических, так и теоретических навыков.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1.
Основы рационального питания. Определение среднесуточной потребности разных групп людей в энергии и ее основных пищевых источниках

Цель работы: освоить методику расчета среднесуточной потребности людей в энергии и пищевых веществах.

Рациональное питание – это физиологически полноценное питание здорового человека с учетом его пола, возраста, характера труда, климатических условий проживания.

Суть рационального питания составляют четыре основных принципа:

1. Равновесие между поступающей с пищей энергией и энергией, расходуемой человеком в процессе жизнедеятельности, т. е. должен быть баланс энергии.
2. Удовлетворение потребности организма человека в определенном количестве, качественном составе и соотношении пищевых веществ.
3. Соблюдение режима питания.
4. Пища должна быть обработана соответствующим образом с целью сохранения пищевой ценности, усвояемости и предупреждения вредного воздействия на организм.

Восполнение всех энергозатрат человека осуществляется благодаря питанию. При этом углеводы и жиры пищи могут расщепляться до углекислого газа и воды с выделением большого количества энергии. Только белки образуют в организме ряд недоокисленных продуктов, выделяющихся с мочой (например, мочевина).

При кратковременном недостатке энергетической ценности пищи организм частично расходует запасные вещества, главным образом, жир (из жировой ткани) и углеводы (гликоген).

При длительном недостатке энергетической ценности пищи организм расходует не только резервные углеводы и жиры, но и белки, что, в первую очередь ведет к уменьшению массы скелетных мышц, а следовательно, к возникновению дистрофии.

Кратковременный избыток энергетической ценности пищи отрицательно сказывается на процессах усвояемости и утилизации основных пищевых веществ, что выражается в увеличении количества каловых масс и выделении повышенного количества мочи.

При длительном избытке энергетической ценности пищи часть жиров и углеводов начинает откладываться в виде резервного жира в жировой ткани. Это приводит к увеличению массы тела и впоследствии к ожирению.

Энергия, которой обеспечивается организм при потреблении и усвоении питательных веществ, расходуется на осуществление трех главных функций, связанных с жизнедеятельностью организма. К ним относятся: основной обмен, переваривание пищи, мышечная деятельность.

1. **Величина основного обмена** (О.О.) – доля суточного расхода энергии на деятельность внутренних органов в состоянии покоя. В этих условиях энергия расходуется на непрекращающийся обмен веществ и физиологические функции организма: дыхание, кровообращение, поддержание мышечного тонуса и т.д.

В среднем величина основного обмена у взрослых людей составляет 4,185 кДж/ч на 1 кг массы тела или 1 ккал/ч на 1 кг массы тела.

У растущего организма этот показатель тем выше, чем младше ребенок. В 40–50 лет величина основного обмена снижается на 4–5 %.

2. **Переваривание пищи** также требует затрат энергии. При смешанном питании величина основного обмена повышается на 10–15 % в сутки. Наибольший расход энергии требуется для переваривания белковой пищи – величина основного обмена увеличивается на 30–40 %. При приеме жиров – на 4–14 %, при приеме углеводов – на 4–7%.

3. Затраты энергии на **мышечную деятельность** зависят от вида физической активности и напрямую связаны с характером работы.

Физиологическим критерием, определяющим количество энергии по характеру деятельности, является **коэффициент физической активности (КФА) –** это отношение общих энергозатрат на все виды жизнедеятельности к величине основного обмена**.**

$$\text{КФА} = \frac{\text{Общие энергоэатраты на все виды деятельности}}{\text{Величина основного обмена}}.$$

В зависимости от КФА все трудоспособное население делится на пять групп (таблица 1).

Таблица 1 – Группы населения согласно КФА

Группа населения	КФА	Вид профессиональной деятельности
I	1,4	Работники умственного труда: студенты, педагоги, воспитатели, ученые и т. д.
II	1,6	Работники, занятые легким физическим трудом: водители, работники сферы обслуживания, инженерно-технические работники
III	1,9	Работники среднего по тяжести труда: работники пищевой промышленности, врачи-хирурги, химики
IV	2,8	Работники тяжелого физического труда: работники строительных специальностей, механизаторы, работники с.-х., работники деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности
V	3,5	Работники занятые особо тяжелым физическим трудом: каменщики, грузчики, сталевары и т. д.

Физиологическая потребность здорового человека в энергии и пищевых веществах зависит от:

1. *Пола* (у женщин расход энергии в среднем на 15 % ниже, чем у мужчин).
2. *Возраста* (у людей 30–39 лет величина основного обмена на 4–5 % ниже, чем у 18–29-летних. В возрасте 40–59 лет энергозатраты на основной обмен снижаются на 9–10 % по сравнению с 18–29-летними людьми).
3. *Профессии* (см. таблицу 1).
4. *Уровня энергозатрат*.
5. *Климатогеографических условий проживания* (с уменьшением температуры окружающей среды на 10^0С энергозатраты увеличиваются на 10 %).
6. *Национальных особенностей питания*.
7. *Индивидуальных привычек в питании*.

Для определения величины основного обмена необходимо знать величину массы тела.

Различают два вида массы тела:

1. **Идеальный вес** – это вес, который статистически достоверно сочетается с наибольшей продолжительностью жизни. Величина идеального веса зависит от размеров тела, пола и конституции человека. Для ее определения используют специальные таблицы и номограммы.

2. **Теоретический (должный) вес**. Существует несколько способов расчета должного веса:

а) по показателю Брока:

Рост, см	Должная масса тела, кг
До 165	Рост – 100
166–175	Рост – 105
Более 175	Рост – 110

Благодаря своей простоте этот способ нашел широкое распространение, однако при его использовании получают завышенное значение веса. В связи с этим для получения корректных результатов из величины теоретической массы тела, полученной по данному методу, необходимо вычитать 10 %.

Например:

Если рост 170 см, то масса тела = 170 – 105 = 65 – 6,5 = 58,5 кг.

б) по показателю Бонгарда:

$$M = \frac{T * Огр}{240},$$

где М – должная масса тела, кг;

Т – рост, см;

Огр – окружность грудной клетки на уровне сосков, см.

в) по формуле российских медиков:

$$M = 50+0,75(T - 150)+\frac{A-20}{4},$$

где М – должная масса тела, кг;

Т – рост, см;

А – возраст, лет.

Если фактический вес человека отличается от должного не более чем на 10 %, то говорят о нормальном весе. При отклонении фактического веса от должного на 10–20 % говорят об избыточном или

недостаточном весе, превышение же веса тела над должным более (или менее) чем на 20 % служит признаком ожирения или истощения соответственно.

Умножив величину массы тела на 1 ккал (4,184 кДж) и на 24 часа, получаем величину основного обмена:

О.О. = М · 4,184 · 24 (кДж),

О.О. = М · 1 · 24 (ккал).

Энергозатраты конкретного человека можно измерить. Существует несколько методов измерения:

1. **Прямая калориметрия** – по количеству теплоты, выделяемой человеком, поскольку все виды энергии в организме в конечном счете превращаются в тепловую. Но этот метод имеет скорее историческое значение, так как для измерения количества теплоты, выделяемой человеком, нужны громоздкие теплоизоляционные камеры, в которых трудно создать условия для определения энергозатрат (например, при разных видах производственной деятельности).

2. **Непрямая калориметрия** – путем измерения конечных продуктов расщепления органических веществ в организме, являющихся источниками энергии – CO_2 и азотистых продуктов распада. Например, определение количества выделившегося из организма и потребляемого O_2 производят с помощью портативного прибора, который дает возможность в любых условиях контролировать объемы и состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. По полученным данным судят о суммарном расходовании органических веществ в организме.

3. **Хронометражно-табличный метод** – основан на использовании данных о расходе энергии на отдельные виды деятельности, осуществляемой на протяжении суток. Хронометрируя деятельность каждого из них, определяют энергозатраты на отдельные виды деятельности. Суммируя полученные данные, определяют суточную потребность в энергии.

Для населенных городов и населенных пунктов с малоразвитым коммунальным обслуживанием потребности энергии увеличивают на 200 ккал в сутки. Повышают потребности в энергии на 10–20 % и для жителей Севера.

Таблица 2 – Рекомендуемая потребность в энергии взрослого трудоспособного населения соответственно группам интенсивности труда

Группа интенсивности труда	Возрастная группа, годы	Потребность в энергии			
		мужчины		женщины	
		кДж	ккал	кДж	ккал
I	18–29	11715	2800	10042	2400
	30–39	11297	2700	9623	2300
	40–59	10669	2550	9205	2200
II	18–29	12552	3000	106	2550
	30–39	12133	2900	69	2450
	40–59	11506	2750	102	2350
III	18–29	13388	3200	50	2700
	30–39	12970	3100	983	2600
	40–59	12342	2950	2	2500
IV	18–29	15480	3700	112	3150
	30–39	15062	3600	96	3050
	40–59	14434	3450	108	2900
V	18–29	17991	4300	78	-
	30–39	17154	4100	104	-
	40–59	16317	3900	60	-
				131	
				79	
				127	
				61	
				121	

Примечание:

1. Потребность беременных женщин (период 5–9 мес.) в среднем 2900 ккал (12134 кДж).

2. Потребность кормящих матерей в среднем 3200 ккал (13389 кДж).

Среднесуточный расход энергии (Э) рассчитывается по формуле

$$Э = О.О. \cdot КФА.$$

Основными пищевыми веществами, за счет превращения которых в организме человека выделяется определенное количество энергии, являются белки, жиры и углеводы. Вычисление количества

вещества, являющегося источником энергии, производится по формуле

$$X = \frac{Э * Д}{100 * К},$$

где X – количество вещества, являющегося источником энергии;

Э – суточные энергозатраты, кДж или ккал;

Д – доля калорийности для данного пищевого вещества, % (Д, % от суточной энергоценности рациона, принятого за 100 %):

Белки – 12–13 %,
Жиры – 30–35 %,
Углеводы – 53–58 %.

К – коэффициент калорийности пищевого вещества, энергетическая ценность пищевого вещества, ккал/г.

Показывает, что

при окислении	1 г белка выделяется	– 4,0 ккал (16,7 кДж)
	1 г жиров	– 9,0 ккал (37,7 кДж)
	1 г моно- и дисахаридов	– 3,8 ккал (15,9 кДж)
	1 г крахмала	– 4,1 ккал (17,2 кДж)
	1 г пищевых волокон	– 0 ккал (0 кДж)
	1 г органических кислот	– 3,0 ккал (12,5 кДж)

Поступление жиров, белков и углеводов должно быть не только достаточным, но должно иметь вполне определенное соотношение:

В среднем:	белки : жиры : углеводы = 1 : 1 : 4.
Для людей умственного труда:	белки : жиры : углеводы = 1 : 1,1 : 4,1.
Для людей тяжелого физического труда:	белки : жиры : углеводы = 1 : 1,3 : 5,0.

Оптимальное соотношение животных и растительных белков от 60 : 40 до 50 : 50 В среднем 55 : 45.

Белки в рационе детей должны содержать не менее 40 % незаменимых аминокислот, в рационе взрослых не менее 36 % незаменимых аминокислот.

Задание

1. Вычислить по формулам массу своего тела, сравнить её с реальным весом.
2. Рассчитать среднесуточные энергозатраты.
3. Рассчитать соотношение белков, жиров и углеводов в своем рационе.

Контрольные вопросы к теме № 1

1. Рациональное питание, основные принципы.
2. Факторы, определяющие потребность организма человека в пище и энергии.
3. На какие процессы расходуется энергия в течение суток?
4. Что характеризует величина основного обмена?
5. С чем связаны различия суточных энергозатрат людей разных профессий?
6. Что характеризует КФА?
7. Методы измерения энергозатрат человека.
8. Каково значение определения расхода энергии организмом разных групп людей в современных условиях?
9. Какое значение имеет соотношение источников энергии и пищи?
10. Источниками каких основных нутриентов являются продукты животного происхождения?
11. Источниками каких основных нутриентов являются продукты растительного происхождения?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2.
Определение энергетической ценности пищевых продуктов

Цель работы: овладеть методикой расчета энергетической ценности продуктов на основании их химического состава.

Энергетическая ценность основных продуктов и суточных рационов – доля энергии, которая может высвободиться из конкретных

пищевых веществ (белков, жиров и углеводов) или из всей их суммы, поступившей в организм в составе суточного рациона с продуктами питания в процессе их биологического окисления в организме, и использоваться для обеспечения его физиологических функций.

Энергетическая ценность продуктов в составе суточного пищевого рациона должна полностью покрывать расход энергии за сутки, иначе энергетический баланс в организме нарушается и возникают болезненные отклонения.

Энергетическими источниками в питании человека в основном служат пищевые продукты, богатые углеводами и жирами. Основное место среди них занимают зерновые продукты, содержащие до 70 % углеводов, обладающих высокой усвояемостью (94–96 %). За счет зерновых продуктов обычно покрывается более половины энергетической ценности суточного рациона.

Высокой энергетической ценностью обладают все кондитерские изделия, а также продукты, богатые жиром (жирные сорта мяса, рыбы, птицы, сметана и т. д.), пищевые жиры (сливочные, растительные масла, свиное сало и др.).

По энергетической ценности пищевые продукты делятся на четыре группы:

1. **Особо высококалорийные** – 400–900 ккал (шоколад, жир, масло).

2. **Высококалорийные** – 250–400 ккал (мука, крупа, сахар).

3. **Среднекалорийные** – 100–250 ккал (хлеб, мясо, колбаса, ликер, водка).

4. **Низкокалорийные** – до 100 ккал (молоко, рыба, овощи, пиво, белое вино).

Для расчета энергетической ценности пищевого продукта необходимо знать его химический состав и энергетическую ценность пищевых веществ (см. практическую работу № 1). Источником энергии в организме являются жиры, усвояемые углеводы, белки. Не несут энергетической ценности витамины и минеральные вещества.

Расчет энергетической ценности 100 г пищевого продукта производится по формуле

$$ЭЦ=Б \cdot 4,0 + Ж \cdot 9,0 + К \cdot 4,1 + М \cdot 3,8 + О.К \cdot 3,0,$$

где ЭЦ – энергетическая ценность 100 г пищевого продукта, ккал;

Б – содержание белков, г/100 г продукта;

Ж – содержание жиров, г/100 г продукта;

К – содержание крахмала и декстринов, г/100 г продукта;

О.К. – содержание органических кислот, г/100 г продукта.

При необходимости получения результатов в килоджоулях общее количество килокалорий умножается на коэффициент 4,184.

Энергетическая ценность округляется до целых единиц.

Пример: рассчитать энергетическую ценность молока пастеризованного 3,5 % жирности.

1. Находим по таблицам химического состава пищевых продуктов содержание основных пищевых веществ в молоке 3,5 % жирности:

белок – 2,79 г,

жиры – 3,50 г,

моносахариды (лактоза) – 4,69 г,

органические кислоты – 0,14 г.

2. Рассчитаем энергетическую ценность 100 г молока 3,5 % жирности:

$$ЭЦ = 2,79 \cdot 4,0 + 3,5 \cdot 9,0 + 4,69 \cdot 3,5 + 0,14 \cdot 3,0 = 61 \text{ ккал.}$$

Задание: рассчитать и сравнить энергетическую ценность двух пищевых продуктов: одного растительного, другого животного (согласно индивидуальному заданию).

Контрольные вопросы к теме № 2

1. Что Вы понимаете под химическим составом пищевых продуктов? Какие компоненты он включает?

2. Энергетическая ценность продуктов питания.

3. Какие вещества, входящие в состав пищевых продуктов, являются источником энергии в организме?

4. Какие вещества, входящие в состав пищевых продуктов, не являются источником энергии в организме?

5. От чего зависит энергетическая ценность пищевых продуктов и как она рассчитывается?

6. Энергетическая ценность белков, жиров и углеводов.

7. Классификация продуктов по энергетической ценности.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3.
Определение биологической ценности белков пищевых продуктов путем расчета аминокислотного скора относительно стандартной шкалы ФАО/ВОЗ

Цель работы: освоить расчетный метод оценки качества белка, исходя из его аминокислотного состава.

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

Биологическая ценность белков пищевых продуктов определяется различными методами. Один из доступных способов – расчет аминокислотного скора.

Аминокислотный скор белка (АС) – это отношение количества незаменимых аминокислот (НАК) в исследуемом белке к количеству этой же аминокислоты в идеальном белке.

$$\text{АС} = \frac{\text{мг (г) НАК в 100 г.белка продукта}}{\text{мг (г) НАК в 100 г. эталонного белка}}.$$

Величина аминокислотного скора может выражаться в процентах от 0–100 % или в долях 0–1.

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 и женское грудное молоко.

Аминокислотный состав идеального белка предложен Комитетом ФАО/ВОЗ в 1985 г. и показывает содержание каждой из незаменимых аминокислот в 100 г белка (таблица 3).

Для определения аминокислотного скора какого-либо продукта необходимо:

– вычислить содержание аминокислот в 100 г белка этого продукта;

– последовательно сравнить содержание той или иной аминокислоты с вышеуказанной стандартной шкалой ФАО/ВОЗ.

Таблица 3 – Аминокислотная шкала и суточная потребность в незаменимых аминокислотах в различном возрасте

Аминокислота	Эталонный белок, г/100 г белка	Дети 2–5 лет	Дети 10–12 лет	Подростки	Взрослые
		мг/кг массы тела в сутки			
Изолейцин	4	31	28	13	10
Лейцин	7	73	44	19	14
Лизин	5,5	64	44	16	14
Метионин + цистеин	3,5	27	22	17	13
Фенилаланин + тирозин	6	69	22	19	14
Треонин	4	37	28	9	7
Триптофан	1	12,5	9	5	3,5
Валин	5	38	25	13	10

В идеальном (стандартном) белке аминокислотный скор каждой незаменимой кислоты принимается за 100 %. **Лимитирующей** биологическую ценность **аминокислотой** считается та, скор которой имеет наименьшее значение. Биологическая ценность белков пищевых продуктов определяется по первой лимитирующей аминокислоте.

В продукте может быть несколько лимитирующих аминокислот. Тогда говорят о первой, второй, третьей и других лимитирующих аминокислотах. В качестве лимитирующих аминокислот часто выступают лизин, треонин, триптофан и серосодержащие аминокислоты (метионин, цистеин).

Белки злаковых культур (пшеница, рожь, овес, кукуруза) лимитированы по лизину, треонину, некоторых бобовых культур – по метионину и цистеину. Наиболее близки к «идеальному» белку белки куриного яйца и молока. Нет дефицита незаменимых аминокислот

в мясе и мясопродуктах, рыбе и морепродуктах. Аминокислотный скор их приближается к 100 %.

Биологическая ценность белков в процессе тепловой, механической, ультразвуковой или других видов обработки, а также транспортирования и хранения может понижаться, особенно за счет взаимодействия незаменимых аминокислот, часто лизина, с другими компонентами. При этом образуются недоступные для переваривания в организме человека соединения. В то же время биологическая ценность и аминокислотный скор белков могут быть повышены путем составления смесей продуктов или добавления недостающих и лабильных незаменимых аминокислот. Так, например, сочетание белков пшеницы и соевых бобов при определенных соотношениях обеспечивает полноценный набор аминокислот.

Пример: рассчитать скор по незаменимым аминокислотам для хлеба пшеничного из муки в/с.

Расчет

1. Находим в таблицах химического состава содержание незаменимых аминокислот в хлебе.

Содержание лизина в хлебе из пшеничной муки в/с составляет 189 мг на 100 г продукта.

2. Для расчета аминокислотного скора необходимо рассчитать эту величину в г на 100 г белка. В хлебе содержится 7,59 г белка. Следовательно:

7,59 г белка содержат 0,189 г лизина

100 г белка содержат X г,

Составляем пропорцию: $X = \frac{100 \cdot 0{,}189}{7{,}59} = 2{,}49$ г.

3. Сравниваем полученное значение с содержанием лизина в эталонном белке по шкале ФАО/ВОЗ:

$$АС = \frac{2{,}49}{5{,}5} = 0{,}45.$$

Таким образом, лизин является лимитирующей аминокислотой для хлеба пшеничной муки в/с, так как скор по данной аминокислоте меньше 1.

Аналогично производится расчет по всем незаменимым аминокислотам. Определяют первую и вторую лимитирующие аминокислоты.

Лимитирующей незаменимой аминокислотой считается та аминокислота, АС которой наименьший.

Задание: рассчитать и сравнить биологическую ценность белков двух пищевых продуктов (одного растительного, другого животного). Результаты свести в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет аминокислотного скора пищевых продуктов

Аминокислота	Содержание незаменимых аминокислот					Аминокислотный скор	
	Эталонный белок, г на 100 г белка	Продукт животного происхождения		Продукт растительного происхождения			
		на 100 г продукта	на 100 г белка	на 100 г продукта	на 100 г белка	Продукт животного происхождения	Продукт растительного происхождения
Изолейцин							
Лейцин							
Лизин							
Метионин + цистин							
Фенилаланин + тирозин							
Треонин							
Триптофан							
Валин							
Лимитирующая аминокислота, скор, %							

Контрольные вопросы к теме № 3

1. Какие органические вещества относят к классу белков?
2. Классификация белковых веществ.
3. Что такое «идеальный», или «эталонный», белок по шкале ФАО/ВОЗ?
4. Определение биологической ценности белков пищевых продуктов.
5. Как рассчитать аминокислотный скор по какой-либо незаменимой аминокислоте?
6. Что означает понятие «лимитирующая» аминокислота?
7. Суточная норма потребления белка для взрослого человека.
8. Каково должно быть соотношение животных и растительных белков в рационе?
9. Что вы понимаете под «полноценным белковым питанием»?
10. Дайте сравнительную характеристику качества растительного и животного белка.
11. Факторы, влияющие на биологическую ценность белка.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4.
Определение биологической эффективности липидов пищевых продуктов

Цель работы: освоить расчетный метод оценки качества липидных компонентов пищевых продуктов.

Биологическая эффективность – показатель качества жировых компонентов пищевых продуктов, отражающий содержание в них полиненасыщенных жирных кислот.

Биологическая эффективность липидов, определяемая структурными характеристиками жирных кислот, а также их соотношением между собой и другими пищевыми компонентами, характеризуется как комплексный показатель, учитывающий их воздействие на организм человека.

Полиненасыщенные жирные кислоты являются эссенциальными и не могут синтезироваться в организме. Особое значение имеют

полиненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая и арахидоновая), которые входят в состав клеточных мембран и других структурных элементов тканей и обеспечивают нормальный рост, обмен веществ и т. п.

Принято, что на 100 г липидов, необходимых в ежедневном рационе человеку:

на долю полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) F_{01} приходится	6 г
на долю насыщенных жирных кислот (НЖК) F_{02}	20 г
на долю олеиновой кислоты F_{03}	35 г

С целью использования этих данных для расчета биологической эффективности липидов различных продуктов питания введено понятие ***«идеальный» липид***, представляющий собой гипотетический продукт, содержащий ПНЖК, НЖК и олеиновую кислоту в необходимой пропорции, коэффициент биологической эффективности которого равен 1.

Подобно аминокислотному скору для белков, скор для липидов определяем как отношение количества конкретной фракции в исследуемом растворе образца к количеству этой же фракции в «идеальном» липиде по формуле

$$C_{ij} = \frac{F_{ij}}{F_{ij}}, \qquad j = 1 – 3,$$

где C_{ij} – скор для липидов по каждой конкретной фракции;

F_{ij} – содержание фракций в исследуемом липиде, г;

F_{0j} – содержание этих же фракций в идеальном липиде, г.

Коэффициент использования липидов (коэффициент биологической эффективности) может быть рассчитан по формуле

$$f_i = \frac{3C_{ik}}{\sum_{j=1}^{3} C_{ij}},$$

где f_i – коэффициент биологической эффективности липидов;

C_{ik} – скор по минимальному уровню любой из фракций (с учетом усвояемости);

C_{ij} – скор для липидов по каждой фракции.

Примем аксиомное положение об усвоении липидов по минимальному уровню любой из фракций (т. е. если $C_{i1} < C_{i2} < C_{i3}$), то все жирно-кислотные фракции усваиваются на уровне C_{i1}, а избыток каждой фракции, равный (C_{i2}–C_{i1}) и (C_{i3}–C_{i1}), депонируется в организме или поступает на его энергетические нужды. Следовательно, в расчётах будет использована величина C_{ik} – минимальная.

Для предложенного условного эталона $C_{ik} = C_{i1} = C_{i2} = C_{i3}$, а коэффициент биологической эффективности липидов f = 1.

Пример: рассчитать коэффициент биологической эффективности липидов жировой ткани свинины.

Расчет

1. В таблицах химического состава пищевых продуктов находим содержание фракции F_{02} = 33,34; F_{01} = 10,41; F_{03}= 38,7 в г на 100 г липидов жировой ткани. В таблицах содержание липидов приведено в г на 100 г продукта. Поэтому необходимо сделать пересчет в г на 100 г липидов.

F_{i1} 10,41 г ПНЖК содержится в 91,0 г липидов

X г ПНЖК содержится в 100 г липидов X = 11,44 г.

F_{i2} 33,34 г НЖК содержится в 91,0 г липидов

X г НЖК содержится в 100 г липидов X = 33,67 г.

F_{i3} 38,7 г олеиновой кислоты 91,0 г липидов

X г олеиновой кислоты 100 г липидов X = 42,53 г.

2. Рассчитаем скоры для фракций липидов:

$$C_{i1} = \frac{F_{i1}}{F_{01}} = \frac{11,44}{6,0} = 1,907,$$

$$C_{i2} = \frac{F_{i2}}{F_{02}} = \frac{36,67}{20} = 1,834,$$

$$C_{i3} = \frac{F_{i3}}{F_{03}} = \frac{42,53}{35,0} = 1,216.$$

3. В соответствии с положением об усвоении липидов по минимальному уровню любой из фракций рассчитываем коэффициент биологической эффективности липидов жировой ткани свинины:

$$f_i = \frac{3C_{ik}}{\sum_{j=1}^{3} C_{ij}}, \qquad k = 1 – 3.$$

Минимальный скор, исходя из расчетов, составил C_{13} = 1,216 для фракции F_{13}, тогда

$$F_3 = \frac{3C_{i3}}{C_{i1} + C_{i2} + C_{i3}} = \frac{3 \cdot 1,216}{4,957} = 0,735.$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет коэффициента эффективности липидов (на примере жировой ткани свинины)

Липиды и их фракции	Жировая ткань свинины, г на 100 г продукта	Жировая ткань свинины, г на 100 г липидов		Идеальный липид, г на 100 г липидов		Жировая ткань липидов (усвояемая часть) C_{ik}
		F_{ik}	C_{ik}	F_{ok}	C_{ok}	
Сумма липидов, %	91,00	100,0	-	100,0	-	-
Содержание НЖК	33,84	36,67	1,83	20,0	1,0	1,22
Содержание олеиновой кислоты	38,7	42,53	1,22	35,0	1,0	1,22
Содержание ПНЖК	10,42	11,44	1,91	6,0	1,0	1,22
Сумма скоров			4,96			3,65

Задание: рассчитать коэффициент биологической эффективности липидов продуктов согласно индивидуальному заданию. Расчеты свести в таблицу.

Контрольные вопросы к теме № 4

1. Какие вещества относятся к липидам?
2. Физиологическая роль липидов в организме человека.
3. Функции полиненасыщенных жирных кислот.
4. Что такое «идеальный», или «эталонный» липид по шкале ФЛО/ВОЗ?
5. Приведите определение «биологической эффективности» пищевых продуктов. Как влияет на этот показатель жирнокислотный состав жира, входящего в продукт?
6. Суточная норма потребления липидов человеком.
7. Каково оптимальное соотношение животных и растительных жиров в питании?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5.
Определение пищевой ценности пищевых продуктов

Цель работы: овладеть методикой расчета пищевой ценности продуктов на основании их химического состава.

Большинство пищевых продуктов обладает самыми разнообразными свойствами. В одних продуктах преобладают вещества с пластическими свойствами, в других – вещества, снабжающие организм энергией, в третьих – биологически активные вещества (витамины, микроэлементы и др.). Животные продукты поставляют полноценные белки, представляющие сбалансированный комплекс незаменимых аминокислот. Растительные масла служат источником высокоактивных полиненасыщенных жирных кислот. Овощи, фрукты и ягоды обеспечивают поступление витаминов, минеральных веществ и т. д.

Показателем, интегрально отражающим всю полноту полезных свойств пищевых продуктов, является пищевая ценность.

Пищевая ценность – показатель качества, отражающий совокупность свойств пищевого продукта, при наличии которых удовлетворяются физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии.

Пищевая ценность продукта – это общее понятие, включающее всю полноту полезных качеств продукта, включая его химический состав, биологическую и энергетическую ценность и органолептические свойства.

Критерии пищевой ценности продукта

1. **Энергетическая ценность продукта** показывает, сколько ккал выделяется при окислении 100 г продукта.

2. **Биологическая ценность продукта** оценивает наличие в продукте полноценных белков, незаменимых аминокислот, сбалансированность аминокислотного состава.

3. **Биологическая эффективность** – отражает сбалансированность жирно-кислотного состава продукта, наличие полиненасыщенных жирных кислот.

4. **Безопасность пищевых продуктов** – состояние обоснованной уверенности в том, что при обычных условиях использования пищевые продукты не являются вредными по содержанию потенциально опасных веществ или микроорганизмов и не представляют опасности для здоровья нынешнего и будущих поколений.

Для определения пищевой ценности продуктов питания А.А. Покровский предложил метод интегрального скора. Этот показатель выражается в массовых и энергетических единицах и обозначается термином «**формула пищевой ценности продукта**». Он рассчитывается определением процента соответствия каждого из наиболее важных компонентов пищевых продуктов по формуле сбалансированного питания.

Формулой сбалансированного питания называется суточная потребность человека в разных элементах пищи. Основные данные научно обоснованной формулы приведены в таблице 6.

Для определения пищевой ценности конкретного продукта следует:

1. Определить химический состав продукта по таблицам химического состава.

2. Рассчитать энергетическую ценность продукта.

3. Определить биологическую ценность белков пищевого продукта, путем расчета аминокислотного скора и выявить первую лимитирующую аминокислоту.

4. Определить биологическую эффективность липидов продукта путем расчета коэффициента биологической эффективности.

5. Рассчитать степень удовлетворения суточной потребности в основных пищевых веществах и энергии за счёт потребления 100 г продукта и выразить в процентах.

Пищевой продукт считается источником того или иного нутриента, если его средняя суточная доза потребления покрывает потребность в данном нутриенте на 20–50 % от рекомендуемой среднесуточной дозы.

Пример:

Пищевая ценность молока 3,2 %-й жирности

Энергетическая ценность молока 3,2 %-й жирности – 58 ккал на 100 г продукта. Она складывается из энергетической ценности белков, жиров, углеводов, органических кислот. Кроме того, в химический состав молока входят витамины и минеральные вещества.

Молоко является белковым продуктом, обладающим высокой биологической ценностью. Содержание белка в продукте 2,9 %.

В состав белка молока входят все незаменимые аминокислоты. Лимитирующих аминокислот нет, за исключением небольшого количества серосодержащих аминокислот за счет цистина (АК, скор равен 94 %).

Белок молока легко переваривается и усваивается на 97 %.

Содержание жира в данном продукте 3,2 %.

Липидный комплекс молока представлен ТАГ, замещенными насыщенными жирными кислотами (НЖК) (пальмитиновой, стеариновой и миристиновой), небольшим количеством МНЖК (в основном олеиновой) и следовым количеством ПНЖК. Кроме того, в молочном жире содержатся фосфолипиды и очень небольшое количество стеринов (холестерин 0,01 %).

Коэффициент биологической эффективности молока – 0,41.

Молочный жир относится к наиболее полноценным усваивается на 95 %.

Из углеводов в молоке в небольшом количестве содержится дисахарид – лактоза (4,8 %). Лактоза в молоке содержится в β- (62 %) и α- (38 %) формах.

Основная органическая кислота молока – лимонная. Молоко обладает большим спектром витаминов. Оно является источником витаминов группы В (особенно B_2 и B_{12}) и жирорастворимых А и Д. Витамин С в молоке практически отсутствует.

Таблица 6 – Суточная потребность человека в пищевых веществах (формула сбалансированного питания)

Энергетическая ценность рациона – 2850 ккал.

Пищевые вещества	Суточная потребность
1	2
Вода, мл	1750–2200
Питьевая, в т.ч.:	800–1000
в чае, кофе и др.	250–500
в продуктах питания	700
Белки, г	80–100
Из них: животные	50
Незаменимые аминокислоты, г:	
триптофан	1
лейцин	4–6
изолейцин	3–4
валин	3–4
треонин	2–3
лизин	3–6
метионин	2–4
фенилаланин	2–4
Заменимые аминокислоты, г:	
гистидин	1,5–2,0
аргинин	5–6
серин	3
цистин	2–3
тирозин	3–4

Продолжение табл. 6

1	2
аланин	3
глутаминовая кислота	16
аспарагиновая кислота	6
пролин	5
глицин	3
Углеводы, г:	300–500
крахмал	350–400
моносахариды и дисахариды	50–100
органические кислоты	2
Клетчатка, пектин, г	25
Жиры, г	60–80
растительные	20–30
Полиненасыщенные жирные кислоты	6–8[x]
Холестерин	0,3–0,6
Фосфолипиды	5
Минеральные вещества, мг:	
кальций	800–1000
фосфор	1500–1000
натрий	4000–6000
калий	2500–5000
хлориды	5000–7000
магний	400–450
железо	10–18
цинк	10–15

Окончание табл. 6

1	2
марганец	5–10
хром	0,20–0,25
медь	2
кобальт	0,1–0,2
молибден	0,5
селен	0,5
фториды	0,5–1,0
иодиды	0,1–0,2
Витамины, мг:	
ниацин (PP)	15–25
аскорбиновая кислота(С)	70–80
тиамин (B_1)	1,1–2,0
рибофлавин (B_2)	2,0–2,5
пантотеновая кислота (B_3)	5–10
пиридоксин (B_6)	1,8–2,0
цианкобламин (B_{12})	0,002–0,005
биотин (Н)	0,15–0,30
холина хлорид	500–1000
рутин (Р)	25
фолацин (фолиевая кислота)	0,2–0,4
витамин Д	0,0025–0,01
ретинол	1,5–2,5
витамин А (различные формы)	0,8–1,0
токоферолы	8–10
витамин К (различные формы)	0,2–3,0
инозит	0,5–1,0

Минеральные вещества находятся в виде солей фосфорной и лимонной кислот. Следует отметить высокое содержание калия (146 мг %), кальция (до 120 мг %), фосфора (до 90 мг %), из микроэлементов – цинка (до 0,5 мг %), железа (67 мкг %).

Минеральные вещества молока находятся в биодоступной форме.

Таким образом, молоко – это один из немногих пищевых продуктов с высокой пищевой ценностью. Является источником пластического материала (белков, жиров) при относительно небольшой калорийности.

Задание: определить пищевую ценность продуктов растительного и животного происхождения в соответствии с заданием. Результаты расчетов свести в таблицу 7. Сделать выводы.

Таблица 7 – Формула пищевой ценности продуктов

Показатель	Содержание в 100 г продукта		Суточная потребность	Степень удовлетворения суточной потребности, %	
	Продукт животного происхождения	Продукт растительного происхождения		Продукт животного происхождения	Продукт растительного происхождения
1	2	3	4	5	6
Вода, г					
Белки, г					
Жиры, г					
Холестерин					
Фосфолипиды					
Углеводы усвояемые В т. ч.:					
крахмал и декстрины, г					
моно- и дисахариды, г					

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6
Углеводы неусвояемые (пищевые волокна, пектин), г					
Минеральные вещества, г					
кальций					
фосфор					
натрий					
калий					
хлориды					
магний					
железо					
цинк					
марганец					
хром					
медь					
кобальт					
молибден					
селен					
фториды					
иодиды					
Витамины, мг					
Аскорбиновая кислота (С)					
Тиамин (B_1)					
Рибофлавин (В2)					
Ниацин (РР)					
Пантотеновая кислота(Вз)					
Пиридоксин (B_6)					

Окончание табл. 7

1	2	3	4	5	6
Биотин (Н)					
Холина хлорид					
Рутин (Р)					
Фолиевая кислота					
Витамин Д					
Ретинол					
Витамин А (различные формы)					
Токоферолы (Е)					
Витамин К (различные формы)					
Биологическая ценность (аминокислотный скор, лимитирующая аминокислота)					
Коэффициент биологической эффективности					
Энергетическая ценность, ккал					

Контрольные вопросы к теме № 5

1. Понятие пищевой ценности продуктов питания.
2. Отдельные критерии, характеризующие пищевую ценность.
3. Отличия в пищевой ценности продуктов животного и растительного происхождения.
4. Особенности пищевой ценности:

а) хлеба и хлебобулочных изделий;
б) макаронных изделий;
в) сахара, кондитерских изделий и шоколада;
г) масел и жиров;
д) молочных продуктов;
е) мясных продуктов;
ж) рыбы и рыбных продуктов;
з) птицы и яиц;
и) овощей и фруктов.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Контрольные вопросы к семинарскому занятию «Белки пищевого сырья»

1. Химическая природа белков, их важнейшие функции.

2. Пищевая ценность белков. Полноценные и неполноценные белки. Биологическая ценность белков. Аминокислотный скор. Сбалансированность аминокислотного состава белков пищи.

3. Проблема белкового дефицита – глобальная проблема человечества. Последствия белково-калорийной недостаточности в питании.

4. Эффективность усвоения человеком растительного и животного белка. Пути повышения биологической ценности растительных белков.

5. Новые продукты питания на основе белковых фракций.

6. Значение тирозина и продуктов его окисления для организма человека. Значение других аминокислот.

7. Пептиды. Их химическая природа. Пептиды – регуляторы поведения. Токсичные пептиды. Вкусовые пептиды и их характеристика.

8. Глютатион. Его функции в обмене веществ. Роль глютатиона в пищевых технологиях.

9. Функции запасных белков злаковых культур. Глиадин и глютенин.

10. Клейковина – гидратированный белковый комплекс, ее характерные особенности и показатели качества. Количество и качество клейковины и их роль в формировании хлебопекарных достоинств зерна пшеницы.

11. Питательная ценность белков бобовых культур. Лектины – специфические белки бобовых культур.

12. Основные источники полноценного белка в питании человека. Показатели качества животного белка.

13. Ингибиторы ферментов белковой природы. Их функции и влияние на пищевую ценность растительных продуктов.

14. Влияние окислительных процессов на качество биологического сырья. Роль тирозиназы при переработке пищевого сырья.

15. Физиологические функции липоксигеназы и ее роль в хранении и переработке сырья.

16. Гидролитические процессы в живой и разрушенной клетке. Роль липазы при хранении сырья и пищевых продуктов.

17. Ферменты амилолитического комплекса. Этапы и интенсивность гидролиза крахмала. Регуляция скорости расщепления крахмала. Роль протеолитических ферментов и белковых ингибиторов амилаз в этом процессе.

18. Типы протеолитических ферментов. Влияние нейтральных протеаз пшеницы на качество клейковины, их роль в процессе хлебопечения.

19. Качественные и количественные методы определения белка. Основные этапы выделения белков.

20. Методы разделения и очистки белков. Гель-хроматография. Электрофорез. Изоэлектрическое фокусирование. Определение однородности белков.

Контрольные вопросы к семинарскому занятию
«Углеводы и липиды пищевого сырья»

1. Углеводы. Их физиологическое значение.
2. Гидролиз крахмала и его значение в пищевой промышленности.
3. Гидролиз сахарозы, технологическое значение сахарозы.

4. Технологическое значение некрахмалистых полисахаридов (целлюлозы, гемицеллюлозы, пектиновых веществ). Их ферментативный гидролиз.

5. Реакции дегидротации и термической деградации углеводов.

6. Карамелизация углеводов, значения процесса в пищевой промышленности.

7. Меланоидинобразование, физиологическое и технологическое значение процесса.

8. Брожение углеводов, применение процесса в пищевой промышленности.

9. Гидрофильность углеводов.

10. Технологические функции крахмала. Модифицированные крахмалы.

11. Основные продукты – источники липидов в питании. Роль липидов в питании.

12. Физиологическое значение и пищевые источники холестерина.

13. Пищевая ценность липидов.

14. Биологическая эффективность пищевых продуктов.

15. Физиологическое значение ПНЖК.

16. Взаимодействие липидов с другими компонентами сырья и пищевых продуктов.

17. Гидролиз триацилглицеридов, значение процесса в пищевой промышленности.

18. Переэтерификация липидов, применение в промышленности.

19. Гидрирование триацилглицеридов, применение в пищевой промышленности.

20. Ферментативное окисление липидов при участии ферментов липазы и липоксогеназы. Прогоркание жиров.

21. Углеводы и липиды молока и молочных продуктов.

22. Углеводы и липиды мяса и мясопродуктов.

23. Углеводы и липиды рыбы.

24. Углеводы и липиды злаков.

25. Пищевая ценность растительных масел.

26. Углеводы и липиды овощей.

27. Углеводы и липиды картофеля.

28. Углеводы и липиды ягод и фруктов.
29. Углеводы и липиды яиц.
30. Углеводы и липиды мучных и кондитерских изделий.

Индивидуальное задание по теме «Витамины и минеральные вещества пищевого сырья»

Заполните таблицу.

Химическое соединение	Суточная потребность	Биологическая роль	Основные источники	Влияние хранения и обработки сырья. Факторы, влияющие на биодоступность
А, Д, Е, К, F, B_1, B_2, B_3, PP, B_6, B_{12}, С, Р		Причины и внешние признаки заболеваний при недостатке нутриента		
K, Na, Ca, Mg, P, CL, S,Fe, Cu, Zn, Mn, I, F, Se				

Анализ пищевой ценности продуктов

Дать анализ пищевой ценности основных видов пищевого сырья и продуктов их переработки. Работу оформить в отдельных тетрадях по каждому виду пищевого сырья. В виде ксерокопий допускаются таблицы содержания нутриентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Нечаев, А.П.* Пищевая химия / А.П. Нечаев [и др.]. – СПб.: Гиорд, 2004. – 640 с.

2. *Скурихин, И.М.* Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.

3. Химический состав пищевых продуктов / под ред. *И.М. Скурихина, М.Н Волгарева*. Кн. 1. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.

4. Химический состав пищевых продуктов / под ред. *И.М. Скурихина, М.Н Волгарева.* Кн. 2. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. – М: Агропромиздат, 1987. – 360 с.

5. *Гамаюрова, В.С.* Пищевая химия: лабораторный практикум / *В.С. Гамаюрова, Л.Э. Ржецицкая*. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 136 с.

6. *Величко, Н.А*. Пищевая химия: учеб. пособие / *Н.А. Величко, Е.В. Шанина*. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2010. – 204 с.

7. *Шанина, Е.В*. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочное пособие / Е.В. Шанина. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2010. – 80 с.

ПИЩЕВАЯ ХИМИЯ

Методические указания к практическим занятиям

Составители:
Н.А. Величко
Е.В. Шанина

Редактор Н.В. Красовская

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.
Подписано в печать 07.04.2011. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.
Печать – ризограф. Усл. печ. л. Тираж 110 экз. Заказ №
Издательство Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117