

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»**

О. Я. Мезенова

**ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ
И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА О ПИТАНИИ**

Учебно-методическое пособие по лабораторным работам
для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
19.04.01- Биотехнология (профиль «Пищевая биотехнология»)

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2018

УДК 613.2

Рецензент
заведующая кафедрой «Технология продуктов питания»
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет», профессор, доктор технических наук
С. Н. Максимова

Мезенова, О. Я.

Физиология пищеварения и современная наука о питании. – ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – 117 с.

В учебно-методическом пособии представлены материалы по организации и проведению лабораторных работ по дисциплине «Физиология пищеварения и современная наука о питании». Основные темы лабораторного практикума направлены на оценку вегетативного тонуса показателей гомеостаза организма интегративным методом, изучение процесса расщепления крахмала ферментами слюны, исследование ферментативных свойств желудочного сока, оценку значимости механического измельчения пищи и пищеварительных соков для процесса переваривания пищи, оценку кислотности и основности пищевых продуктов рационов питания, проектирование белковой продукции повышенной аминокислотной сбалансированности, подбор источников жиров для обеспечения жирнокислотной сбалансированности рациона, определение гликемических индексов продуктов питания для подбора диетического питания. Все лабораторные работы имеют цель, задания, методические указания по выполнению заданий, контрольные вопросы. Список литературы дополняет материал методических указаний.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов магистратуры направления подготовки 19.04.01 – Биотехнология (профиль «Пищевая биотехнология»). Оно будет также полезно студентам других направлений и специальностей, имеющих отношение к пищевой промышленности, биотехнологии и сфере питания.

Учебное пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ» 16.02.2018 г., протокол № 6.

Учебное пособие рекомендовано к изданию на заседании методической комиссии механико-технологического факультета ФГБОУ ВР «КГТУ» 21.02.2018 г., протокол № 5.

УДК 378 (079.2)
351/354(075.8)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2018 г.
© Мезенова О. Я., 2018 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| Лабораторная работа № 1 Оценка вегетативного тонуса показателей гомеостаза организма интегративным методом и подбор в питании соответствующих биологически активных веществ | 4 |
| Лабораторная работа № 2 Изучение процесса расщепления крахмала ферментами слюны | 23 |
| Лабораторная работа № 3 Изучение ферментативных свойств желудочного сока | 33 |
| Лабораторная работа № 4 Оценка значимости механического измельчения пищи и пищеварительных соков для процесса переваривания пищи | 47 |
| Лабораторная работа № 5 Оценка кислотности и основности пищевых продуктов рационов питания и их подбор для лечебно-профилактического питания | 59 |
| Лабораторная работа № 6 Проектирование белковой продукции повышенной аминокислотной сбалансированности | 69 |
| Лабораторная работа № 7 Подбор пищевых продуктов лечебно-диетического питания | 86 |
| Лабораторная работа № 8 Определение гликемических индексов продуктов питания и подбор рационов для диетического питания..... | 107 |

Лабораторная работа № 1

Оценка вегетативного тонуса показателей гомеостаза организма интегративным методом и подбор в питании соответствующих биологически активных веществ (БАВ)

1.1 Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков интегративного подхода по оценке вегетативного тонуса организма

1.2 Задачи:

- закрепление знаний по особенностям вегетативной нервной системы;
- приобретение умений по оценке вегетативного тонуса организма через определение интегративных показателей гомеостаза;
- приобретение навыков по подбору биологически активных веществ (БАВ) для повышения сбалансированности функций симпатического и парасимпатического отделов вегетативного тонуса организма.

1.2 Теоретическая часть

1.3.1 Вегетативная нервная система –

это периферическая часть нервной системы организма, которая регулирует деятельность внутренних органов, желез внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов, дыхательные процессы. Играет ведущую роль в поддержании постоянства химического состава внутренней среды организма и в приспособительных реакциях всех позвоночных. Все виды деятельности вегетативной нервной системы находятся под контролем коры головного мозга и вместе с тем влияют на ее функции.

Различают *симпатический* и *парасимпатический* отделы вегетативной системы. Влияние этих двух отделов на функции внутренних органов противоположно; вместе с тем они выступают в роли синергистов, т. е. усиливают влияние друг друга. *Симпатические* нервы ускоряют сердечные сокращения, *парасимпатические* – замедляют их. Антагонистично и их влияние на пищевари-

тельную систему: симпатические нервы тормозят ее деятельность, а парасимпатические – усиливают.

В *парасимпатической* части вегетативной нервной системы различают *центральный* и *периферический* отделы. *Центральный* отдел представлен скоплением нервных клеток, расположенных в различных частях головного и спинного мозга. *Периферический* отдел состоит из волокон, входящих в состав черепно-мозговых нервов, и периферических нервных узлов, расположенных или вблизи органов, или в их стенках. Медиатором, участвующим в передаче нервных импульсов в этой системе, является *ацетилхолин*.

Симпатическая нервная система также состоит из двух отделов. *Центральный* отдел представлен группой нервных клеток, расположенных в сером веществе спинного мозга на уровне восьмого шейного и второго-третьего поясничного сегментов. *Периферический* отдел представлен скоплением нервных клеток (узлов), нервов и их сплетений, расположенных вне или внутри органов. Медиатором этой системы является *норадреналин*.

Основным принципом деятельности нервной системы является смена возбуждения и торможения. Эти процессы взаимосвязаны и взаимообусловлены. Под действием нервных импульсов, поступающих из органов и тканей в нейроны коры головного мозга, последние переходят в активное состояние – состояние *возбуждения*. Затем происходит его распространение (иррадиация) на близлежащие участки коры. По мере распространения возбуждение постепенно затухает и угасает на периферии. По периферии возбужденного очага индуцируется противоположный процесс – *торможение*. Чем сильнее возникшее возбуждение, тем сильнее торможение. Оно как бы оттесняет возбуждение с периферии к центру, в результате чего происходит концентрация возбуждения в том участке коры, в который адресовано действие раздражителя. Такими раздражителями могут быть как непосредственные воздействия на органы чувств, так и слова, их обозначающие.

Анатомическое изображение и функционирование вегетативной нервной системы через *симпатический* и *парасимпатический* отделы представлено на

рис. 1.1. Симпатические и парасимпатические центры находятся под контролем коры больших полушарий и гипоталамических центров. Симпатическая нервная система усиливает обмен веществ, повышает возбудимость большинства тканей, мобилизует силы организма на активную деятельность; парасимпатическая – способствует восстановлению израсходованных запасов энергии, регулирует работу организма во время сна.

Симпатические ядра расположены в спинном мозге. Отходящие от него нервные волокна заканчиваются за пределами спинного мозга в симпатических узлах, от которых берут начало нервные волокна. Эти волокна подходят ко всем органам.

Парасимпатические ядра лежат в среднем и продолговатом мозге и в крестцовой части спинного мозга. Нервные волокна от ядер продолговатого мозга входят в состав блуждающих нервов. От ядер крестцовой части нервные волокна идут к кишечнику, органам выделения.

В *симпатическом и парасимпатическом* отделах имеются центральная и периферическая части. Центральную часть образуют тела нейронов, лежащих в спинном и головном мозге. Эти скопления нервных клеток получили название вегетативных ядер. Отходящие от ядер волокна, вегетативные ганглии, лежащие за пределами центральной нервной системы, и нервные сплетения в стенках внутренних органов образуют периферическую часть вегетативной нервной системы.

В вегетативной нервной системе, кроме названных симпатического и парасимпатического отделов, имеется *метасимпатический* отдел, который представлен нервными сплетениями и мелкими ганглиями в стенках пищеварительного тракта, мочевого пузыря, сердца и некоторых других органов.

Деятельность вегетативной нервной системы не зависит от воли человека. Это означает, что в обычных условиях человек не может волевым усилием заставить сердце биться реже или мышцы желудка не сокращаться.

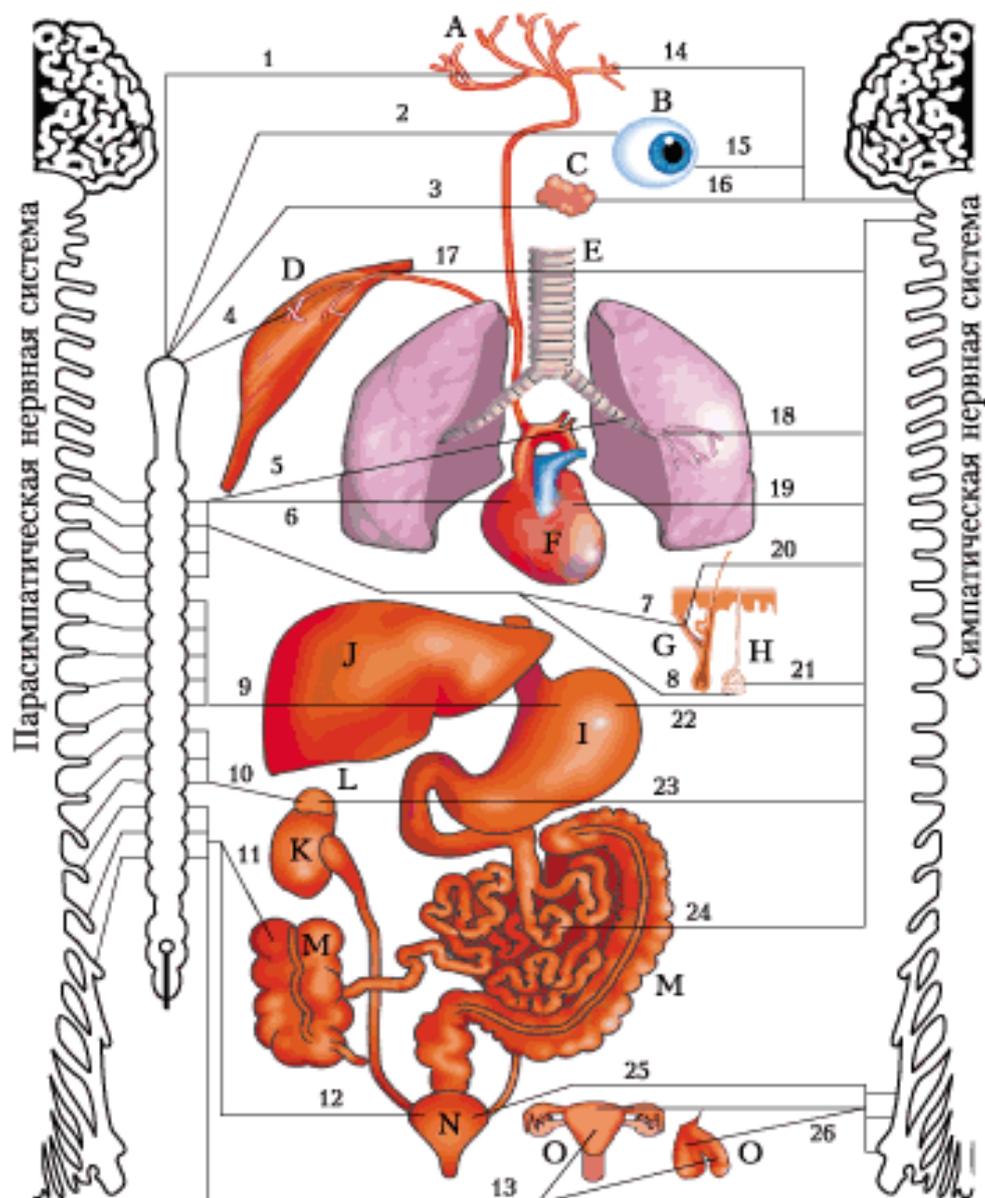


Рисунок 1.1 – Симпатический и парасимпатический отделы

автономной нервной системы и их функции:

парасимпатическая нервная система: 1, 2, 4, 5 – сужение; 3 – усиление секреции;

6 – замедление; 7, 13 – расслабление; 8 – уменьшение; 9, 11 – усиление моторики;

10 – уменьшение секреции; 12 – сокращение;

симпатическая нервная система: 14, 15, 17, 18 – расширение; 16 – снижение секреции;

19 – ускорение и усиление сокращения; 20 – сокращение; 21 – усиление; 22, 24 – ослабление

моторики; 23 – усиление секреции; 25 – расслабление; 26 – возбуждение;

A – сосуды головного мозга; B – зрачок; C – слюнные железы; D – периферийные сосуды;

E – бронхи; F – сердце; G – мышца, поднимающая волос; H – потовыделение; I – желудок;

J – печень; K – почка; L – надпочечник; M – кишечник; N – мочевой пузырь; O – половые

органы

Симпатическая нервная система активизируется при стрессовых реакциях. Для неё характерно генерализованное влияние, при этом симпатические волокна иннервируют подавляющее большинство органов.

Парасимпатическая стимуляция одних органов оказывает тормозное действие, а других – возбуждающее. В большинстве случаев действие парасимпатической и симпатической систем противоположно.

Основное влияние симпатического отдела:

- на сердце – повышает частоту и силу сокращений сердца;
- на артерии – расширяет артерии;
- на кишечник – угнетает перистальтику кишечника и выработку пищеварительных ферментов;
- на слюнные железы – угнетает слюноотделение;
- на мочевой пузырь – расслабляет мочевой пузырь;
- на бронхи и дыхание – расширяет бронхи и бронхиолы, усиливает вентиляцию лёгких;
- на зрачок – расширяет зрачки.

Основное влияние парасимпатического отдела:

- на сердце – уменьшает частоту и силу сокращений сердца;
- на артерии – не влияет в большинстве органов, вызывает расширение артерий половых органов и мозга, сужение коронарных артерий и артерий лёгких;
- на кишечник – усиливает перистальтику кишечника и стимулирует выработку пищеварительных ферментов;
- на слюнные железы – стимулирует слюноотделение;
- на мочевой пузырь – сокращает мочевой пузырь;
- на бронхи и дыхание – сужает бронхи и бронхиолы, уменьшает вентиляцию лёгких;
- на зрачок – сужает зрачки.

Функционирование вегетативной нервной системы для поддержания гомеостаза можно иллюстрировать схемой (рис. 1.2) и следующим примером.

Пример: Представьте себе прогулку по холмистой местности. Пока дорога проходит по ее равнинной части, и вы идете не спеша, дыхание ровно и сердце бьется спокойно. При этом каждая клетка организма всегда помнит генетически запрограммированный оптимальный режим своего функционирования и далее стремится поддерживать его как эталонный. Затем дорога пошла в гору и тут ваше тело стало выполнять дополнительную работу по преодолению силы земного притяжения. При этом всем участвующим в ней клеткам организма потребовалась дополнительная энергия, поступающая за счет увеличения скорости сгорания энергоемких веществ, которые клетка получает из крови. В момент, когда клетка стала сжигать больше этих веществ, чем приносит кровь при данной скорости кровотока, она сообщает вегетативной нервной системе о нарушении своего постоянного состава и отклонении от эталонного энергетического состояния. Центральные отделы вегетативной нервной системы при этом формируют управляющее воздействие, приводящее к комплексу изменений для восстановления энергетического голодания: учащению дыхания и сокращений сердца, ускорению распада белков, жиров и углеводов и т. д. (рис. 1.2).

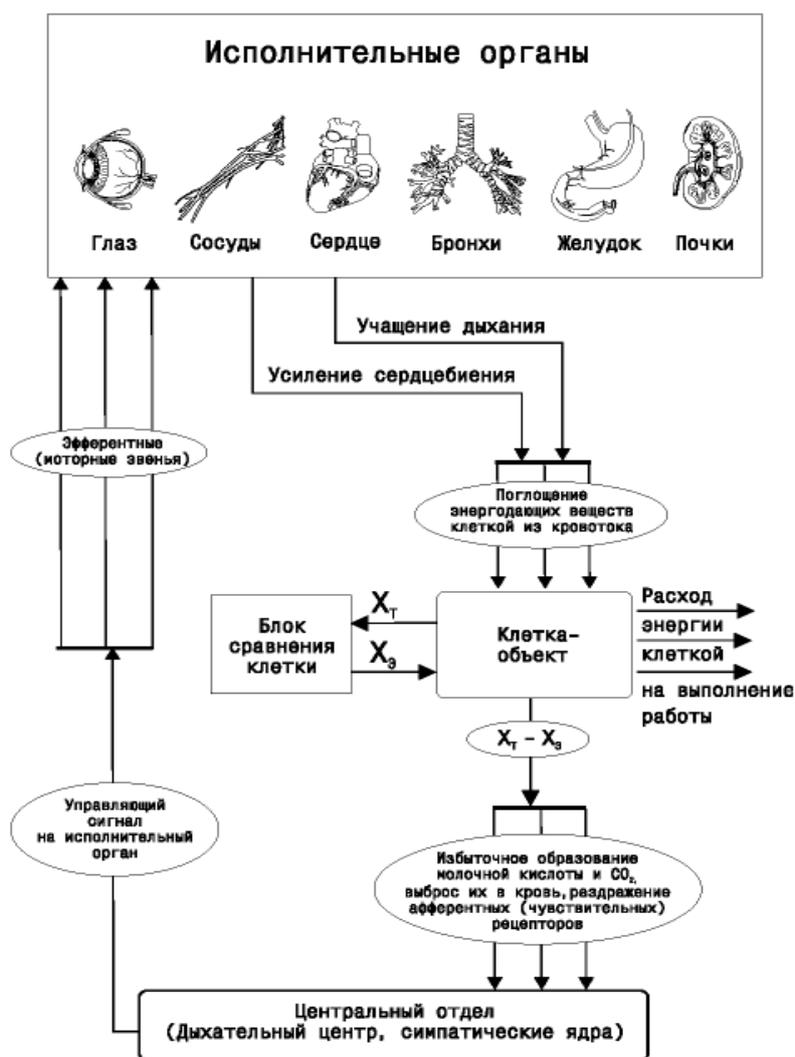


Рисунок 1.2 – Функциональная модель вегетативной нервной системы

1.3.2 Вегетативный тонус и интегративные показатели

Вегетативным тонусом называется стабильное состояние показателей гомеостаза в условиях относительного покоя.

Регуляция тонуса осуществляется надсегментарными вегетативными центрами. О соотношении активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы и в целом о вегетативном тонусе можно судить по комплексу *интегративных показателей*.

Интегративным показателем являются характеристики морфо-функциональной системы организма: для сердечно-сосудистой системы ими являются частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД, мм.рт.ст.) АД по моду (Мо); для системы дыхания – частота дыхания (ЧД), глубина дыхания (ГД), минутный объем дыхания (МОД), жизненная емкость легких (ЖЕЛ) и т. д. Интегративные показатели могут быть простыми и комбинированными (расчетными на основе простых показателей).

1.3.3 БАВы для компенсации негативных эффектов при профилактике нарушений вегетативной системы человека

Вегетативная (автономная) нервная система управляет нашими органами независимо от сознания. *Ацетилхолин и норадреналин* – основные посредники этой системы и их эффекты. Некоторые БАВы и БАДы могут стимулировать те или иные эффекты вегетативного тонуса. Но наиболее эффективны лекарства, имитирующие или блокирующие действие посредников вегетативной нервной системы, которые назначает исключительно врач.

Вегетативная нервная система очень чувствительна к *эмоциональному воздействию*. Печаль, гнев, тревога, страх, апатия, половое возбуждение – эти чувства вызывают изменения функций органов, находящихся под контролем вегетативной нервной системы. Например, внезапный испуг заставляет сильнее биться сердце, дыхание становится более частым и глубоким, в кровь из печени выбрасывается глюкоза, прекращается выделение пищеварительного сока, появляется сухость во рту. Организм готовится к быстрой реакции на опасность и, если требуется, к самозащите.

Длительное и сильное эмоциональное напряжение и возбуждение могут привести к *тяжелым заболеваниям*. К ним относятся гипертензия, коронарная болезнь сердца, язвенная болезнь желудка и многие другие.

Нарушение вегетативной системы принято разделять на *симпатические* и *парасимпатические* синдромы, в зависимости от преобладающих нарушений в той или иной части вегетативной системы организма.

К *симпатическим* относятся, например, симпатoadреналовые кризы. Характеризуются они неприятным ощущением в области грудной клетки и головы, сердцебиением, подъемом артериального давления, расширением зрачков глаз. Часто появляется ощущение страха и непонятной тревоги. Завершается приступ обильным мочеиспусканием светлой мочой.

Парасимпатические кризы проявляются симптомами, во многом обратными симпатическим проявлениям. Парасимпатические кризы характеризуются головокружением, тошнотой, снижением артериального давления, иногда появлением нарушения ритма сердца в виде экстрасистол и замедления сокращений; характерно ощущение затрудненности дыхания, чувство нехватки воздуха; возможно появление желудочно-кишечных расстройств в виде вспучивания, позывов на дефекацию.

Чаще же вегетативные кризы носят *смешанный симпато-парасимпатический характер*, когда признаки активации обеих частей вегетативной системы возникают одновременно или следуют один за другим.

Некоторую нормализацию метаболизма в организме возможно провести путем стимулирования регуляции вегетативного тонуса (через головной мозг), используя следующие *биологически активные вещества* (БАВы) или их композиции – *биологически активные добавки* (БАДы) к пище:

Фосфатидилсерин стимулирует синтез ацетилхолина, снижение выработки которого – одно из закономерных явлений при болезни Альцгеймера и других видах старческого слабоумия. Защите нервных клеток способствуют и такие свойства этого вещества, как подавление разрушения клеток головного мозга макрофагами и поддержание оптимального числа мозговых рецепторов.

Кроме того, фосфатидилсерин способствует активизации метаболизма глюкозы в головном мозге, повышая устойчивость нейронов к ишемическому поражению. Основные эффекты фосфатидилсерина проявляются через 2-4 мес. применения; к ним относятся улучшение долговременной и кратковременной памяти, нормализация эмоциональных и поведенческих реакций, частичное восстановление мыслительных навыков.

Фосфатидилхолин (лецитин), как и *фосфатидилсерин*, является одним из основных структурных компонентов клеточных мембран, в том числе нейронов головного мозга. Он способствует функциональной стабильности клеточных оболочек, что вызывает предотвращение возрастных дегенеративных изменений. Лецитин обладает еще одним важным свойством: являясь источником холина, он обеспечивает повышение концентрации в головном мозге ацетилхолина, от активности которого зависят очень многие процессы в ЦНС, включая память. Холин считается необходимым и для нормального развития нервной системы плода в период внутриутробного развития.

Ацетилкарнитин более активно, чем L-карнитин, проникает через гематоэнцефалический барьер и в большей степени усваивается нервными клетками, вследствие чего способствует обеспечению нейронов большим количеством энергии, повышает их устойчивость к гипоксии и ишемии, в том числе при постинсультных изменениях. По данным исследований, ацетилкарнитин замедляет прогрессирование симптомов старческого слабоумия, а также корректирует возрастные нарушения памяти при других видах энцефалопатии.

Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) обладают способностью избирательно накапливаться в синаптических мембранах, что придает им особые биофизические свойства, позволяющие осуществлять взаимодействие нервных клеток. Кроме того, метаболиты омега-3 ПНЖК обладают выраженным противовоспалительным действием и отчетливыми сосудистыми эффектами (сосудорасширяющим, антитромботическим, антиатерогенным). Исследования показывают, что регулярное употребление в пищу омега-3 ПНЖК способствует достоверному снижению риска ишемического инсульта и

нарушений высшей нервной деятельности, связанных с хроническим нарушением мозгового кровообращения.

Витамин E, как наиболее активный жирорастворимый антиоксидант, играет большую роль в защите липидов нервной ткани от перекисного окисления (по содержанию липидов нервная ткань превосходит все другие ткани организма). Витамин E полезен при любых неврологических нарушениях, особенно обусловленных воспалительными процессами, а также при мозжечковой дисфункции, атаксии, периферической нейропатии, профилактике возрастных изменений в ЦНС.

Витамины B₁, B₂, B₃ участвуют в энергообеспечении нервной ткани. При их недостатке нарушаются процессы тканевого дыхания, наиболее интенсивно протекающие в рецепторном аппарате нервной системы. Подобный дефицит может сопровождаться любой неврологической симптоматикой, начиная от парестезий до дисфункций органов и даже параличей. Кроме того, витамин B₃ способствует расширению сосудов, и поэтому часто включается в состав БАД, предназначенных для улучшения кровоснабжения мозга.

1.4 Задание по лабораторной работе

1. Оценить вегетативный тонус своего организма, используя табл. 1.1, 1.2 и 1.3, в которые вносятся данные объективного обследования своего организма; методические рекомендации по лабораторной работе даны в разд. 1.3.
2. При работе с табл. 1.1 провести анализ активности симпатических и парасимпатических влияний на различные системы; преобладание одного из этих влияний отмечается знаком (+) или (-).
3. Оценить результат по табл. 1.1, вычислив сумму баллов симпатических или парасимпатических симптомов. Если возникает затруднение оценки реакции в баллах, в графе «оценка в баллах» ставится прочерк (-), в общую сумму баллов данный показатель не включается.

4. Посчитать общую сумму баллов парасимпатических (П) и симпатических (С) реакций (П+С) в табл. 1.1, принять ее за 100 % и выразить в процентах сумму баллов «П» (парасимпатических реакций) и «С» (симпатических реакций). Сделать предварительный вывод о преобладании тех или иных реакций в организме.
5. Оценить вегетативный тонус организма по индексу Кредо (ВИК) расчетным методом (нормотония, симпатикотония, ваготония), используя интегративные показатели оценки морфо-функциональной системы организма, характерные для сердечно-сосудистой системы (разд. 1.3.2).
6. Оценить вегетативную реактивность человека по экстракардинальным рефлексам (глазосердечный рефлекс Даньини – Ашнера; шейный вегетативный (синокаротидный) рефлекс – проба Чермака; солярный рефлекс; шейный вегетативный (синокаротидный) рефлекс – проба Чермака), используя данные разд. 1.3.3. Заполнить интегративными показателями табл. 1.2.
7. Проанализировать вегетативную реактивность организма методом холодной пробы (разд. 1.3.4). Заполнить полученными в динамике интегративными показателями табл. 1.3.
8. Сделать вывод о преобладании активности парасимпатической или симпатической систем организма по всем определенным интегративным показателям.
9. Подобрать для себя биологически активные вещества (БАВы), которые соответствуют преобладающему вегетативному тону в организме человека, исходя из объективной оценки дефицита или преобладания в организме тонизирующих или успокаивающих, а также нежелательных реакций, которые вызваны особенностями вегетативного тону (разд. 1.2.2).

1.5 Методические указания по выполнению лабораторной работы

1.5.1 Оценка вегетативного тонуса интегративным методом путем анкетирования

Для оценки вегетативного тонуса интегративным методом используется табл. 1.1, в которую вносятся данные опроса и объективного обследования испытуемого. При работе с таблицей проводится анализ активности симпатических и парасимпатических влияний на различные системы; преобладание одного из этих влияний отмечается знаком (+) или (-) в графах 6 и 7.

Таблица 1.1 – Таблица оценки вегетативного тонуса организма по сумме интегративных показателей

| № п/п | Симптомы и показатели | Симпатические реакции | Парасимпатические реакции | Оценка в баллах | Преобладание реакций | |
|--------------------------|------------------------|--|--|-----------------|----------------------|-------------------|
| | | | | | симпатические | парасимпатические |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. Кожа | | | | | | |
| 1 | Окраска | Бледная | Склонность к покраснению | 2,4 | | |
| 2 | Сосудистый рисунок | Не выражен | Усилен, цианоз конечностей | 2,4 | | |
| 3 | Сальность | Нормальная | Повышенная | 1,8 | | |
| 4 | Сухость | Повышенная | Нормальная | 1,8 | | |
| 6 | Потоотделение | Уменьшено в целом или увеличено выделение вязкого пота | Повышено выделение жидкого пота | 3,1 | | |
| 7 | Температура кистей рук | Чаще низкая | Чаще высокая | 2,6 | | |
| 8 | Субъективные явления | Онемение и парестезии в конечностях по утрам | Кисти рук, стопы влажные; внезапные приливы жара | 1,7 | | |
| 2. Терморегуляция | | | | | | |
| 1 | Температура тела | Повышена | Снижена | 3,9 | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------------------------|--------------------------------|--|---|-----|---|---|
| 2 | Ощущение зябкости | Отсутствует | Повышено | 2,9 | | |
| 3 | Переносимость холода | Удовлетворительная | Плохая | 3,1 | | |
| 4 | Переносимость тепла | Непереносимость жары и душных помещений | Удовлетворительная; может быть повышена чувствительность к сухому нагретому воздуху | 2,9 | | |
| 5 | Температура тела при инфекциях | Лихорадочное течение инфекций | Удовлетворительная; может быть повышена чувствительность к сухому нагретому воздуху | 2,9 | | |
| 3. Обмен веществ | | | | | | |
| 1 | Масса тела | Склонность к похудению | Склонность к полноте | 3,2 | | |
| 2 | Аппетит | Повышен, но это не приводит к полноте | Понижен | 1,9 | | |
| 4. Водно-солевой обмен | | | | | | |
| 1 | Жажда | Повышена | Понижена | 1,8 | | |
| 2 | Мочеиспускание | Полиурия, светлая моча | Моча концентрированная | 3,1 | | |
| 3 | Задержка жидкости | Отсутствует | Склонность к отекам | 3,0 | | |
| 5. Система крови | | | | | | |
| 1 | Эритроциты, число | Увеличено | Уменьшено | 2,0 | | |
| 2 | Лейкоциты, число | Увеличено | Уменьшено | 2,3 | | |
| 3 | СОЭ | Повышена | Снижена | 1,8 | | |
| 4 | Свертываемость | Повышена | Снижена | 2,2 | | |
| 6. Сердечно-сосудистая система | | | | | | |
| 1 | Пульс | Тахикардия, лабильная тахикардия | Брадикардия, лабильная брадикардия, дыхательная аритмия | 4,1 | | |
| 2 | АД систолическое | Повышено | Понижено или нормальное | 4,6 | | |
| 3 | Субъективные явления | Сердцебиение, чувство давления, «колотья», сжимающие боли в области сердца | Чувство стеснения в области сердца, сочетающееся с аритмией, особенно ночью в лежачем положении | 2,6 | | |
| 4 | Минутный объем крови | Большой | Малый | 4,4 | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---|---|--|-----|---|---|
| 7. Система дыхания | | | | | | |
| 1 | Частота дыхания | Нормальная или повышенная | Пониженная | 3,5 | | |
| 2 | Субъективные явления | - | Ощущение давления, стеснения в груди, приступы удушья с преобладанием затрудненного вдоха | 2,3 | | |
| 3 | Минутный объем дыхания | Повышен | Снижен | 3,5 | | |
| 8. Пищеварительная система | | | | | | |
| 1 | Слюноотделение | Уменьшено | Увеличено | 2,6 | | |
| 2 | Особенности моторики кишечника | Склонность к анатомическим запорам, слабая перистальтика | Склонность к повышенному газообразованию, к поносам | 3,8 | | |
| 3 | Субъективные явления | - | Склонность к тошноте | 3,1 | | |
| 9. Аллергические реакции | | | | | | |
| 1 | Частота их | Невысокая | Высокая | 3,1 | | |
| 10. Вестибулярные реакции | | | | | | |
| 1 | Головокружение | Не характерно | Развивается часто | 3,0 | | |
| 11. Глаза | | | | | | |
| 1 | Блеск | Усиленный | Нормальный, сниженный | 2,4 | | |
| 2 | Зрачки | Расширенные | Нормальные, суженные | 3,4 | | |
| 3 | Глазные щели | Расширенные | Нормальные, суженные | 1,9 | | |
| 4 | Экзофтальм | Характерен | Отсутствует | 2,4 | | |
| 5 | Слезотечение | Нормальное | Увеличенное | 1,2 | | |
| 12. Особенности нервной системы | | | | | | |
| 1 | Характерологические, личные особенности | Вспыльчивость, чувствительность к боли, изменчивость настроения, способность увлекаться | Неуверенность в себе, слабость возбуждательных импульсов, неврастенические, ипохондрические проявления | 2,4 | | |
| 2 | Особенности внимания и биоритмов | Рассеянность, отвлекаемость, быстрая смена мыслей, активность выше вечером | Способность к сосредоточению хорошая, внимание удовлетворительное, наибольшая активность до обеда | 2,0 | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|------------------------------|---|---|-----|---|---|
| 3 | Физическая работоспособность | Повышенная | Сниженная | 2,5 | | |
| 4 | Особенности сна | Позднее засыпание и раннее пробуждение, сон короткий, беспокойный, много сновидений | Глубокий, продолжительный сон, замедленный переход к активному бодрствованию по утрам | 2,7 | | |

1.5.2 Оценка вегетативного тонуса по индексу Кредо (ВИК)

ВИК находится расчетным методом, этот показатель характеризует *исходный вегетативный тонус (нормотония симпатикотония, ваготония)* по интегративным показателям оценки морфо-функциональной системы организма, характерным для сердечно-сосудистой системы. Для этого у испытуемого в положении сидя после 5-минутного покоя тонометром с фонендоскопом необходимо измерить: частоту сердечных сокращений (ЧСС, удары/мин), артериальное давление диастолическое (АДд, мм.рт.ст.):

$$\text{ВИК} = (1 - \text{АДд} / \text{ЧСС}) \times 100\%.$$

По величине *ВИК* оценивают *исходный вегетативный тонус* следующим образом:

– *нормотония* (относительное вегетативное равновесие):

$$\text{ВИК от } -10 \text{ до } +10\%,$$

– *симпатикотония* (превалирование симпатических влияний):

$$\text{ВИК более } +10\%,$$

– *ваготония* (преобладание парасимпатических влияний):

$$\text{ВИК менее } -10\%.$$

1.5.3 Оценка вегетативной реактивности человека по экстракардинальным рефлексам

Некоторые сердечные рефлексы имеют важное диагностическое, а иногда и лечебное значение. Все они возникают при раздражении соответствующих

рефлексогенных зон и ведут к стимуляции влияний блуждающих нервов на сердце. Центростремительные пути рефлексов достигают ядер этих нервов в продолговатом мозге, откуда начинаются центробежные пути к сердцу.

Для оценки *вегетативной реактивности человека* по экстракардинальным рефлексам необходимо последовательно провести исследования следующих сердечных рефлексов.

– Глазосердечный рефлекс Даньини – Ашнера

Обследуемый сидит на стуле в течение 5-6 мин. Подсчитать у испытуемого исходный пульс. Расположить указательный и большой пальцы одной руки на глазных яблоках обследуемого и плавно надавливать на них в течение 10-30 с. Другой рукой посчитать пульс за 30 с.

Максимальное замедление пульса возникает на 15-30-й секундах и длится 20-60 с после прекращения давления.

У здоровых людей число сердечных сокращений замедляется на 4-10 уд./мин (*нормальный тип*). При замедлении пульса более, чем на 10 уд./мин реакция считается усиленной (*ваготонический тип*). При учащении пульса говорят об извращенной реакции, при отсутствии сдвигов - об отрицательной реакции (*симпатикотонический тип*).

– Шейный вегетативный (синокаротидный) рефлекс – проба Чермака

Данный рефлекс вызывают через 8-10 мин после предыдущего. После восстановления исходных значений пульса, определить пульсацию в области передней границы верхней трети грудино-ключично-сосцевидной мышцы (зона проекции бифуркации общей сонной артерии). Осуществить легкое надавливание на нее в течение 20-30 с. Другой рукой считать пульс за 30 с.

Замедление пульса на 6-12 уд./мин характерно для нормальной парасимпатической реакции, замедление свыше 12 уд./мин свидетельствует о значительном повышении тонуса блуждающего нерва.

– Солярный рефлекс

После восстановления пульса у обследуемого осуществить резкое давление кулаком в эпигастральной зоне в области солнечного сплетения в течение 30 с. Другой рукой подсчитать пульс за 30 с.

– *Дыхательно-сердечный рефлекс (проба Геринга)*

Определить частоту пульса за 60 с у испытуемого во время спокойного выдоха, а затем на высоте глубокого усиленного вдоха. У здорового человека наблюдается небольшое *урежение* сердцебиения.

Показатели вегетативной реактивности организма занести в табл. 1.2 и по полученным данным провести оценку своего типа.

Таблица 1.2 – Оценка вегетативной реактивности человека

| Проба | Исходные данные пульса (уд./мин) | | Величина изменения пульса в пробе | |
|------------------------|-------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|
| | норма | получено | норма | получено |
| Глазосердечный рефлекс | 60-65 | | -2,0 - -8,0 | |
| Синокаротидный рефлекс | 60-65 | | -4,0 - -10,0 | |
| Соляренный рефлекс | 60-65 | | -3,0 - -8,0 | |

При замедлении пульса в пределах указанных границ рефлексy считают отрицательными. При более выраженном замедлении пульса в изучаемых пробах рефлексy считают положительными со значительной парасимпатической реактивностью.

При неизменной сердечной деятельности рефлексy считают отрицательными. Если же стимуляция рефлексогенных зон ведет к учащению пульса, рефлексy считают извращенными, что может быть признаком выраженной симпатикотонической реактивности, функциональных нарушений регуляции деятельности сердца.

1.5.4 Анализ вегетативной реактивности человека методом холодной пробы

Для этого у испытуемого в положении сидя определяют артериальное давление АД (мм рт.ст.) и частоту сердечных сокращений ЧСС (уд/мин). Затем надо опустить кисть правой руки до запястья в сосуд с очень холодной водой на

1 мин. Через 0,5 и 1 мин от начала пробы, а также через каждую минуту после того, как рука извлечена из сосуда с холодной водой, необходимо повторно исследовать АД и ЧСС. Данные занесите в табл. 1.3. Для окончательного заключения необходимо оценить величину *вегетативной реакции по формуле Кердо (ВИК)* (п.1.2.3) и сравнить с нормой.

Таблица 1.3 – Показатели вегетативной реактивности человека

| Показатель | Исходные значения | Вегетативная реактивность (минуты обследования) | | | | |
|----------------|-------------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | | 0,5 | 1-я | 2-я | 3-я | 4-я |
| АД (мм рт.ст.) | | | | | | |
| ЧСС (уд./мин) | | | | | | |
| ВИК (%) | | | | | | |

Контрольные вопросы

1. *Что такое вегетативная нервная система?*
2. *Охарактеризуйте симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы.*
3. *Опишите основные влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы на организм.*
4. *Опишите основные влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы на организм.*
5. *Разработайте функциональную модель вегетативной нервной системы.*
6. *Что такое вегетативный тонус и какими интегративными показателями можно его оценивать?*
7. *Какие БАВы рациональны для профилактики нарушений вегетативной системы человека?*
8. *Как оценить вегетативный тонус интегративным методом путем анкетирования?*
9. *Как оценить вегетативный тонус по индексу Кердо?*
10. *Как оценить вегетативную реактивность человека по экстракардинальным рефлексам?*

Литература

1. Мезенова, О. Я. Гомеостаз и питание: учебное пособие. – Москва: Колос, 2010. – 320 с.

2. Дроздова, Т. М. Физиология питания / Т. М. Дроздова, П. Г. Волощинский, В. М. Позняковский. – Москва: Сибирское книжное издательство, 2014. – 352 с.

3. Физиология питания: учебник /Л. Ф. Павлоцкая, Н. В.Дуденко, М. М. Эйдельман. – Москва: Высш. шк., 1989. – 368 с.

4. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рекомендации МР 2.3.1.2432-08. – Москва: НИИ Питания РАМН, 2008. – 46 с.

5. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Глава 2. Раздел 1. Требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Утв. решением Комиссии Таможенного Союза 28 мая 2010 г. – № 299. – 356 с.

6. ГОСТ Р 54059-2010 Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 12 с.

7. ГОСТ Р 55577-2013. Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 16 с.

Лабораторная работа № 2

Изучение процесса расщепления крахмала ферментами слюны

2.1 Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по оценке ферментативного карбогидразного действия слюны в ротовой полости в процессе пищеварения крахмалсодержащих пищевых продуктов

2.2 Задачи:

- закрепление знаний по роли слюны в процессе пищеварения углеводной пищи в ротовой полости человека;
- приобретение умений по оценке эффективности действия ферментов слюны при расщеплении полимеров углеводной пищи до мономеров;
- приобретение навыков по оптимизации ферментативного действия слюны и повышения эффективности усвоения крахмалистой пищи.

2.3 Теоретическая часть

2.3.1 Слюна (лат. saliva) – прозрачная бесцветная жидкость, выделяемая в полость рта тремя парами крупных слюнных желёз (подчелюстные, околоушные, подъязычные) и множеством мелких желёз (рис. 2.1).

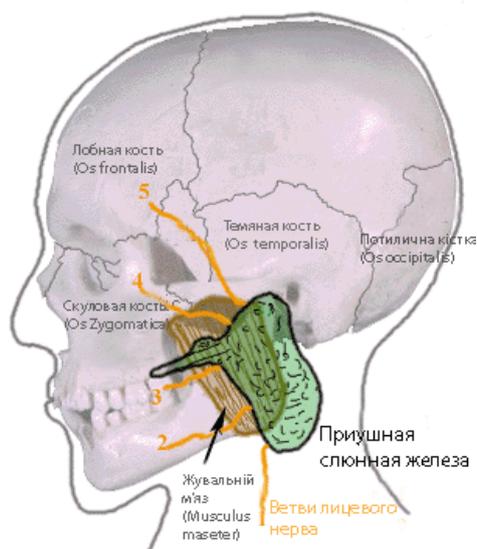


Рисунок 2.1 – Слюнные железы

В полости рта образуется смешанная слюна, в которой присутствуют микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, компоненты пищи. Слюна смачивает полость рта, обеспечивает восприятие вкусовых ощущений, склеивает пережеванную пищу, обладает бактерицидным действием, предохраняет от повреждения зубы. Под действием ферментов слюны в ротовой полости начинается переваривание углеводов.

Основные функции слюны:

- начальная стадия переваривания усвояемых углеводов (крахмала),
- защитная – благодаря содержанию некоторых специальных белков: лизоцима, Ig A и некоторых факторов свертывания крови,
- источник минеральных веществ для эмали зуба.

Физико-химические свойства слюны: это бесцветная жидкость, обладающая высокой вязкостью, удельный вес – 1,001-1,017 г/см³. Вязкость связана с наличием гликопротеинов. pH слюны составляет от 6,4 до 7,0 и зависит от гигиенического состояния полости рта, характера пищи и скорости секреции.

Химический состав слюны: 99,5 % – вода, а остальное – растворенные в ней минеральные вещества и органические компоненты (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Химический состав слюны человека

| Вещество | Содержание |
|-----------------|-----------------|
| Вода | 994 г/л |
| Белки | 1,4-6,4 г/л |
| Муцин | 0,9-6,0 г/л |
| Холестерин | 0,02-0,50 г/л |
| Глюкоза | 0,1-0,3 г/л |
| Аммоний | 0,01-0,12 г/л |
| Мочевая кислота | 0,005-0,030 г/л |
| Соли натрия | 6-23 ммоль/л |
| Соли калия | 14-41 ммоль/л |
| Соли кальция | 1,2-2,7 ммоль/л |
| Соли магния | 0,1-0,5 ммоль/л |
| Хлориды | 5-31 ммоль/л |
| Гидрокарбонаты | 2-13 ммоль/л |
| Мочевина | 140-750 ммоль/л |

2.3.2 Ферменты слюны

За сутки у человека выделяется 1-2,5 л слюны.

В слюне содержатся *ферменты всех классов, кроме лигаз (всего 30 ферментов)*. Не все они синтезируются слюнными железами, часть попадает в слюну из разрушенных клеток или из крови.

α-Амилаза синтезируется у человека, у собаки, кошки, в слюне лошади нет альфа-амилазы. *α-Амилаза* выделяется секретом паротидной железы и губ-

ных мелких желез, где концентрация ее составляет 648-803 мкг/мл и не связана с возрастом, но меняется в течение суток в зависимости от чистки зубов и приема пищи. Слюнная амилаза расщепляет $\alpha(1,4)$ -гликозидные связи в крахмале и гликогене. По своим иммунохимическим свойствам и аминокислотному составу слюнная α -амилаза идентична панкреатической амилазе. Оптимум ее рН 7,1-7,2, активируется ионами Ca^{2+} . Являясь эндоамилазой, она беспорядочно расщепляет внутренние α -1,4-гликозидные связи и не влияет на другие типы связей.

Кроме α -амилазы в смешанной слюне имеются другие *гликозидазы* – α -L-фруктозидазы, α - и β -глюкозидазы, α - и β -галактозидазы, нейраминидазы и др.

Лизоцим – белок, полипептидная цепь которого состоит из 129 аминокислотных остатков и свернута в компактную глобулу. Синтезируется околоушными железами в концентрации 0,5 мг/л. Обладает бактерицидным действием, катализирует гидролиз гликозамингликанов, 1,4-гликозидных связей в N-ацетилмурамовой кислоте. Синтезируется слюнными железами. Молекулярная масса лизоцима составляет 15-17 кДа, оптимум действия при рН 5-7.

Карбоангидраза – фермент класса лиаз, синтезируется в околоушных и поднижнечелюстных слюнных железах. Катализирует расщепление связи C-O в угольной кислоте, что приводит к образованию молекул углекислого газа и воды.

Ведущую роль среди *защитных факторов* слюны играют ферменты различного происхождения – α -амилаза, лизоцим, нуклеазы, пероксидаза, карбоангидраза и др.

2.3.3 Переваривание углеводов ферментами слюны и влияние на процесс предварительной тепловой обработки

Явления *переваривания* известны с незапамятных времен, однако зарождение учения о ферментах (энзимология) относится к первой половине XIX в. Первое научное представление о ферментах было дано еще в 1814 г. петербург-

ским ученым К. С. Кирхгофом, который показал, что не только проросшие зерна ячменя, но и экстракты из солода способны осахаривать крахмал с превращением его в мальтозу. Вещество, извлекаемое из проросшего ячменя и обладающее способностью превращать крахмал в мальтозу, получило название амилазы

Пищеварение в полости рта компонентов пищи включает несколько процессов: физическое размельчение пищи и увлажнение слюной, оказание на нее химического воздействия, начало расщепления сложных углеводов пищи под действием ферментов амилазы и мальтазы слюны в щелочной среде. Смесь двух ферментов (амилаза и мальтаза) называется *птиалином*. Амилаза расщепляет крахмал и гликоген, а мальтаза – мальтозу. При этом образуются более низкомолекулярные углеводы – декстрины, частично – мальтоза и глюкоза. Дальнейший распад декстринов, а также нерасщепленного крахмала и гликогена протекает в тонкой кишке с участием амилазы поджелудочного сока. В результате образуется дисахарид мальтоза, состоящий из двух остатков глюкозы. Завершается переваривание углеводов превращением образовавшейся мальтозы и других пищевых дисахаридов (сахароза, лактоза) в моносахариды (глюкоза, фруктоза, галактоза), главным из которых является глюкоза

Крахмал является основным усвояемым углеводом пищи. Он содержится во многих овощах (картофель, кукуруза, пшеница и т. д.), которые являются незаменимыми продуктами питания. На скорость гидролиза крахмала влияет его предварительная обработка.

Амилаза слюны *почти не действует на крахмал сырых продуктов*, но хорошо расщепляет крахмал вареных продуктов сначала до декстринов различной сложности и затем до мальтозы. Мальтоза под влиянием мальтазы слюны расщепляется до глюкозы.

Благодаря недолгому пребыванию пищи в ротовой полости лишь незначительная часть углеводов подвергается в ней расщеплению. Слюнная амилаза быстро инактивируется при pH 4,0 (или ниже), так что ферментативное переваривание углеводной пищи, начавшееся в полости рта, вскоре прекращается

в кислой среде желудка. Дисахариды, вероятно, подвергаются в желудке частичному неферментативному гидролизу за счет действия соляной кислоты на ацетальные связи. Однако большого значения это не имеет.

При *тепловой кулинарной обработке* крахмалосодержащих продуктов крахмал проявляет способность к адсорбции влаги, набуханию и клейстеризации. В нем могут протекать процессы деструкции. Интенсивность всех этих процессов зависит от происхождения и свойств самого крахмала, а также от технологических факторов – температуры и продолжительности нагревания, соотношения крахмала и воды, вида и активности ферментов и др.

Нативный крахмал *практически нерастворим в холодной воде*. По мере повышения температуры его растворимость повышается. На этом свойстве основан метод его выделения из растительных продуктов. Низкомолекулярные полисахариды, в частности амилоза, содержащая до 70 глюкозных остатков, растворимы в холодной воде. При дальнейшем увеличении длины молекулы полисахариды могут растворяться только в горячей воде. Процесс растворения крахмальных полисахаридов протекает медленно вследствие относительно большого размера молекул, при этом линейные полимеры перед растворением сильно набухают.

Набухание – одно из важнейших свойств крахмала, которое влияет на консистенцию, форму, объем и выход готовых изделий из крахмалосодержащих продуктов. Степень набухания зависит от температуры среды и соотношения воды и крахмала. Так, при нагревании водной суспензии крахмальных зерен до температуры 55°C они медленно поглощают воду (до 50 %) и частично набухают. При этом повышение вязкости не наблюдается. При дальнейшем нагревании суспензии (от 60 до 100 °C) набухание крахмальных зерен ускоряется, причем объем их увеличивается в несколько раз.

Сырой крахмал не усваивается в организме человека, поэтому все крахмалосодержащие продукты употребляют в пищу после тепловой обработки. При нагревании крахмала свыше 110°C без воды крахмал расщепляется до декстринов, которые растворимы в воде. Декстринизация происходит на по-

верхности выпекаемых изделий при образовании корочки, поджаривании крупы, запекании макаронных изделий.

При тепловой обработке крахмалсодержащих продуктов крахмал клейстеризуется за счет влаги, содержащейся в продукте (картофель), либо выделяемой свернувшимися белками клейковины (зерновые, бобовые). Крахмал, содержащийся в сухих продуктах (крупях, макаронных изделиях), клейстеризуется при варке за счет поглощения влаги окружающей среды, при этом масса продуктов увеличивается.

2.4 Ход работы

2.4.1 Изучить ферментативное действие слюны человека на термообработанные и нативные углеводы (крахмал)

Оборудование: три пробирки с делениями, крахмальный клейстер (получают нагреванием крахмальной суспензии до температур 60-100°C), взвесь сырого крахмала, водяная баня, спиртовой раствор йода, пипетки.

Последовательность действия:

- собрать в пробирку 2 мл слюны;
- слюну разлить в две пробирки по 1 мл, в одну пробирку прибавить 0,5 мл крахмального клейстера, в другую – 0,5 мл сырого крахмала;
- пробирки поставить на 10-20 мин в водяную баню при температуре 38-40°C;
- охладить пробирки водопроводной водой;
- прибавить к содержимому каждой пробирки по 1-2 капли йода;
- по изменению окраски смеси оценить степень расщепления слюной сырого и термически обработанного крахмала (клейстера);
- сделать вывод о степени расщепления ферментами слюны человека нативных и термически обработанных углеводов крахмала).

2.4.2 Изучить благоприятные условия действия основных ферментов слюны (амилазы и мальтазы) на процесс переваривания углеводов

Оборудование: штатив с 15 пробирками, стеклограф, воронка, фильтр, спиртовка, 1%-ный раствор сырого крахмала, 1%-ный раствор соляной кисло-

ты, вода дистиллированная, лакмусовая бумага, емкость со льдом, реактив Фелинга, термостат водяной.

Последовательность действия:

- собрать в пробирку 8-10 мл слюны, профильтровать и определить pH лакмусовой бумагой (должна быть слабощелочной благодаря бикарбонатам и бифосфатам);
- приготовить семь пронумерованных пробирок, в пробирки 1-4 и 6 налить по 3 мл 1%-ного клейстера (вареного крахмала), в пробирку 5 – 3 мл 1%-ного сырого крахмала, в пробирку 7 – 1 мл слюны;
- в пробирку 1 добавить 1 мл слюны, в пробирку 2 – 1 мл прокипяченной и охлажденной слюны, в пробирку 3 – 1 мл слюны и 1 мл 1%-ного раствора соляной кислоты, в пробирку 4 – 1 мл дистиллированной воды, в пробирку 5 – 1 мл слюны;
- пробирки 1-5 поставить в водяную баню при температуре 38-39°C на 20 мин;
- пробирки 6 и 7 поставить на лед или в холодильник на 10 мин, после чего содержимое пробирки 7 перелить в пробирку 6 и снова поставить на холод;
- через 20 мин пробирки 1-5 вынуть из водяной бани и половину содержимого каждой пробирки перелить в чистые пронумерованные пробирки (1а, 2а, 3а, 4а, 5а);
- в пробирки 1-5 добавить по 2-3 капли 1%-ного раствора йода; содержимое окрасится в синий цвет, что свидетельствует о присутствии крахмала;
- в пробирки 1а-5а добавить по 1 мл реактива Фелинга и нагреть на спиртовке до кипения; реактив Фелинга готовится из двух растворов, которые перед работой смешиваются (№1 – раствор: KOH-125 г, сегнетова соль – 175 г, вода – 500 мл; №2 – раствор: CuSO₄ – 35 г, вода – 500 мл). Если крахмал расщепляется до глюкозы, то образуется оранжево-красный осадок в результате восстановления оксида меди (II) в оксид меди (I);
- половину содержимого пробирки 6 перелить в другую пробирку с номером 6а;
- в пробирке 6 провести пробу на присутствие крахмала, а в пробирке 6а – сахара;
- определить количество сахаров йодометрическим методом (по Вильштеттеру и Шудлю), используя методические указания разд. 2.5.1;
- полученные данные занести в табл. 2.1, отметив большое количество крахмала, сахара знаком «++», следы этих веществ – знаком «+», их отсутствие – знаком «-»;

- сделать вывод о наиболее благоприятных условиях переваривания крахмала и крахмалсодержащих продуктов в ротовой полости под действием ферментов слюны.

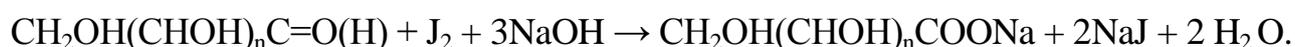
Таблица 2.1 – Результаты исследования действия ферментов слюны на крахмал

| Номер мер-пробирки | Содержимое пробирки | Температура, °С | Цвет раствора | Содержание сахара («+++» или «+» или «->») | Содержание крахмала («+++» или «+» или «->») |
|--------------------|--|-----------------|---------------|--|--|
| 1 | Вареный крахмал и слюна | 38-40 | | | |
| 2 | Вареный крахмал и прокипяченная слюна | 38-40 | | | |
| 3 | Вареный крахмал, слюна и соляная кислота | 38-40 | | | |
| 4 | Вареный крахмал и вода | 38-40 | | | |
| 5 | Сырой крахмал и слюна | 38-40 | | | |
| 6 | Вареный крахмал | Холод | | | |
| 7 | Слюна | Холод | | | |

2.5 Методические указания по выполнению лабораторной работы

2.5.1 Йодометрический метод определения сахаров (по Вильштеттеру и Шудлю)

В основу метода положен процесс окисления альдегидной группы йодом до соответствующей кислоты. Реакция протекает по следующему уравнению:



В этих условиях кетозы не окисляются.

Реактивы: 0,1 н раствор йода; 0,1 н раствор гипосульфита; 0,1 н раствор NaOH; 0,1 н нормальный раствор H₂SO₄.

Методика определения

Тщательно измельченную навеску вещества 1 г перевести в мерную колбу емкостью 100 мл, растворить в воде и довести до метки. В случае использования жидкой пробы (раствор крахмала) сделать то же самое, в последующем пересчитать результат (с учетом 1%-ного раствора крахмала).

Затем содержимое профильтровать или центрифугировать, из прозрачного раствора отобрать 10 мл, соответствующие 0,1 г исходного вещества, в колбу Эрленмейера для исследования.

В колбу добавляют 25 мл 0,1 н раствора йода и через 2-3 мин при энергичном перемешивании медленно наливают 35 мл 0,1 н раствора NaOH до исчезновения окраски йода. Колбу закрывают хорошо пригнанной резиновой пробкой и ставят на 20 мин в темное место. Затем колбу вынимают, добавляют 5 мл 0,1 н раствора H₂SO₄ и оттитровывают выделившийся йод 0,1 н раствором гипосульфита, добавляя к концу титрования раствор крахмала в качестве индикатора.

Одновременно ставят контрольный опыт с 10 мл дистиллированной воды.

Количество глюкозы (в %) вычисляют по формуле:

$$\Gamma = \frac{(a - b)0,009V1 \cdot 100}{nV2},$$

где a – количество гипосульфита, пошедшего на титрование контрольного опыта; b – количество гипосульфита, пошедшего на титрование рабочего опыта; 0,009 – титр глюкозы по йоду (молекулярная масса глюкозы 180, эквивалент 90, титр 0,1 н раствора 0,009); n – масса навески; V2 – объем раствора навески (100 мл); V1 – объем, взятый на титрование (10 мл).

Контрольные вопросы

- 1. Опишите процессы расщепления крахмала ферментами слюны.*
- 2. Охарактеризуйте химический состав слюны человека?*
- 3. Какие ферменты содержит слюна человека?*
- 4. Как осуществляется переваривание углеводов ферментами слюны и как влияет на процесс предварительная тепловая обработка?*
- 5. Как усваиваются углеводы организмом?*
- 6. Опишите методику количественного определения сахаров йодометрическим способом.*

Литература

1. Мезенова, О. Я. Гомеостаз и питание: учебное пособие О.Я. Мезенова. – Москва: Колос, 2010. – 320 с.

2. Физиология питания: учебник / В. М. Позняковский, Т. М. Дроздова, П. Е. Влощинский. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 352 с.

3. Физиология питания: учебник / Л. Ф. Павлоцкая, Н. В. Дуденко, М. М. Эйдельман. – Москва: Высшая школа, 1989. – 368 с.

Лабораторная работа № 3

Изучение ферментативных свойств желудочного сока

3.1 Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по оценке и регулированию ферментативного действия желудочного сока в процессе пищеварения белоксодержащих пищевых продуктов.

3.2 Задачи:

- закрепление знаний по роли желудочного сока и об условиях его действия в процессе пищеварения белковой пищи в желудке человека;
- приобретение умений по оценке эффективности действия ферментов желудочного сока при расщеплении белков-полимеров до аминокислот;
- приобретение навыков по улучшению ферментативного действия желудочного сока при приеме белковой пищи.

3.3 Теоретическая часть

3.3.1 Состав желудочного сока

Желудочный сок – сложный по составу пищеварительный сок, вырабатываемый разными клетками слизистой оболочки *желудка* (рис. 3.1).

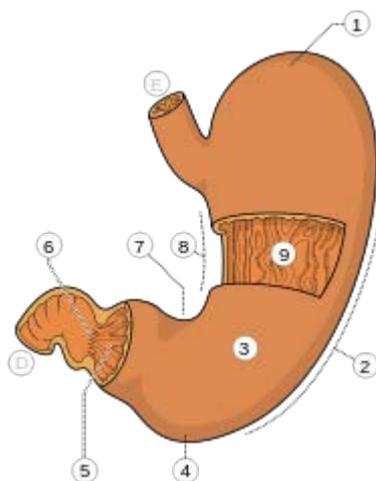


Рисунок 3.1 – Желудок человека:

- 1 – дно желудка, 2 – большая кривизна, 3 – тело,
4 – нижний полюс желудка, 5 – привратниковая
(пилорическая) часть, 6 – отверстие привратника,
7 – угловая вырезка, 8 – малая кривизна,
9 – складки слизистой оболочки

Основными компонентами желудочного сока являются: соляная кислота, слизь, бикарбонаты, внутренний фактор Кастла и ферменты.

Важнейшие протеолитические ферменты желудочного сока: пепсин, гастриксин (пепсин С) и химозин (реннин). *Непротеолитическими* ферментами желудочного сока являются лизоцим, карбоангидраза, амилаза, липаза и др.

Состав и свойства желудочного сока. В состоянии покоя «натошак» из желудка человека можно извлечь около 50 мл желудочного содержимого нейтральной или слабокислой реакции ($\text{pH}=6,0$). Это смесь слюны, желудочного сока (так называемая «базальная» секреция), а иногда – забрасываемое в желудок содержимое двенадцатиперстной кишки.

Желудочный сок здорового человека практически бесцветен и не имеет запаха. Зеленоватый или желтоватый цвет показывает на наличие примесей желчи. Красный или коричневый оттенок показывает на возможное присутствие крови. Неприятный гнилостный запах чаще всего является следствием серьезных проблем с эвакуацией желудочного содержимого в двенадцатиперстную кишку. В норме в желудочном соке должно быть небольшое количество слизи.

Общее количество *желудочного сока*, отделяющегося у человека при обычном пищевом режиме, составляет 1,5-2,5 л в сутки. Это бесцветная, прозрачная, слегка опалесцирующая жидкость с удельным весом 1,002-1,007. В соке могут быть хлопья слизи. Желудочный сок имеет кислую реакцию ($\text{pH}=0,8-1,5$) вследствие высокого содержания в нем хлористоводородной кислоты (0,3-0,5 %). Содержание воды в соке 99,0-99,5 и 1,0-0,5 % – плотных веществ. Плотный остаток представлен органическими и неорганическими веществами: хлориды (5-6 г/л); сульфаты (10 мг/л); фосфаты (10-60 мг/л); гидрокарбонаты (0-1,2 г/л) натрия, калия, кальция, магния; аммиак (20-80 мг/л). Основной *неорганический* компонент желудочного сока – хлористоводородная кислота – может быть в свободном и связанном с протеинами состоянии. *Органическая* часть плотного остатка – это ферменты, мукоиды (желудочная слизь), один из них – гастромукопротеид (внутренний фактор Кастла) – необходим для всасывания витамина B_{12} . В небольшом количестве здесь находят-

ся азотсодержащие вещества небелковой природы (мочевина, мочевая кислота, молочная кислота и др.).

Базальная (т. е. в состоянии покоя, не стимулированная пищей, химическим стимуляторами и т. п.) секреция у мужчин составляет (у женщин на 25-30 % меньше):

- желудочного сока – 80-100 мл/ч;
- соляной кислоты – 2,5-5,0 ммоль/ч;
- пепсина – 20-35 мг/ч.

Основные протеолитические ферменты желудочного сока

Пепсин А – группа ферментов, гидролизующих белки при рН = 1,5 - 2,0. Часть пепсина (около 1 %) переходит в кровеносное русло, откуда вследствие небольшого размера молекулы фермента проходит через клубочковый фильтр и выделяется с мочой (уропепсин). Определение содержания уропепсина в моче используется в лабораторной практике для характеристики протеолитической активности желудочного сока.

Пепсин С, гастрин, желудочный катепсин – оптимум рН для ферментов этой группы является 3,2-3,5. Соотношение между пепсином А и гастринином в желудочном соке человека от 1:1 до 1:5.

Пепсин В, парапепсин, желатиназа – разжижает желатину, расщепляет белки соединительной ткани. При рН 5,6 и выше действие фермента угнетается.

Пепсин Д, реннин, химозин – расщепляют казеин молока в присутствии ионов Ca^{++} , с образованием параказеина и сывороточного белка.

Содержание пепсинов и гастринина в слизистой различных отделов желудка неодинаково: пепсины отсутствуют в антральном отделе желудка, гастринин же присутствует во всех отделах желудка.

Непротеолитические ферменты желудочного сока

Желудочная липаза, расщепляющая жиры, которые находятся в пище в эмульгированном состоянии (жиры молока), на глицерин и жирные кислоты при рН=5,9-7,9. У детей желудочная липаза расщепляет до 59 % жира молока. В желудочном соке взрослых людей липазы мало.

Лизоцим (мурамидаза), имеющийся в желудочном соке, обладает антибактериальным действием.

Уреаза – расщепляет мочевину при $\text{pH}=8,0$. Освобождающийся при этом аммиак нейтрализует HCl .

Желудочная слизь и ее роль в пищеварении

Обязательным органическим компонентом желудочного сока является *слизь*, которая продуцируется всеми клетками слизистой оболочки желудка. Наибольшую мукоидпродуцирующую активность проявляют добавочные клетки (мукоциты). В состав слизи входят нейтральные мукополисахариды, сиаломуцины, гликопротеины и гликаны.

Нерастворимая слизь (*муцин*) является продуктом секреторной активности добавочных клеток (мукоциты) и клеток поверхностного эпителия желудочных желез. Муцин освобождается через апикальную мембрану, образует слой слизи, обволакивающий слизистую оболочку желудка и препятствующий повреждающим воздействиям экзогенных факторов. Этими же клетками одновременно с муцином продуцируется *бикарбонат*.

Образующийся при взаимодействии муцина и бикарбоната *мукозобикарбонатный барьер* предохраняет слизистую от аутолиза под воздействием соляной кислоты и пепсинов.

При pH ниже 5,0 вязкость слизи уменьшается, она растворяется и удаляется с поверхности слизистой оболочки, при этом в желудочном соке появляются хлопья, комочки слизи. Одновременно со слизью удаляются адсорбированные ею ионы водорода и протеиназы. Таким образом формируется не только механизм защиты слизистой оболочки, но и происходит активация пищеварения в полости желудка.

Нейтральные мукополисахариды (основная часть нерастворимой и растворимой слизи) являются составной частью групповых антигенов крови, фактора роста и антианемического фактора Кастла.

Сиаломуцины, входящие в состав слизи, способны нейтрализовать вирусы и препятствовать вирусной гемагглютинации. Они же участвуют в синтезе соляной кислоты HCl.

Гликопротеины, вырабатываемые париетальными клетками, являются внутренним фактором Кастла, необходимым для всасывания витамина В. Отсутствие этого фактора приводит к развитию заболевания, известного под названием В₁₂-дефицитной анемии (железодефицитная анемия).

3.3.2 Функции желудка

Желудок является отделом пищеварительного тракта, в котором пища, покрытая вязкой слизью слюнных желез пищевода, задерживается от 3 до 10 ч для ее механической и химической обработки.

К функциям желудка относятся:

- *депонирование пищи*;
- *секреторная функция* – отделение желудочного сока, обеспечивающего химическую обработку пищи;
- *двигательная функция* – перемешивание пищи с пищеварительными соками и ее передвижение порциями в двенадцатиперстную кишку;
- *функция всасывания* в кровь – незначительных количеств веществ, поступивших с пищей. Вещества, растворенные в спирте, всасываются в значительно больших количествах;
- *экскреторная функция* – выделение вместе с желудочным соком в полость желудка метаболитов (мочевина, мочевая кислота, креатин, креатинин), концентрация которых здесь превышает пороговые величины, и веществ, поступивших в организм извне (соли тяжелых металлов, йод, фармакологические препараты);
- *инкреторная функция* – образование активных веществ (гормонов), принимающих участие в регуляции деятельности желудочных и других пищеварительных желез (гастрин, гистамин, соматостатин, мотилин и др.);

- *защитная функция* – бактерицидное и бактериостатическое действие желудочного сока и возврат недоброкачественной пищи, предупреждающий ее попадание в кишечник.

3.3.3 Роль соляной кислоты в желудке

Соляная кислота (HCl) стимулирует секреторную активность желез желудка; способствует превращению пепсиногена в пепсин (путем отщепления ингибирующего белкового комплекса); создает оптимальное рН для действия протеолитических ферментов желудочного сока; вызывает денатурацию и набухание белков, что способствует их расщеплению ферментами; обеспечивает антибактериальное действие секрета.

Соляная кислота способствует также переходу пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку; участвует в регуляции секреции желудочных и поджелудочных желез, стимулируя образование гастроинтестинальных гормонов (гастрина, секретина); стимулирует секрецию фермента энтерокиназы энтероцитами слизистой двенадцатиперстной кишки; участвует в створаживании молока, создавая оптимальные условия среды и стимулирует моторную активность желудка.

Помимо хлористоводородной кислоты в желудочном соке в небольших количествах содержатся кислые соединения – кислые фосфаты, молочная и угольная кислоты, аминокислоты.

3.3.4 Пищеварение в желудке

Пища находится в желудке от 2 до 10 ч. Это время зависит от ее качественного состава, объема, консистенции, активной реакции и, в конечном итоге, от осмотического давления химуса. В желудке, прежде всего, происходит разжижение пищевого комка под влиянием выделяющегося желудочного сока. Маятникообразные сокращения мускулатуры желудочных стенок способствуют дальнейшему измельчению пищи. В результате образуется химус, который под воздействием перистальтических сокращений порциями поступает

в двенадцатиперстную кишку. Химус предоставляет водную фазу – ферменты работают только в жидкой среде, и его консистенция облегчает доступ ферментов к частицам пищи.

Гидролиз белков, жиров и углеводов в желудке

В желудке преобладает полостное пищеварение. Ферментативный гидролиз белков играет ведущую роль в выполнении желудком его пищеварительной функции.

Белки под влиянием соляной кислоты желудочного сока набухают и разрыхляются, что делает их более доступными для воздействия ферментов. Желудочный сок, благодаря содержащимся в нем ферментам (пепсину, гастринину, пепсину В и др.), обладает очень большой протеолитической активностью. Под влиянием желудочного сока происходит денатурация и «грубая ломка» молекул белков. Продукты гидролиза белков в желудке имеют еще достаточно большие размеры и поэтому в желудке не всасываются. Некоторые протеазы желудочного сока выделяются в неактивном виде и активируются соляной кислотой, входящей в его состав.

Углеводы в желудке перевариваются в течение 30-40 мин и только под влиянием карбоангидраз (амилазы и мальтазы) слюны. Ферменты слюны работают в щелочной среде. По мере того, как кислый желудочный сок (за счет соляной кислоты) пропитывает пищевой комок, действие их прекращается. Желудочный сок не содержит карбоангидраз, и поэтому дальнейшее переваривание углеводов будет происходить только в кишечнике.

Жиры почти не перевариваются в желудке. Желудочный сок содержит липазу – фермент, осуществляющий гидролиз жиров. Но оптимум действия желудочной липазы определяется $pH=5$, что не совпадает с активной реакцией желудочного сока, pH которого в процессе пищеварения имеет резко кислый (pH около 1) характер. Мишенью малоактивной желудочной липазы служат в основном эмульгированные жиры молока.

Моторная деятельность желудка обеспечивает перемешивание пищевой массы и эвакуацию содержимого из желудка. В первое время после приема пи-

щи моторная деятельность желудка ослаблена, но по мере пропитывания пищевой массы желудочным соком она начинает усиливаться и выражается в периодически возникающих и следующих одна за другой перистальтических волнах, которые в дальнейшем все чаще завершаются открыванием пилорического сфинктера. В результате этого небольшие порции содержимого желудка переходят в кишечник. Открыванию сфинктера также способствует раздражение области сфинктера со стороны желудка, тогда как раздражение этим же кислым содержимым сфинктера со стороны кишечника вызывает немедленное закрытие сфинктера, и он остается в таком состоянии до тех пор, пока попавшая в кишечник пищевая масса полностью не нейтрализуется.

Регуляция секреции желудочного сока

Выделение желудочного сока происходит в три фазы – сложнорефлекторную, нейрогуморальную и кишечную.

Сложнорефлекторная фаза имеет сложную природу и обуславливает секрецию желез желудка под влиянием безусловно- и условно-рефлекторных воздействий. Безусловно-рефлекторная секреция начинается с рецепторов в полости рта; с «дистантных» рецепторов глаза, рецепторов слуха и обоняния запускается секреция желез желудка условно-рефлекторным путем. Обычно желудочный сок начинает выделяться через 2-3 мин при виде пищи, ее запахе, при звоне посуды и т. д. Это условно-рефлекторная секреция, которая затем поддерживается раздражением рецепторов полости рта при попадании туда пищи, т. е. включением безусловно-рефлекторного механизма. Секреция пищеварительных желез желудка начинается в отсутствии прямого контакта пищи с его рецепторами. Таков безусловно-рефлекторный механизм запуска желудочного сокоотделения.

Нейрогуморальная фаза секреции желез желудка (желудочная фаза) начинается при попадании пищи в желудок. В период этой фазы секреция желудочных желез обусловлена безусловно-рефлекторной стимуляцией и влиянием гуморальных факторов. Безусловно-рефлекторная стимуляция желудочной секреции возникает при возбуждении рецепторов желудка пищевым комком.

Затем включается секреция под влиянием гуморальных веществ, как входящих в состав самой пищи или продуктов ее переваривания, так и специфических пищеварительных гормонов. Гастрин, который образуется в слизистой оболочке пилорической части желудка, стимулирует работу его желез. В процессе переваривания секреция желез желудка постепенно снижается, что происходит под влиянием двух других гормонов: гастрогастрона и энтерогастрона. Первый образуется в слизистой оболочке пилорической части желудка, второй – в слизистой оболочке верхнего отдела тонкой кишки. Энтерогастрон образуется под влиянием жира пищи, продуктов его переваривания и соляной кислоты.

3.4 Ход работы

3.4.1 Изучить условия ферментативного действия протеолитических ферментов желудочного сока на белки животного происхождения

Оборудование: штатив с пробирками, стеклограф, спиртовка, термометр, натуральный желудочный сок, 0,5%-ный раствор бикарбоната натрия (сода), 0,5%-ный раствор соляной кислоты, водяная баня или термостат, лакмусовая бумага, фибрин или аналогичный белок (например, белок куриного яйца, казеин, куриное мясо), дистиллированная вода.

Последовательность действия:

– Приготовить пять пронумерованных пробирок:

- в пробирку 1 налить 3 мл желудочного сока;
- в пробирку 2 налить 3 мл прокипяченный желудочный сок;
- в пробирку 3 налить 3 мл нейтрального желудочного сока;
- в пробирку 4 налить 3 мл 0,5%-ного раствора соляной кислоты (кислая зона);
- в пробирку 5 налить 3 мл желудочного сока с раствором соды (предварительно в натуральный желудочный сок добавить 0,5%-ный раствор соды до того объема, пока лакмусовая бумага не окрасится в синеватый цвет (щелочная зона).

– С помощью лакмусовой бумаги проверить реакцию среды в каждой пробирке.

– В каждую пробирку положить по кусочку фибрина (0,2-0,3 г) или другого белкового продукта (сваренного белка куриного яйца, казеина, куриного мяса).

– Поместить пробирки в водяную баню или термостат с температурой 38-40°C и выдержать в течение 20 мин.

– Во всех пробирках определить количество аминного азота (АА) – показателя глубины протеолитического гидролиза белков (разд. 3.5.1).

Результаты исследования занести в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты опытов по исследованию эффективности ферментативного расщепления белков ферментами желудочного сока

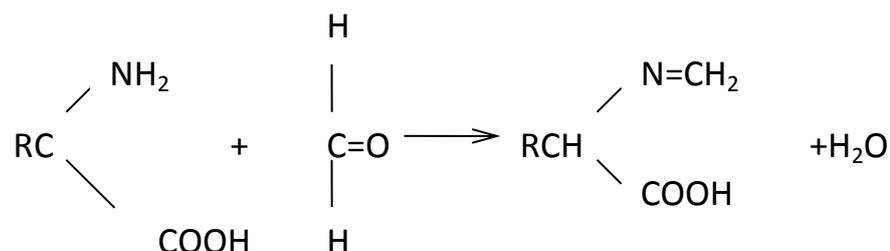
| № п/п | Содержимое пробирки | Изменение фибрина (другого белкового продукта), фиксируемые органолептически | Содержание аминного азота (АА), мг/100 г | Причина наблюдаемых эффектов |
|-------|---|--|--|------------------------------|
| 1 | Белковый продукт и натуральный желудочный сок | | | |
| 2 | Белковый продукт и прокипяченный желудочный сок | | | |
| 3 | Белковый продукт и нейтральный желудочный | | | |
| 4 | Белковый продукт и желудочный сок с 0,5%-ным раствором соляной кислоты | | | |
| 5 | Белковый продукт и желудочный сок с раствором бикарбоната натрия (сода) | | | |

3.5 Методические указания по выполнению лабораторной работы

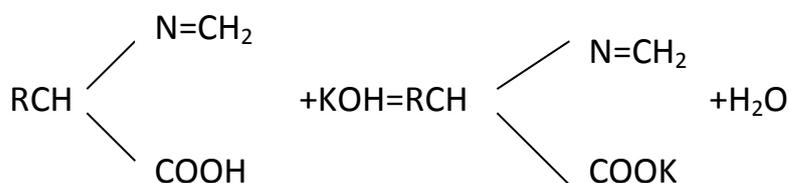
3.5.1 Определение аминного азота методами формольного и йодометрического титрования

Метод формольного титрования (метод Серенсена) - основан на защите формальдегидом свободных аминогрупп с образованием оснований Шиффа. Используется при повышенном содержании небелковых компонентов (аминного азота) в образцах (содержанием азота 1,5–5,0 мг в 1 мл). В процессе добавления формалина происходит связывание аминогрупп белка (пептидов, аминокислот) альдегидной группой формалина. В результате становится возможным оттитровывание карбоксильных групп белка (пептидов, аминокислот) щелочью. Количество титруемых карбоксильных групп будет эквивалентно количеству связанных формальдегидом аминных групп. Чем выше степень гидролиза белка, тем больше открыто для связывания формалином аминных групп, тем больше освобожденных карбоксильных групп и тем выше содержание небелковых продуктов гидролиза («аминного азота»).

Схематично реакции формольного титрования белков (пептидов, аминокислот) могут быть представлены в следующем виде:



Образующаяся в этой реакции метиленаминокислота является сильной кислотой. Процесс титрования этой кислоты щелочью протекает таким образом:



Содержание аминных групп и, соответственно «аминного азота», рассчитывают по количеству щелочи, израсходованной на титрование.

Определение аминного азота в *препаратах с более низким его содержанием (около 0,01–0,06 мг в 1 мл испытуемого раствора)* проводят *алкалиметрическим титрованием (методом Попе-Стевенса)*. Метод основан на взаимодействии аминокислот в щелочном растворе с ионами двухвалентной меди и последующим йодометрическим титрованием.

3.5.1.1 Метод формольного титрования (метод Серенсена)

К точной навеске или точному объему испытуемого образца прибавляют воду до объема 20 мл. При необходимости раствор нейтрализуют потенциометрически до рН 7,0, путем прибавления 0,1 М раствора натрия гидроксида или 0,1 М раствора хлористоводородной кислоты. По окончании нейтрализации прибавляют от 2 до 10 мл раствора формальдегида (формалина) 35 %, нейтрализованного в день анализа 10 %-ным раствором натрия гидроксида до рН 7,0, перемешивают и титруют 0,1 М раствором натрия гидроксида до значения рН 9,1, не изменяющегося при перемешивании в течение 2 мин, или до появления слабо-розового окрашивания (индикатор – 1 %-ный раствор фенолфталеина).

Параллельно проводят контрольный опыт.

1 мл 0,1 М раствора натрия гидроксида соответствует 1,4 мг аминного азота.

3.5.1.2 Метод йодометрического титрования (метод Попе-Стевенса)

В мерную колбу вместимостью 50 мл помещают точную навеску испытуемого образца, прибавляют 4 мл воды, 0,5 мл 0,1%-ного раствора тимолфталеина, перемешивают и по каплям прибавляют 0,5 М раствор натрия гидроксида до слабого голубого окрашивания. Прибавляют 20 мл суспензии меди фосфата, перемешивают. При исчезновении осадка прибавляют еще 5 мл суспензии меди фосфата, объем раствора в колбе доводят водой до метки, пере-

мешивают и фильтруют через плотный бумажный фильтр (синяя лента). Фильтрат должен быть прозрачным. Отбирают 10 мл фильтрата в коническую колбу, прибавляют 0,4 мл уксусной кислоты ледяной, прибавляют 7,5 мл 10%-ного раствора калия йодида и выделившийся йод титруют 0,01 М раствором натрия тиосульфата. В конце титрования, когда раствор примет соломенно-желтую окраску, прибавляют 1,5 мл раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения появившейся синей окраски.

Параллельно проводят контрольный опыт.

1 мл 0,01 М раствора натрия тиосульфата соответствует 0,28 мг аминного азота.

Примечания:

1. *Приготовление раствора меди(II) хлорида.* В мерную колбу вместимостью 1000 мл помещают 27,3 г меди(II) хлорида, растворяют в 500 мл воды, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают.

2. *Приготовление раствора натрия фосфата.*

А) 68,5 г натрия фосфата додекагидрата помещают в мерную колбу вместимостью 1000 мл, растворяют в 500 мл воды, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают

или

Б) 64,5 г динатрия гидрофосфата додекагидрата помещают в мерную колбу вместимостью 1000 мл, растворяют в 500 мл воды, освобожденной от углерода диоксида кипячением, прибавляют 7,2 г натрия гидроксида, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают.

3. *Приготовление боратного буферного раствора.* В мерную колбу вместимостью 1000 мл помещают 28,6 г натрия тетрабората, растворяют в 750 мл воды, прибавляют 50 мл 1 М раствора хлористоводородной кислоты, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают (рН 8,8).

4. *Приготовление суспензии меди фосфата.* Смешивают 1 объем раствора меди(II) хлорида с 2 объемами раствора натрия фосфата и 2 объемами боратного буферного раствора. Раствор готовят перед использованием.

Контрольные вопросы

1. *Опишите функции желудка.*
2. *Что такое желудочный сок и как он вырабатывается организмом?*
3. *Назовите основные протеолитические ферменты желудочного сока.*
4. *Охарактеризуйте роль соляной кислоты в желудке.*
5. *Опишите процесс пищеварения в желудке.*
6. *Как гидролизуются белки в желудке?*
7. *Как осуществляется регуляция секреции желудочного сока?*
8. *Как определить количество гидролизованного белка?*

9. *Опишите определение аминного азота методами формольного и йодометрического титрования.*

Литература

1. Мезенова, О. Я. Гомеостаз и питание: учебное пособие / О. Я. Мезенова. – Москва: Колос, 2010. – 320 с.

2. Физиология питания: учебник /Л. Ф. Павлоцкая, Н. В. Дуденко, М. М. Эйдельман. – Москва: Высш. шк., 1989. – 368 с.

3. Пищевая химия: Лабораторный практикум: учеб. пособие для вузов / А. П. Нечаев [и др.]. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. – 304 с.

Лабораторная работа № 4

Оценка значимости механического измельчения пищи и пищеварительных соков для процесса переваривания пищи

4.1 Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по оценке механического измельчения пищи, действия слюны и желудочного сока на процесс пищеварения.

4.2 Задачи:

- закрепление знаний по роли жевания и смачивания пищи слюной в процессе пищеварения пищи в ротовой полости человека;
- приобретение умений по оценке эффективности процесса пищеварения в полости рта и желудке под действием различных факторов;
- приобретение навыков по оптимизации процесса пережевывания и повышения эффективности усвоения пищи.

4.3 Теоретическая часть

4.3.1 Пищеварение в полости рта и желудке

Прием пищи: Поступившая в рот пища раздражает рецепторы полости рта. Вкусовые рецепторы расположены преимущественно во вкусовых почках сосочков языка, они участвуют в формировании сладкого, кислого, горького, соленого и смешанного оттенков вкуса.

Импульсы от вкусовых рецепторов поступают в центральную нервную систему (ЦНС). Эфферентные влияния возбуждают секрецию слюнных, желудочных и поджелудочной желез, желчевыделение, изменяют моторную деятельность пищевода, желудка, проксимального отдела тонкой кишки, влияют на кровоснабжение органов пищеварения, рефлекторно усиливают расходы энергии, необходимой для переработки и усвоения. Несмотря на кратковременность пребывания пищи в полости рта (в среднем 15-18 с), с ее рецепторов поступают пусковые влияния почти на весь пищеварительный тракт. Особенно

важны раздражения рецепторов языка, слизистой оболочки рта и зубов в осуществлении пищеварительных процессов в самой полости рта. Здесь пища в процессе жевания измельчается, смачивается и перемешивается со слюной; здесь же формируется ослизненный пищевой комок, предназначенный для глотания.

Жевание. Пища принимается в виде кусков, смесей различного состава и консистенции или жидкостей. В зависимости от этого она либо подвергается механической и химической обработке в полости рта, либо сразу проглатывается. Процесс механической обработки пищи между верхними и нижними рядами зубов с помощью движения нижней челюсти относительно верхней называется *жеванием*. Жевательные движения осуществляются сокращениями жевательных и мимических мышц, мышц языка.

У взрослого человека имеется два ряда зубов. В каждом ряду с каждой стороны имеются резцы, клыки, малые и большие коренные зубы. Резцы и клыки откусывают пищу, малые коренные зубы ее раздавливают, большие коренные зубы растирают. Резцы могут развивать давление на пищу 11-25 кг/см², коренные зубы – 29-90 кг/см². Акт жевания осуществляется рефлекторно, имеет автоматизированные и произвольные компоненты.

Импульсы от рецепторов полости рта в основном по волокнам тройничного нерва передаются в сенсорные ядра продолговатого мозга, ядра зрительного бугра, отсюда – в кору большого мозга. От ствола мозга и зрительного бугра коллатерали отходят к ретикулярной формации. В регуляции жевания принимают участие двигательные ядра продолговатого мозга, красное ядро, черное вещество, подкорковые ядра и кора большого мозга. Совокупность управляющих жеванием нейронов различных отделов мозга называют *центром жевания*. Импульсы от него по двигательным волокнам тройничного нерва поступают к жевательным мышцам. Они осуществляют движения нижней челюсти вниз-вверх, вперед-назад и вбок. Мышцы языка, щек и губ перемещают пищевой комок в полости рта, подают и удерживают пищу между жевательными поверх-

ностями зубов. В координации жевания большую роль играют импульсы от рецепторов жевательных мышц и зубов.

При *жевании* выявляются следующие фазы: покоя, введения пищи в рот, ориентировочная, основная, формирования пищевого комка. Каждая из фаз и весь период жевания имеют различную длительность и характер, что зависит от свойств и количества пережевываемой пищи, возраста, аппетита, с которым принимается пища, индивидуальных особенностей, полноценности жевательного аппарата и механизмов его управления.

Слюноотделение. Значение слюны в пищеварении подробно рассмотрено в лабораторной работе № 2. Оно состоит в смачивании пищи, что способствует ее измельчению и гомогенизации при жевании; растворении питательных и вкусовых веществ, что важно для раздражения вкусовых рецепторов и действия ферментов слюны; ослизнении принятой и пережеванной пищи, что необходимо для формирования пищевого комка и облегченного его проглатывания.

Количество и состав слюны адаптированы к виду принимаемой пищи и режиму питания. На пищевые вещества выделяется более вязкая слюна и ее тем больше, чем суше пища; на отвергаемые вещества и горечи – значительное количество жидкой слюны. Адаптация слюноотделения обеспечивается регуляторными воздействиями на слюнные железы.

Глотание. Жевание завершается глотанием – переходом пищевого комка из полости рта в желудок. Глотание возникает в результате раздражения чувствительных нервных окончаний тройничного, гортанных и языкоглоточного нервов.

Рефлекс глотания состоит из трех последовательных фаз: I – ротовой (произвольной); II – глоточной (быстрой, короткой непроизвольной); III – пищеводной (медленной, длительной непроизвольной).

Во время фазы I из пищевой пережеванной массы во рту формируется пищевой комок объемом 5-15 см; движениями языка он перемещается на его спинку. Произвольными сокращениями передней, а затем средней части языка

пищевой комок прижимается к твердому небу и переводится на корень языка за передние дужки.

Во время фазы II раздражение рецепторов корня языка рефлекторно вызывает сокращение мышц, приподнимающих мягкое небо, что препятствует попаданию пищи в полость носа. Движениями языка пищевой комок проталкивается в глотку. Одновременно происходит сокращение мышц, смещающих подъязычную кость и вызывающих поднятие гортани, вследствие чего закрывается вход в дыхательные пути, что препятствует поступлению в них пищи. Переводу пищевого комка в глотку способствуют повышение давления в полости рта и снижение давления в глотке. Препятствуют обратному движению пищи в ротовую полость поднявшийся корень языка и плотно прилегающие к нему дужки. Вслед за поступлением пищевого комка в глотку происходит сокращение мышц, суживающих ее просвет выше пищевого комка, вследствие чего он продвигается в пищевод. Этому способствует разность давления в полостях глотки и пищевода.

Перед глотанием глоточно-пищеводный сфинктер закрыт, во время глотания давление в глотке повышается до 45 мм рт. ст., сфинктер открывается, и пищевой комок поступает в начало пищевода, где давление не более 30 мм рт. ст. Первые две фазы акта глотания длятся около 1 с. Фазу II глотания нельзя выполнить произвольно, если в полости рта нет пищи, жидкости или слюны. Если механически раздражать корень языка, то произойдет глотание, которое произвольно остановить нельзя. В фазу II вход в гортань закрыт, что предотвращает обратное движение пищи и попадание ее в воздухоносные пути.

Фазу III глотания составляют прохождение пищи по пищеводу и перевод ее в желудок сокращениями пищевода. Движения пищевода вызываются рефлекторно при каждом глотательном акте. Продолжительность фазы III при глотании твердой пищи 8-9, жидкой 1-2 с. В момент глотания пищевод подтягивается к зеву и начальная его часть расширяется, принимая пищевой комок. Сокращения пищевода имеют волновой характер, возникают в верхней его части и распространяются в сторону желудка. Такой тип сокращений называется

перистальтическим. При этом последовательно сокращаются кольцеобразно расположенные мышцы пищевода, передвигая перетяжкой пищевой комок. Перед ним движется волна пониженного тонуса пищевода (релаксационная). Скорость ее движения несколько больше, чем волны сокращения, и она достигает желудка за 1-2 с.

Первичная перистальтическая волна, вызываемая актом глотания, доходит до желудка. На уровне пересечения пищевода с дугой аорты возникает вторичная волна, вызываемая первичной волной. Вторичная волна также продвигает пищевой комок до кардиальной части желудка. Средняя скорость ее распространения по пищеводу 2-5 см/с, волна охватывает участок пищевода длиной 10- 30 см за 3-7 с. Параметры перистальтической волны зависят от свойств проглатываемой пищи. Вторичная перистальтическая волна может быть вызвана остатком пищевого комка в нижней трети пищевода, благодаря чему он переводится в желудок. Перистальтика пищевода обеспечивает глотание и вне содействия ему сил гравитации (например, при горизонтальном положении тела или вниз головой, а также в условиях невесомости у космонавтов).

Прием жидкости вызывает глотание, которое в свою очередь формирует релаксационную волну, и жидкость переводится из пищевода в желудок не за счет пропульсивного его сокращения, а с помощью гравитационных сил и повышения давления в полости рта. Лишь последний глоток жидкости завершается прохождением пропульсивной волны по пищеводу.

Регуляция моторики пищевода осуществляется в основном эфферентными волокнами блуждающего и симпатического нервов; большую роль играет его интрамуральная нервная система.

Вне глотания вход из пищевода в желудок закрыт нижним пищеводным сфинктером.

Пищеварение в желудке. Рассмотрено в лабораторной работе № 3.

Пищеварительными функциями желудка являются депонирование, механическая и химическая обработка пищи и постепенная порционная эвакуация содержимого желудка в кишечник. Пища, находясь в течение нескольких часов

в желудке, набухает, разжижается, многие ее компоненты растворяются и подвергаются гидролизу ферментами слюны и желудочного сока.

Карбогидразы слюны действуют на углеводы пищи, находящиеся в центральной части пищевого содержимого желудка, куда еще не диффундировал желудочный сок, прекращающий действие карбогидраз. Ферменты желудочного сока действуют на белки пищевого содержимого в зоне непосредственного контакта со слизистой оболочкой желудка и на небольшом удалении от нее, куда диффундировал желудочный сок.

Глубина проникновения желудочного сока зависит от его количества и свойств, от характера принятой пищи. Вся масса пищи в желудке не смешивается с соком. По мере разжижения и химической обработки пищи ее слой, прилегающий к слизистой оболочке, движениями желудка перемещается в антральную часть, откуда пищевое содержимое эвакуируется в кишечник. Таким образом, пищеварение в полости желудка осуществляется некоторое время за счет слюны, но ведущее значение имеет секреторная и моторная деятельность самого желудка.

4.3.2 Значение жевания на эффективность пищеварения

Многочисленные исследования ученых разных стран подтвердили, что тщательное пережевывание и проглатывание пищи является неотъемлемой частью правильного пищеварения и профилактики здоровья. Существует несколько основных факторов, подтверждающих данный факт. Некоторые из них приведены ниже.

Нормализация веса. Набор веса в большинстве случаев происходит из-за переедания, ему способствует спешное потребление еды. Человек, стараясь быстрее насытиться, мало уделяет внимания пережевыванию пищи, проглатывает ее плохо измельченной, в результате съедает больше, чем организму действительно нужно. Качественное пережевывание кусочков еды дает возможность насытиться небольшим количеством пищи и не переесть.

Положительное влияние на пищеварительную систему. Тщательно измельченная и хорошо смоченная слюной еда по пищеварительному тракту проходит легко, быстрее переваривается и без проблем выводится. Крупные кусочки задерживаются в кишечнике дольше, требуют большей энергии для переваривания. При жевании пища нагревается, приобретая температуру тела, это делает работу слизистых желудка и пищевода более комфортной.

Как только еда попадает в рот, начинают подаваться сигналы поджелудочной железе и желудку, заставляющие их вырабатывать ферменты и пищеварительные кислоты. Чем дольше еда будет присутствовать во рту, тем более продолжительные сигналы приведут к выработке желудочного сока и ферментов в больших количествах, в результате еда будет переварена качественнее.

Тщательно измельченная еда лучше обеззараживается соляной кислотой, присутствующей в желудочном соке. В результате бактерии, содержащиеся в крупных кусках пищи, остаются невредимыми и поступают в желудок и кишечник, где могут быть причиной гастрита, язвы желудка, дисбактериоза или кишечной инфекции.

Положительное влияние на организм в целом. Качественное, долгое пережевывание пищи сказывается благоприятно не только на пищеварительной системе, а и на всем организме, поскольку:

- улучшает ритм сердечно-сосудистой деятельности;
- укрепляет десны;
- восстанавливает кислотно-щелочной баланс во рту;
- укрепляет зубную эмаль;
- снимает нервно-эмоциональное напряжение;
- снижает риск отравлений.

Медицинскими наблюдениями установлено, что недостаточное пережевывание пищи ведёт к заболеваниям:

- запоры, диареи, метеоризм;
- колики, спазмы, дискомфорт в животе;

- гастрит, язвы;
- дисбактериоз, кишечные инфекции;
- панкреатит;
- желчно-каменные болезни;
- гепатиты, опухоли.

Недуги ведут к депрессии, страданиям. Любая болезнь негативно отражается на обмене веществ и на состоянии всего организма в целом. Люди с такими заболеваниями должны не только следить за содержанием своего питания, но и за его процессом.

4.4 Ход работы

4.4.1 Проанализировать преемственность в работе различных отделов пищеварительного тракта человека на примере створаживания молока под действием механического воздействия в ротовой полости.

Оборудование: две пробирки, водяная баня или термостат, термометр, желудочный сок, свежее молоко.

Последовательность действия:

- В две пробирки наливают по 1 мл свежего молока, 1 мл слюны и 1 мл желудочного сока.
- Содержимое первой пробирки осторожно смешивают, а содержимое второй – тщательно встряхивают, накрыв пробкой, в течение 1,5 мин, имитируя процесс жевания в полости рта.
- Обе пробирки помещают в водяную баню или термостат при температуре 37-38°С на 20 мин, после чего сравнивают характер створаживания молока по величине хлопьев.
- Определить кислотность содержимого в каждой пробирке по методике, приведенной в разд. 4.5.

- Сделать вывод о роли предварительной механической обработки молока для эффективности последующего действия желудочного сока.

4.4.2 Проанализировать преимущество в работе различных отделов пищеварительного тракта человека на примере створаживания молока под действием желудочного сока.

Оборудование: три пробирки, водяная баня или термостат, термометр, желудочный сок, свежее молоко.

Последовательность действия:

- пронумеровать три пробирки и в каждую влить по 1 мл молока;
- внести в первую пробирку 1 мл слюны, во вторую – 1 мл желудочного сока, в третью пробирку – и то, и другое;
- содержимое пробирок легко встряхнуть и поставить в водяную баню или термостат при температуре 37-38°C на 20 мин;
- сравнить характер створаживания молока по величине хлопьев;
- определить кислотность содержимого в каждой пробирке по методике, приведенной в разд. 4.5;
- сделать вывод о значении совместного действия слюны и желудочного сока для обработки молока в желудке.

4.5 Методические указания по выполнению лабораторной работы

4.5.1 Определение кислотности молочных продуктов –

- по ГОСТ Р 54669-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности», который устанавливает титриметрические методы определения кислотности:

- *потенциометрический* (через измерение pH);
- *индикаторный* (с применением индикатора фенолфталеина).

Распространяется на продукты – молоко, молокосодержащий продукт, молочный составной продукт, сливки, простокваша, ацидофилин, кефир, кумыс и другие кисломолочные продукты.

4.5.1.1 Потенциометрический метод

Метод основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия до заранее заданного значения $pH = 8.9$ с помощью блока автоматического титрования и индикации точки эквивалентности при помощи потенциометрического анализатора (pH-метра).

Проведение анализа. Подключают блок автоматического титрования к анализатору согласно инструкции, прилагаемой к блоку. Затем подключают блок и анализатор к сети и прогревают их в течение 10 мин. Заполняют дозатор блока автоматического титрования раствором гидроксида натрия. Согласно инструкции настраивают pH-метр на такой диапазон измерения pH, который включил бы в себя $pH = 8,9$ и устанавливают на блоке значение $pH = 4.0$, начиная с которого подача гидроксида натрия должна вестись по каплям. Устанавливают время выдержки после окончания титрования - 30 с.

10 см^3 (в лабораторной работе – 1 мл содержимого пробирки) анализируемого продукта помещают в стакан вместимостью 50 см^3 , отмеривают 20 см^3 (в лабораторной работе – 2 мл) дистиллированной воды. Смесь тщательно перемешивают.

В стакан помещают стержень магнитной мешалки и устанавливают стакан на магнитную мешалку. Включают двигатель мешалки и погружают электроды потенциометрического анализатора и сливную трубку дозатора блока автоматического титрования в стакан с продуктом. Включают кнопку «Пуск*» блока автоматического титрования, а спустя 2-3 с кнопку «Выдержка». Раствор гидроксида натрия при этом начинает поступать из дозатора блока в стакан с продуктом, нейтрализуя последний. По достижении точки эквивалентности ($pH = 8.9$) и истечении времени выдержки (30 с) процесс нейтрализации автоматически прекращается, а на панели блока автоматического титрования зажи-

гается сигнал «Конец». После этого отключают все кнопки. Проводят отсчет количества раствора гидроксида натрия, затраченного на нейтрализацию.

Кислотность в градусах Тернера находят умножением объема (в см³) раствора гидроксида натрия, затраченного на нейтрализацию определенного объема продукта, на коэффициент 10.

4.5.1.2 Метод с применением индикатора фенолфталеина

Метод основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина.

Проведение анализа. В колбу вместимостью 100 до 250 см³ отмеривают дистиллированную воду 20 см³ (в лабораторной работе – 2 мл) и анализируемый продукт в объеме 10 см³ (в лабораторной работе – 1 мл содержимого пробирки) и три капли фенолфталеина (спиртовой раствор массовой концентрации фенолфталеина 10 г/дм³). Смесь тщательно перемешивают и титруют раствором гидроксида натрия (молярной концентрации 0.1 моль/дм³) до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Кислотность, в градусах Тернера (Т), находят умножением объема, см³, раствора гидроксида натрия, затраченного на нейтрализацию кислот, содержащихся в определенном объеме продукта, на коэффициент 10.

Примечание. Титруемую кислотность молока и молочных продуктов, кроме масла, выражают в условных единицах – градусах Тернера (Т⁰)¹. Под градусами Тернера понимают количество миллилитров 0,1 н. раствора едкого натра (калия), необходимого для нейтрализации 100 мл (100 г) молока или продукта.

Кислотность свежесывороженного молока составляет 16-18 Т⁰. Она обуславливается кислыми солями – дигидрофосфатами и дигидроцитратами (около 9-13 Т⁰), белками – казеином и сывороточными белками (4-6 Т⁰), углекислотой, кислотами (молочной, лимонной, аскорбиновой, свободными жирными и др.) и другими компонентами молока (в сумме они дают около 1-3 Т⁰).

Контрольные вопросы

1. *Опишите пищеварение в полости рта и желудке.*
2. *Какие фазы выделяются при жевании?*
3. *Как действуют карбогидразы слюны на углеводы пищи?*
4. *Охарактеризуйте значение жевания на эффективность пищеварения.*
5. *К каким заболеваниям ведет недостаточное пережевывание пищи?*
6. *Как определить кислотность молочных продуктов?*

Литература

1. Мезенова, О. Я. Гомеостаз и питание: учебное пособие / О. Я. Мезенова. – Москва: Колос, 2010. – 320 с.
2. Амбросьева, Е. Д. Физиология питания / Е. Д. Амбросьева, Г. К. Клееберг. – Москва: Кнорус, 2017. – 240 с.
3. Физиология питания: учебник /Л. Ф. Павлоцкая, Н. В. Дуденко, М. М. Эйдельман. – Москва: Высшая школа, 1989. – 368 с.
2. Пищевая химия: Лабораторный практикум: учеб. пособие для вузов / А. П. Нечаев [и др.]. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. – 304 с.

Лабораторная работа № 5

Оценка кислотности и основности пищевых продуктов рационов питания и их подбор для лечебно-профилактического питания

5.1 Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по подбору рационального соотношения пищевых продуктов, окисляющих и защелачивающих организм.

5.2 Задачи:

- закрепление знаний по кислотности и основности пищевых продуктов, механизму закисления и защелачивания организма;
- приобретение умений по оценке кислотности и основности пищевых продуктов;
- приобретение навыков по проектированию пищевых рационов, сбалансированных по показателям кислотности и основности пищевых продуктов.

5.3 Теоретическая часть

5.3.1 Кисотно-основное состояние организма

Одним из важнейших условий сохранения гомеостаза организма является поддержание в его жидких средах *кисотно-основного состояния (баланса, равновесия)*, т. е. соотношения между активными массами водородных и гидроксильных ионов в узких пределах колебаний. От указанного соотношения зависят активность ферментов и, следовательно, интенсивность и направленность метаболических процессов, проницаемость мембран и чувствительность рецепторов клеток, физико-химические свойства их коллоидов и межклеточных структур и т. д.

Изменения рН среды, характеризующей кислотно-основной баланс, могут вести к нарушениям физиологических процессов. Поэтому величина рН является одной из самых жестких констант: рН капиллярной крови здорового человека колеблется в пределах 7,35-7,45. Это постоянство обеспечивается буферны-

ми системами (бикарбонатной, фосфатной, белковой), функциями легких, почек, печени, желудка, кишечника, интегрированной деятельностью нервной системы.

Нарушения кислотно-основного состояния (ацидозы и алкалозы) могут быть различного происхождения, в том числе могут возникать вследствие либо избыточного, либо недостаточного поступления в организм «кислых» и «щелочных» пищевых продуктов.

В здоровом организме механизмы регуляции кислотно-основного состояния настолько сильны, что рН крови остается постоянной, несмотря на периоды преобладания в рационе тех или иных пищевых продуктов. В кровь регулярно поступает большое количество кислот и оснований, образующихся из продуктов питания и в результате метаболических процессов. Подсчитано, что в норме за сутки «нарабатывается» такое количество кислых соединений, которое примерно в 20 раз превышает уровень оснований, но реакция крови остается слабощелочной. Однако, несмотря на незначительные колебания рН крови, у 31% пожилых людей выявляется компенсированный метаболический ацидоз, который может быть скорректирован питанием.

Целенаправленно подобрав пищевые продукты, можно в некоторой степени воздействовать на неглубокие изменения кислотно-основного баланса, причем важную роль здесь будут играть минеральные макроэлементы.

Минеральные вещества пищи могут оказывать преимущественно кислотное (фосфор, сера, хлор) или щелочное (кальций, магний, натрий, калий) действие на организм.

Кислотную (ацидотическую) направленность имеют высокобелковые продукты со значительным количеством фосфора и серы, из которых при метаболизме образуются кислые эквиваленты фосфорной и серной кислот. Эти кислоты при выделении из организма в виде солей связывают большое количество минеральных щелочных эквивалентов – калия, натрия, кальция. К продуктам, способствующим кислотным сдвигам в организме, относят мясо, рыбу, твердые

сыры, хлеб, крупы, макаронные изделия, бобовые, орехи, арахис, а также яйца, хотя цельные яйца в отличие от яичного белка считаются действующими слабо.

Потенциально *ощелачивающие продукты* – это в основном овощи, фрукты, ягоды (кроме клюквы, брусники), молоко, сливки, пахта, кисломолочные напитки. Последние приводят к сдвигу кислотно-основного баланса в сторону защелачивания из-за высокого содержания кальция и в силу сберегающего эффекта щелочных валентностей за счет молочной кислоты. Органических кислот много во фруктах, ягодах, некоторых овощах. В процессе метаболизма органические кислоты окисляются до диоксида углерода и воды и в таком виде выводятся из организма, вследствие чего в нем сохраняются щелочные валентности за счет освобожденных калия, кальция, натрия и магния. Кроме того, во фруктах, ягодах и овощах много калия, а в некоторых из них – еще и магния с потенциально защелачивающими свойствами.

Характеристика некоторых пищевых продуктов по преобладанию в них кислото- и щелочеобразующих элементов приведена в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Кислотность и основность пищевых продуктов (по: В. Д. Ванханен, В. И. Циприян, 1999)

| Пищевые продукты | Сумма эквивалентов | | Преобладание щелочных (+) или кислотных (-) эквивалентов |
|------------------|--------------------|-----------|--|
| | щелочных | кислотных | |
| Говядина | 26,4 | 33,7 | -7,3 |
| Телятина | 13,1 | 36,1 | -23,0 |
| Свинина | 15,4 | 27,8 | -12,4 |
| Рыба | 19,9 | 22,6 | -2,7 |
| Сельдь соленая | 534,4 | 551,9 | -17,5 |
| Икра | 57,7 | 69,3 | -11,6 |
| Белок яйца | 14,2 | 22,5 | -8,3 |
| Молоко коровье | 13,1 | 11,4 | +1,7 |
| Хлеб | 15,8 | 26,8 | -11,0 |
| Картофель | 13,9 | 8,0 | +5,9 |
| Салат | 21,3 | 7,2 | +14,1 |
| Томаты | 20,7 | 7,1 | +13,6 |
| Огурцы | 70,1 | 38,6 | +31,5 |
| Яблоки | 2,2 | 1,4 | +0,8 |
| Апельсины | 12,6 | 2,9 | +9,7 |

Кислотно-основную направленность необходимо учитывать в некоторых видах питания. Так, рационы лечебно-профилактического питания должны иметь щелочную ориентацию.

5.3.2 Продукты закисляющие и ощелачивающие организм

В табл. 5.2 приведен перечень продуктов питания, степень закисления и ощелачивания которых отмечены условно Н. В. Уокером и Р. Д. Поупу.

Таблица 5.2 – Продукты закисляющие и ощелачивающие (по Н. В. Уокеру и Р. Д. Поупу)

| Продукты 1 | Закисление 2 | Ощелачивание 3 |
|------------------------------|-----------------|-------------------|
| Абрикосы свежие | - | 000* |
| Абрикосы сушеные | - | 0000 |
| Апельсины | - | 000 |
| Арбузы | - | 000 |
| Авокадо | - | 000 |
| Бананы спелые | - | 00 |
| Бананы зеленые | 00 | - |
| Виноград | - | 00 |
| Виноградный сок натуральный | - | 00 |
| Виноградный сок подслащенный | 000 | - |
| Вишни | - | 00 |
| Грейпфрут | - | 0000 |
| Дыни | - | 000 |
| Изюм | - | 00 |
| Инжир сушеный | - | 0000 |
| Клюква | - | 0 |
| Лайм | - | 0000 |
| Лимоны | - | 0000 |
| Манго | - | 0000 |
| Папайя | - | 0000 |
| Персики | - | 000 |
| Сливы компот | 00 | - |
| Сливы сушеные | - | 000 |
| Смородина | - | 000 |
| Сок лимонный натуральный | - | 000 |

* См. условные обозначения в конце табл. 5.2.

Продолжение табл. 5.2

| 1 | 2 | 3 |
|-------------------------------|------|--------|
| Сок лимонный подслащенный | 000 | - |
| Сок апельсиновый натуральный | - | 000 |
| Сок апельсиновый подслащенный | 000 | - |
| Финики | - | 00 |
| Фрукты (почти все) | - | 000 |
| Фрукты, сваренные с сахаром | 0000 | - |
| Чернослив | - | 000 |
| Черешня | - | 000 |
| Ягоды (всякие) | - | 000000 |
| Яблоки свежие | - | 00 |
| Яблоки сушеные | - | 00 |
| Бобы свежие | - | 000 |
| Бобы сушеные | 0 | - |
| Бобы запеченные | 000 | - |
| Брокколи | - | 000 |
| Горох сухой | 00 | - |
| Зеленый горошек | - | 00 |
| Картофель с кожурой | - | 000 |
| Латук | - | 0000 |
| Лук | - | 00 |
| Морковь | - | 0000 |
| Овощные соки | - | 000 |
| Огурцы свежие | - | 0000 |
| Одуванчик (зелень) | - | 000 |
| Пастернак | - | 000 |
| Перцы | - | 000 |
| Петрушка | - | 000 |
| Помидоры свежие | - | 0000 |
| Редис | - | 000 |
| Сельдерей | - | 0000 |
| Свекла свежая | - | 0000 |
| Спаржа | - | 000 |
| Цветная капуста | - | 000 |
| Шпинат сырой | - | 000 |
| Амарант | - | 0 |
| Белый рис | 00 | - |
| Гречиха | 00 | - |
| Дикий рис | - | 0 |
| Киноа | - | 0 |
| Крахмал | 00 | - |
| Мамалыга и кукурузные хлопья | 00 | - |

Продолжение табл. 5.2

| 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------|--------|-----|
| Мука белая | 00 | - |
| Коричневый рис | 0 | - |
| Кукуруза | 00 | - |
| Овсяная крупа | - | 000 |
| Полба | 0 | - |
| Просо | - | 0 |
| Рожь | 00 | - |
| Хлеб черный | 0 | - |
| Хлеб белый | 00 | - |
| Хлеб из проросшей пшеницы | 0 | - |
| Ячневая крупа | 00 | - |
| Ячмень | 0 | - |
| Кефир, простокваша | - | 0 |
| Козий сыр | - | 0 |
| Молоко цельное, Козье молоко | - | 0 |
| Сливки, сливочное масло | 00 | - |
| Соевый сыр, соевое молоко | - | 00 |
| Сыворотка молочная | - | 000 |
| Сыр твердый | 00 | - |
| Сыр мягкий | 0 | - |
| Творог | - | 000 |
| Грецкие орехи, Арахис | 000 | - |
| Земляные орехи | 00 | - |
| Миндаль | - | 00 |
| Кешью | 00 | - |
| Кукурузное масло | 0 | - |
| Льняное масло, льняное семя | - | 00 |
| Пекан | 00 | - |
| Рапсовое масло, оливковое масло | - | 00 |
| Семечки, подсолнечное масло | 0 | - |
| Семена тыквы, тыквенное масло | 0 | - |
| Яйца (в целом) | 000 | - |
| Яйца (белок) | 0000 | - |
| Баранина вареная | 00 | - |
| Баранина тушеная | 0 | - |
| Бекон жирный | 0 | - |
| Бекон тощий | 00 | - |
| Ветчина постная свежая | 00 | - |
| Говядина | 0 | - |
| Дичь | 0-0000 | - |
| Курица, индейка | 00 | - |

| 1 | 2 | 3 |
|--|--------|-----|
| Печень говяжья | ООО | - |
| Свинина нежирная | ОО | - |
| Сало свиное | - | О |
| Цыплята | ООО | - |
| Рыба (всякая) | ОО-ООО | - |
| Мидии | ООО | - |
| Раки | ОООО | - |
| Палтус | ООО | - |
| Устрицы | ОООО | - |
| Белый сахар, коричневый сахар | ОО | - |
| Какао | ООО | - |
| Обработанный мед, Патока | О | - |
| Сахарозаменители (Nutra Sweet, Equal, аспартам, Sweet'n Low) | ООО | - |
| Свежий мед | - | О |
| Сахар-сырец | - | О |
| Шоколад | ООО | - |
| Алкогольные, слабоалкогольные напитки, пиво | ОООО | - |
| Зеленый чай, Имбирный чай | - | ОО |
| Кофе | ОО | - |
| Лимонная вода | - | ООО |
| Сладкие газированные напитки | ОООО | - |
| Травяные чаи | - | ООО |
| Чёрный чай | О | |

Условные обозначения: О – слабое закисление или ощелачивание; ОО – среднее закисление или ощелачивание; ООО – сильное закисление или ощелачивание; ОООО – очень сильное закисление или ощелачивание.

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» научно обосновывает и рекомендует для сохранения кислотно-щелочного равновесия организма *на одну часть кислой пищи употреблять шесть частей щелочной.*

5.4 Ход работы

5.4.1 Проанализировать предлагаемый набор пищевых продуктов на закисляемость и ощелачиваемость организма и составить из них блюда в соответствии с данными Н. В. Уокера и Р. Д. Поупу (табл. 5.2) и рекомендациями ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».

Пищевые продукты: мясо, рыба, яйца, сыр, колбасы, хлеб, кондитерские изделия, сливочное и растительное масло, творог, орехи, крупы, макаронные изделия, картофель, сахар, соль, свежие огурцы и помидоры, цитрусовые, яблоки, сливы, персики, зеленый горошек, фасоль, кабачки, тыква, редис, редька, морковь, свекла, сметана, кисломолочные напитки, молоко.

Оборудование: весы технические, столовые приборы и посуда (ножи, вилки, ложки, тарелки и др.), кастрюли, сковородки, пищевое оборудование (печь кондитерская, печь кондиционная, электроплита, шкаф жарочная, мясорубка, кофемолка, овощерезки, пароконвектомат, миксер и др.).

Последовательность действия:

- Из предложенных пищевых продуктов спроектировать столовые блюда с учетом их уровня закисляемости и ощелачиваемости на организм.
- Рассчитать в спроектированном продукте соотношение условных единиц закисления и ощелачивания, пользуясь табл. 5.2, с учетом рекомендаций ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».
- Кулинарно приготовить спроектированный пищевой продукт, провести оценку его органолептических показателей.
- Определить общую кислотность готового продукта в соответствии с методическими рекомендациями (разд. 5.5.1).

5.5 Методические указания по выполнению лабораторной работы

5.5.1 Определение общей кислотности в пищевых продуктах титрометрическим методом

Под *общей кислотностью* подразумевается содержание в продукте всех кислот и их кислых солей, реагирующих со щелочью при титровании.

Метод определения общей кислотности основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, титрованием раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. Общую кислотность выражают, в зависимости от вида продукта, в градусах Тернера ($^{\circ}T$) или Кеттстофера ($^{\circ}K$)

(в молочных продуктах), а также в процентах какой-либо кислоты (яблочной, пировиноградной, лимонной, уксусной и т. д.).

Один градус Тернера соответствует объему (см³) водного раствора гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³, необходимому для нейтрализации 100 г (100 см³) исследуемого продукта.

Методика проведения

Из подготовленной средней пробы продукта отбирают навеску массой 20 г в стакан или выпарительную чашку и количественно переносят в мерную колбу вместимостью 200 или 250 см³, смывая через воронку дистиллированной водой температурой от 40 до 70°C. Колбу доливают той же водой до 2/3 объема, хорошо перемешивают и настаивают 30 мин, периодически встряхивая, затем охлаждают до комнатной температуры. Содержимое колбы доводят до метки дистиллированной водой комнатной температуры, хорошо перемешивают и фильтруют через сухой складчатый фильтр или вату в сухой стакан или колбу вместимостью 250 см³.

В две конические колбы вместимостью 250 см³ отбирают пипеткой 20-50 см³ фильтрата, прибавляют пять капель спиртового раствора фенолфталеина массовой концентрацией 10 г/дм³ и при непрерывном перемешивании титруют из бюретки 0,1 моль/дм³ (0,1 N) раствором гидроксида натрия или калия до получения слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 30 с. Отмечают объем используемого на титрование реактива.

Общую кислотность (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot K \cdot K_1 \cdot V_0 \cdot 100}{m \cdot V_1},$$

где V – объем раствора гидроксида натрия или калия концентрации (NaOH, KOH) 0,1 моль/дм³ (0,1 N), израсходованный на титрование фильтрата, см; K – коэффициент пересчета на точно 0,1 моль/дм³ (0,1 N) раствор гидроксида натрия или калия; K₁ – коэффициент пересчета на соответствующую кислоту, г/см³: для яблочной – 0,0067; для лимонной – 0,0064; для уксусной –

0,0060; для молочной – 0,0090; для винной – 0,0075; V_0 – объем, до которого доведена навеска, см; m – масса навески продукта, г; V_1 – объем фильтрата, используемого на титрование, см.

Примечание. Вычисления проводят до второго десятичного знака. За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,05%.

Контрольные вопросы

- 1. Охарактеризуйте кислотно-основное состояние организма.*
- 2. Какие продукты закисляют и ощелачивают организм? Опишите механизмы данных эффектов.*
- 3. Каково научно обоснованное рациональное соотношение кислой и щелочной частей пищи?*
- 4. Как правильно составить рацион человека, исходя из необходимости поддержания кислотно-щелочного равновесия организма?*
- 5. Опишите методику определения общей кислотности в пищевых продуктах титрометрическим методом.*

Литература

1. Амбросьева, Е. Д. Физиология питания / Е. Д. Амбросьева, Г. К. Клееберг. – Москва: Кнорус, 2017. – 240 с.
2. Мезенова, О. Я. Гомеостаз и питание: учебное пособие / О. Я. Мезенова. – Москва: Колос, 2010. – 320 с.
3. Матринчик, А. Н. Физиология питания: учебник / А. Н. Матринчик. – Москва: Академия, 2013. – 240 с.

Лабораторная работа № 6

Проектирование белковой продукции повышенной аминокислотной сбалансированности

12.1 Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков расчетного проектирования белковой пищевой продукции повышенной аминокислотной сбалансированности.

12.2 Задачи:

- закрепление знания по значимости белков в питании и расчету их биологической ценности по аминокислотной сбалансированности;
- приобретение умений по подбору источников белка и проектированию белковой продукции, сбалансированного по аминокислотному составу;
- приобретение навыков по оценке белковой составляющей продукта, сбалансированного по аминокислотному составу

12.3 Теоретическая часть

12.2.1 Значимость белков в питании

Белки – основные компоненты пищи, так как являются основой строения любой клетки. Белки в организме выполняют многообразные функции, к основным из которых следует отнести:

- *пластическую*, так как они являются основным строительным материалом клеток, тканей, межтканевого вещества и клеточных мембран;
- *каталитическую*, связанную с тем, что все ферменты (внутриклеточные, пищеварительные и др.) имеют белковую природу;
- *регуляторную* – значительная часть гормонов по своей природе является белками: инсулин, адреналин, гормоны гипофиза и др.;
- *иммунную*, обуславливающую защитные реакции и индивидуальную специфичность каждой особи;
- *транспортную*, так как белки участвуют в переносе кровью кислорода и углекислого газа, углеводов, жиров, некоторых витаминов, минеральных солей через клеточные мембраны и внутриклеточные структуры;

- *генную* – передача генетической информации из поколения в поколение;
- *буферную* – поддержание химического состава и кислотно-щелочного равновесия жидкостей внутренней среды;
- *энергетическую* – источник энергий, превращение в углеводы при их недостатке;
- *механическую* – обеспечение работы всех мышц.

Физиологическая потребность в белке для взрослого населения – от 65 до 117 г/сут для мужчин; от 58 до 87 г/сут для женщин, т. е. примерно 1,0-1,2 г белка на 1 кг массы человека в сутки.

Физиологические потребности в белке детей до 1 года – 2,2-2,9 г/кг массы тела, детей старше 1 года - от 36 до 87 г/сут.

Белковая недостаточность. Алиментарная (пищевая) недостаточность возникает при недостатке белка в пище или его низкой биологической ценности. Она приводит к снижению массы тела, задержке физического и умственного развития, снижению выработки ферментов и гормонов, снижению естественного иммунитета, уменьшению количества кровяных телец.

Избыточное белковое питание. Возникает при длительном избыточном потреблении белка. Вызывает гипертрофию почек и печени, усиливает процессы гниения в кишечнике, способствует нарушению работы центральной нервной системы (ЦНС). Повышенное потребление белков мяса и рыбы способствует поступлению в организм пуриновых оснований и накоплению продукта их обмена – мочевой кислоты. Соли мочевой кислоты откладываются в суставах, хрящах и других тканях, что ведет к подагре и мочекаменной болезни.

Основными составными частями и структурными элементами белковой молекулы являются аминокислоты. Поступив с пищей, белки расщепляются до аминокислот, которые с кровью попадают в клетки и используются для синтеза белков, специфических для организма человека. В процессе синтеза специфических белков имеет значение не только количество поступивших с пищей белков, но и соотношение в них аминокислот. Вследствие того, что белков, совпадающих по аминокислотному составу с белками тканей человека

в естественных пищевых продуктах нет, то для синтеза белков организма следует использовать разнообразные пищевые белки.

В организме человека наблюдается превращение одних аминокислот в другие, которое частично происходит в печени. Однако имеется ряд аминокислот, не образующихся в организме и поступающих только с пищей. Эти аминокислоты называются *незаменимыми (эссенциальными)* и считаются жизненно необходимыми.

Белки делятся на биологически *полноценные* (содержат все незаменимые аминокислоты – 10) и *неполноценные* (отсутствует хотя бы одна незаменимая аминокислота).

Незаменимыми для взрослого здорового человека являются восемь аминокислот: валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин; к незаменимым в последнее время относят гистидин, для детей также незаменимым является аргинин. Две аминокислоты (цистеин и тирозин) являются условно заменимыми, они в организме человека образуются из незаменимых аминокислот (метионина и фенилаланина соответственно) при достаточном поступлении последних с пищей.

Для построения подавляющего большинства белков организма человека требуются все 20 аминокислот, причем в определенных соотношениях. Более того, важно не столько достаточное количество каждой из незаменимых аминокислот, поступающих с пищей, сколько их соотношение, максимально приближенное к таковому в белках организма человека. Нарушение сбалансированности аминокислотного состава пищевого белка приводит к нарушению синтеза собственных белков, сдвигая динамическое равновесие белкового анаболизма и катаболизма в сторону преобладания распада собственных белков организма, в том числе белков-ферментов. Недостаток той или иной незаменимой аминокислоты лимитирует использование других аминокислот в процессе биосинтеза белка. Например, в составе тканевого белка валин, аргинин и триптофан содержатся в равных количествах (1:1:1), но если в пищевом рационе их соотношение составляет 1:1:0,5, то усвоение всех указанных аминокислот происходит по

аминокислоте, содержащейся в минимальном количестве. Следствием этого является неполноценный синтез тканевого белка, а неусвоенные аминокислоты при накоплении в крови в повышенных дозах могут оказать токсическое действие. Кроме своей главной функции – участие в биосинтезе тканевых белков и ферментов – незаменимые аминокислоты выполняют еще и свои сугубо специфические функции. Так, лизин и гистидин связаны с процессом кроветворения, лейцин и изолейцин необходимы для нормальной работы щитовидной железы, фенилаланин – щитовидной железы и надпочечников, метионин оказывает влияние на обмен липидов, обеспечивает антитоксичную функцию печени и играет большую роль в деятельности нервной системы.

Источниками *полноценных белков животного происхождения* являются мясо, рыба, нерыбные объекты промысла, икра, яйца, молоко, творог, сыр, орехи. Основные поставщики *белка растительного происхождения*: бобовые, зерновые крупяные культуры, орехи, семена масличных культур (семечки), картошка.

Белки растительного происхождения имеют меньше незаменимых аминокислот (например, в пшенице 4 из 14 % белка являются полноценными). Сочетанием различных растительных продуктов (табл. 6.1) можно обеспечить поступление в организм всех незаменимых аминокислот (например, фасоль + хлеб + картошка).

В организме лучше усваиваются белки после их тепловой обработки, в результате которой разрушается третичная структура белка. Это облегчает доступ к ней ферментов, отделяются углеводы, инактивируются блокаторы ферментов. Тепловая обработка должна быть оптимальной, иначе снижается биологическая ценность белка.

Таблица 6. 1 – Массовая доля белка в основных пищевых продуктах

| Продукт | Белок, % съедобной части | Продукт | Белок, % съедобной части |
|-----------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| Говядина | 18,6-20,0 | Грибы белые сушеные | 20,1 |
| Баранина | 15,6-19,8 | Орех фундук | 16,1 |
| Свинина мясная | 14,3 | Мука пшеничная | 10,6 |
| Печень говяжья | 17,9 | Мука ржаная сеяная | 6,9 |
| Куры | 18,2-21,1 | Крупа манная | 10,3 |
| Утки | 15,8-17,2 | гречневая | 12,3 |
| Яйца куриные | 12,7 | рисовая | 7,0 |
| Рыба | 16-22 | Хлеб из пшеничной | |
| Колбаса вареная | 12,2 | муки | 7,6-8,1 |
| Сервелат | 24,0 | Хлеб из ржаной муки | 4,7-7,0 |
| Молоко | 2-3 | Макароны высшего | |
| Творог нежирный | 18,0 | сорта | 10,4-11,0 |
| Сыры твердые | 19-31,0 | Капуста | 1,8 |
| | | Морковь | 1,3 |
| | | Свекла | 1,5 |
| | | Картофель | 2,0 |
| | | Горох | 20,5 |
| | | Фасоль | 21,0 |

6.2.2 Показатели качества белка

Полноценность пищевого белка по аминокислотному составу может быть оценена при сравнении его с аминокислотным составом «идеального белка». Для взрослого человека в качестве «идеального белка» применяют аминокислотную шкалу Продовольственного комитета Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ, табл. 6.2). Так называемая «шкала ФАО» содержит минимальные требования к биологической ценности белка, способного удовлетворять потребность в незаменимых аминокислотах у взрослых людей при минимальном уровне требований к качеству жизни. Для оценки биологической ценности белка в продуктах детского питания эта шкала не удовлетворительна – диктуемые ею требования слишком занижены, и при оценке по этой шкале биологической ценности почти любого белка будет 100 % (за исключением некоторых заведомо неполноценных растительных белков).

Качество белка определяется наличием в нем полного набора незаменимых аминокислот в определенном соотношении как между собой, так и с заменимыми аминокислотами (табл. 6.2).

Таблица 6.2 – Содержание незаменимых аминокислот в эталонном белке, согласно рекомендаций ФАО

| Незаменимая аминокислота | Содержание (г) в 100 г «идеального белка» |
|-----------------------------------|---|
| Валин (Вал) | 5 |
| Лейцин (Лей) | 7 |
| Изолейцин (Иле) | 4 |
| Лизин (Лиз) | 5,5 |
| Метионин (Мет) + Цистеин (Цис) | 3,5 |
| Треонин (Тре) | 4,0 |
| Триптофан (Три) | 1,0 |
| Фенилаланин (Фен) + Тирозин (Тир) | 6,0 |

Усвояемость белка – показатель, характеризующий долю абсорбированного в организме азота от общего количества, потребленного с пищей.

Биологическая ценность – показатель качества белка, характеризующий степень задержки азота и эффективность его утилизации для растущего организма или для поддержания азотистого равновесия у взрослых.

Для полного усвоения белка пищи содержание в нем аминокислот должно быть в определенном соотношении, т. е. быть сбалансированным. На основе многолетних медико-биологических исследований, ФАО/ВОЗ был предложен критерий для определения качества белка – эталон, имеющий наилучшую сбалансированность по незаменимым аминокислотам.

В зависимости от биологической ценности различают три группы пищевых белков.

Белки высокой биологической ценности – это белки, содержащие все незаменимые аминокислоты в достаточном количестве, в оптимальной сбалансированности и обладающие легкой перевариваемостью и высокой усвояемостью (более 95 %). К ним относятся белки животного происхождения – яиц, молочных продуктов, мяса, рыбы, морепродуктов.

Белки *средней биологической ценности* содержат все незаменимые аминокислоты, но они недостаточно сбалансированы и усваиваются на 70-80 %.

Неполноценные белки – в них отсутствует одна или несколько незаменимых аминокислот, что приводит к неполному усвоению других аминокислот и всего белка. К ним относят коллаген, эластин (содержатся в соединительной, хрящевой ткани), кератин (волосы, ногти, шерсть), многие белки растительного происхождения. В эластине и коллагене отсутствует триптофан и снижено количество незаменимых аминокислот.

Белок животного происхождения

Источниками полноценного белка, содержащего полный набор незаменимых аминокислот в количестве, достаточном для биосинтеза белка в организме человека, являются продукты животного происхождения (молоко, молочные продукты, яйца, мясо и мясопродукты, рыба, морепродукты). Белки животного происхождения усваиваются организмом на 93-96 %.

Для взрослых рекомендуемая в суточном рационе доля белков животного происхождения от общего количества белков – 50-55 %.

Для детей рекомендуемая в суточном рационе доля белков животного происхождения от общего количества белков – 60 %.

Белок растительного происхождения

В белках растительного происхождения (злаковые, овощи, фрукты) имеется дефицит незаменимых аминокислот. В составе бобовых содержатся ингибиторы протеиназ, что снижает усвоение белка из них. Что касается изолятов и концентратов белков из бобовых, то их аминокислотный состав и усвоение близки к таковым у белка животного происхождения. Белок из продуктов растительного происхождения усваивается организмом на 62-80 %. Белок из высших грибов усваивается на уровне 20-40 %.

Аминокислотный состав некоторых пищевых продуктов приведен в табл. 6.3.

Таблица 6.3 – Аминокислотный состав пищевых продуктов, г на 100 г продукта

| Продукт питание | Аминокислотный состав | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|---------|-----------|--------|-------|----------|--------|-------------|
| | триптофан | треонин | изолейцин | лейцин | лизин | метионин | цистин | фенилаланин |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Авокадо | 0.025 | 0.073 | 0.084 | 0.143 | 0.132 | 0.038 | 0.027 | 0.232 |
| Ананас | 0.005 | 0.019 | 0.019 | 0.024 | 0.026 | 0.012 | 0.014 | 0.021 |
| Спаржа | 0.022 | 0.064 | 0.084 | 0.099 | 0.108 | 0.022 | 0.027 | 0.054 |
| Атлантический лосось | 0.222 | 0.870 | 0.914 | 1.613 | 1.822 | 0.587 | 0.213 | 0.775 |
| Бананы | 0.009 | 0.028 | 0.028 | 0.068 | 0.050 | 0.008 | 0.009 | 0.049 |
| Брокколи | 0.003 | 0.088 | 0.079 | 0.129 | 0.135 | 0.038 | 0.028 | 0.117 |
| Капуста белок | 0.037 | 0.120 | 0.132 | 0.152 | 0.154 | 0.032 | 0.022 | 0.098 |
| Яичница | 0.219 | 0.672 | 0.855 | 1.201 | 0.924 | 0.442 | 0.326 | 0.773 |
| Детальный белый рис | 0.075 | 0.233 | 0.281 | 0.538 | 0.235 | 0.153 | 0.133 | 0.348 |
| Белый длинный рис зерна | 0.083 | 0.255 | 0.308 | 0.589 | 0.258 | 0.168 | 0.146 | 0.381 |
| Белый виноград | 0.007 | 0.012 | 0.007 | 0.013 | 0.017 | 0.070 | 0.070 | 0.041 |
| Говяжья вырезка | 0.193 | 0.833 | 0.939 | 1.517 | 1.571 | 0.445 | 0.215 | 0.769 |
| Грейпфрут | 0.006 | 0.011 | 0.007 | 0.012 | 0.016 | 0.006 | 0.006 | 0.038 |
| Арбуз | 0.007 | 0.027 | 0.019 | 0.018 | 0.062 | 0.006 | 0.002 | 0.015 |
| Горох | 0.037 | 0.203 | 0.195 | 0.323 | 0.317 | 0.082 | 0.032 | 0.200 |
| Фасоль | 0.019 | 0.079 | 0.066 | 0.112 | 0.088 | 0.022 | 0.018 | 0.067 |
| Зимняя капуста | 0.020 | 0.069 | 0.101 | 0.103 | 0.940 | 0.020 | 0.017 | 0.064 |
| Абрикосы | 0.015 | 0.047 | 0.041 | 0.077 | 0.097 | 0.006 | 0.003 | 0.052 |
| Палтус | 0.180 | 0.704 | 0.740 | 1.305 | 1.474 | 0.475 | 0.172 | 0.627 |
| Картофель, не очищенный | 0.032 | 0.075 | 0.084 | 0.124 | 0.126 | 0.033 | 0.026 | 0.092 |
| Цветная капуста | 0.026 | 0.072 | 0.075 | 0.116 | 0.106 | 0.028 | 0.023 | 0.071 |
| Кефаль | 0.217 | 0.848 | 0.092 | 1.573 | 1.777 | 0.573 | 0.207 | 0.755 |
| Киви | 0.015 | 0.047 | 0.051 | 0.066 | 0.061 | 0.024 | 0.031 | 0.044 |
| Огурец | 0.005 | 0.019 | 0.021 | 0.029 | 0.029 | 0.006 | 0.004 | 0.019 |
| Лук | 0.009 | 0.018 | 0.014 | 0.025 | 0.033 | 0.009 | 0.009 | 0.024 |
| Груши | 0.002 | 0.011 | 0.011 | 0.019 | 0.017 | 0.002 | 0.002 | 0.011 |
| Зародыши пшеницы | 0.115 | 0.254 | 0.287 | 0.507 | 0.245 | 0.116 | 0.134 | 0.350 |
| Манго | 0.008 | 0.019 | 0.018 | 0.031 | 0.041 | 0.005 | 0.000 | 0.017 |
| Мандарины | 0.002 | 0.016 | 0.017 | 0.028 | 0.032 | 0.002 | 0.002 | 0.018 |
| Оливки Classic | 0.000 | 0.026 | 0.031 | 0.050 | 0.032 | 0.012 | 0.000 | 0.029 |
| Мясо говядины верхней крупы | 0.212 | 0.916 | 1.033 | 1.670 | 1.729 | 0.490 | 0.237 | 0.847 |
| Мясо с ветчиной | 0.228 | 0.840 | 0.855 | 1.486 | 1.672 | 0.483 | 0.234 | 0.743 |

Продолжение табл. 6.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Морковь | 0.012 | 0.042 | 0.045 | 0.048 | 0.044 | 0.008 | 0.009 | 0.035 |
| Обычно бело- кочанной ка- пусты | 0.012 | 0.042 | 0.061 | 0.063 | 0.057 | 0.012 | 0.010 | 0.039 |
| Овсянка | 0.234 | 0.575 | 0.694 | 1.284 | 0.701 | 0.312 | 0.408 | 0.895 |
| Омар | 0.262 | 0.761 | 0.911 | 1.492 | 1.636 | 0.592 | 0.211 | 0.794 |
| Оранжевые помидоры | 0.008 | 0.029 | 0.027 | 0.042 | 0.042 | 0.010 | 0.015 | 0.030 |
| Куриное мясо окорочка без жира и кожи | 0.235 | 0.850 | 1.063 | 1.551 | 1.710 | 0.557 | 0.258 | 0.799 |
| Куриное мясо окорочка | 0.270 | 0.975 | 1.219 | 1.732 | 1.962 | 0.639 | 0.296 | 0.916 |
| Куриная грудка | 0.241 | 0.870 | 1.087 | 1.545 | 1.750 | 0.570 | 0.264 | 0.817 |
| Куриное мясо с плеча | 0.228 | 0.826 | 1.033 | 1.467 | 1.661 | 0.541 | 0.250 | 0.776 |
| Апельсины | 0.009 | 0.015 | 0.025 | 0.023 | 0.047 | 0.020 | 0.010 | 0.031 |
| Персики | 0.010 | 0.016 | 0.017 | 0.027 | 0.030 | 0.010 | 0.012 | 0.019 |
| Просо | 0.119 | 0.353 | 0.465 | 1.400 | 0.212 | 0.221 | 0.212 | 0.580 |
| Мясо индейки с плеча | 0.235 | 0.919 | 1.074 | 1.646 | 1.947 | 0.598 | 0.215 | 0.820 |
| Яйца 79 г | 0.173 | 0.531 | 0.675 | 0.949 | 0.730 | 0.349 | 0.258 | 0.611 |
| Копченый ло- сось | 0.223 | 0.874 | 0.919 | 1.621 | 1.831 | 0.590 | 0.214 | 0.778 |
| Редис | 0.004 | 0.029 | 0.030 | 0.037 | 0.035 | 0.007 | 0.005 | 0.023 |
| Тунец | 0.261 | 1.023 | 1.075 | 1.896 | 2.142 | 0.690 | 0.250 | 0.911 |
| Розовый ви- ноград | 0.008 | 0.013 | 0.008 | 0.015 | 0.019 | 0.007 | 0.008 | 0.046 |
| Репка | 0.009 | 0.025 | 0.036 | 0.033 | 0.036 | 0.011 | 0.005 | 0.017 |
| Свиная вы- резка | 0.259 | 0.935 | 0.958 | 1.644 | 1.844 | 0.541 | 0.261 | 0.819 |
| Свиные ребра | 0.245 | 0.897 | 0.916 | 1.584 | 1.780 | 0.517 | 0.250 | 0.791 |
| Скумбрия | 0.216 | 0.846 | 0.889 | 1.568 | 1.771 | 0.571 | 0.207 | 0.753 |
| Сладкий жел- тый перец | 0.013 | 0.037 | 0.032 | 0.052 | 0.044 | 0.012 | 0.019 | 0.031 |
| Сладкий зе- леный перец | 0.011 | 0.033 | 0.029 | 0.046 | 0.039 | 0.011 | 0.017 | 0.027 |
| Сладкий красный пе- рец | 0.012 | 0.037 | 0.032 | 0.051 | 0.043 | 0.012 | 0.019 | 0.030 |
| Картофель | 0.020 | 0.082 | 0.082 | 0.121 | 0.081 | 0.041 | 0.013 | 0.099 |
| Слива | 0.009 | 0.010 | 0.014 | 0.015 | 0.016 | 0.080 | 0.002 | 0.014 |
| Рис | 0.006 | 0.024 | 0.023 | 0.033 | 0.030 | 0.006 | 0.012 | 0.018 |
| Шпинат | 0.039 | 0.122 | 0.147 | 0.223 | 0.174 | 0.053 | 0.035 | 0.129 |
| Среднего размера яйца гуся 144 г | 0.406 | 1.148 | 0.932 | 1.711 | 1.483 | 0.899 | 0.445 | 1.310 |
| Лук-порей | 0.012 | 0.063 | 0.052 | 0.096 | 0.078 | 0.018 | 0.025 | 0.055 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Телятина | 0.195 | 0.840 | 0.947 | 1.531 | 1.585 | 0.449 | 0.217 | 0.776 |
| Говядина | 0.204 | 0.881 | 0.993 | 1.605 | 1.662 | 0.471 | 0.228 | 0.814 |
| Тыква | 0.012 | 0.029 | 0.031 | 0.046 | 0.054 | 0.011 | 0.003 | 0.032 |
| Треска | 0.119 | 0.781 | 0.821 | 1.447 | 1.635 | 0.527 | 0.191 | 0.695 |
| Кукуруза | 0.067 | 0.354 | 0.337 | 1.155 | 0.265 | 0.197 | 0.170 | 0.463 |
| Красный помидор | 0.006 | 0.021 | 0.020 | 0.031 | 0.031 | 0.007 | 0.011 | 0.022 |
| Коричневато-красный картофель | 0.018 | 0.055 | 0.058 | 0.086 | 0.101 | 0.031 | 0.021 | 0.180 |
| Красный виноград | 0.011 | 0.022 | 0.011 | 0.022 | 0.027 | 0.009 | 0.010 | 0.019 |
| Красная капуста | 0.010 | 0.040 | 0.035 | 0.045 | 0.045 | 0.015 | 0.010 | 0.025 |
| Карп | 0.200 | 0.782 | 0.822 | 1.449 | 1.638 | 0.528 | 0.191 | 0.696 |
| Щука | 0.214 | 0.839 | 0.882 | 1.555 | 1.758 | 0.566 | 0.205 | 0.747 |
| Яблоки | 0.001 | 0.006 | 0.006 | 0.013 | 0.012 | 0.001 | 0.001 | 0.006 |
| Клубника | 0.005 | 0.022 | 0.021 | 0.039 | 0.016 | 0.004 | 0.000 | 0.001 |

6.2.3 Оценка сбалансированности и биологической ценности белка –

проводится расчетным методом путем определения *аминокислотного сора*. Метод основан на определении количества всех аминокислот содержащихся в исследуемом белке и вычислении процентного содержания каждой из аминокислот по отношению к ее содержанию в стандартном белке, принятом за эталонный белок.

Аминокислотный скор (АС) определяют по формуле (1):

$$\frac{АКиб}{АКэб} \times 100\%, \quad (1)$$

где АКиб – содержание незаменимой аминокислоты (г) в 100 г исследуемого белка; АКэб – содержание незаменимой аминокислоты (г) в 100 г эталонного белка.

Аминокислота, скор (%) которой имеет наименьшее значение, считается *лимитирующей*, а с наименьшим скором – *первой лимитирующей*.

О полноценности белка свидетельствует скор незаменимых аминокислот, близкий к 100 %. Отклонения скоров в большую сторону (> 100 %) также нежелательно, ввиду затрудненной усвояемости таких белков.

Кроме определения аминокислотного сора существуют и другие расчетные показатели, характеризующие биологическую ценность белка:

Коэффициент различия аминокислотного состава (КРАС, %) – показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты (избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды).

Биологическая ценность пищевого белка (БЦ, %) – вычисляется по формуле (2):

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}. \quad (2)$$

Коэффициент утилитарности АМК состава – численная характеристика, достаточно полно отражающая сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону. Данный показатель имеет практическое значение, так как возможность утилизации аминокислот организмом predeterminedена минимальным скором одной из них. Меньшая возможность утилизации незаменимых аминокислот в составе белка пищевого продукта организмами наблюдается тогда, когда их скоры максимальны или наиболее близки к максимуму.

Коэффициент сопоставимой избыточности – также служит для оценки сбалансированности аминокислотного состава по незаменимым аминокислотам, показывая общее количество незаменимых аминокислот, которое не может быть утилизировано из-за взаимной несбалансированности состава по отношению к эталону.

К биологическим методам оценки качества белка относят методы с использованием животных и микроорганизмов. У животных основными показателями оценки качества белка являются: привес (рост) за определенный период времени, расход белка и энергии на единицу привеса, коэффициент перевариваемости, величина задержки азота в организме, доступность аминокислот. Одним из распространенных биологических методов является определение

коэффициента эффективности белка (КЭБ), который представляет собой отношение прибавки массы тела растущего животного (в г) к количеству потребленного белка (в г).

6.3 Ход работы

6.3.1 Проанализировать предлагаемый набор пищевых продуктов на аминокислотную сбалансированность белков, спроектировать и изготовить пищевое блюдо, сбалансированное по аминокислотному составу, в соответствии с составом «идеального» белка, рекомендованного ФАО/ВОЗ.

Пищевые продукты: мясо, рыба, яйца, сыр, колбасы, хлеб, кондитерские изделия, сливочное и растительное масло, творог, орехи, крупы, макаронные изделия, картофель, сахар, соль, свежие огурцы и помидоры, цитрусовые, яблоки, сливы, персики, зеленый горошек, фасоль, кабачки, тыква, редис, редька, морковь, свекла, сметана, кисломолочные напитки, молоко.

Оборудование: весы технические, столовые приборы и посуда (ножи, вилки, ложки, тарелки и др.), кастрюли, сковородки, пищевое оборудование (печь кондитерская, печь кондиционная, электроплита, шкаф жарочный, мясорубка, кофемолка, овощерезки, пароконвектомат, миксер и др.).

Последовательность действия:

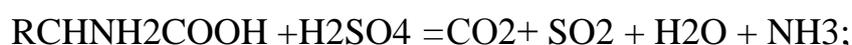
- Рассчитать показатели качества белков предложенных продуктов: аминокислотный скор (формула 1) и биологическую ценность (формула 2), пользуясь данными табл. 6.1 и 6.3.
- Сделать вывод о полноценности белков относительно «идеального» белка (табл. 6.2), наличии лимитирующих аминокислот, избытке и недостатке в отдельных сырьевых источниках.
- Из предложенных пищевых продуктов теоретически спроектировать столовое блюдо с белковой составляющей с потенциально повышенной аминокислотной сбалансированностью (табл. 6.3).

- Рассчитать содержание белка в отобранных для блюда отдельных продуктах, пользуясь данными табл. 6.1 с учетом количества продуктов в рецептуре блюда.
- Рассчитать суммарное содержание белка в готовом блюде с учетом количественной доли отдельных продуктов и содержания белка в каждом из них.
- Рассчитать скор суммарного белкового компонента в спроектированном блюде, пользуясь рассчитанными значениями отдельных скоров отдельных продуктов и учитывая в них содержание белка и их массовую долю в готовом блюде.
- Определить расчетным методом биологическую ценность белков в отдельных продуктах и готовом блюде.
- Кулинарно приготовить спроектированный пищевой продукт, провести оценку его органолептических показателей.
- Определить содержание белка в готовой продукции и сравнить полученное значение с расчетным (разд. 6.5.1).

6.4 Методические указания по выполнению лабораторной работы

6.4.1 Определение массовой доли белка методом Кьельдаля

Метод основан на минерализации навески продукта при нагревании с концентрированной серной кислотой в присутствии катализаторов. При этом углерод и водород органических соединений окисляются до диоксида углерода и воды, азот, освобождаемый в виде аммиака, соединяется в колбе с серной кислотой, образуя сульфат аммония. Схематично происходящие реакции могут быть представлены следующим образом:



На последующей стадии дистилляции раствор сульфата аммония обрабатывают концентрированным раствором гидроксида натрия, при этом аммиак

освобождается и улавливается титрованным раствором серной кислоты. Избыток серной кислоты оттитровывают раствором гидроксида натрия. Метод Кьельдаля применяют в нескольких модификациях, отличающихся в основном условиями минерализации. Для ускорения процесса вводят различные катализаторы: оксид меди, селен, свинец и другие, повышают температуру кипения серной кислоты добавлением солей, сульфата калия или натрия, сочетают добавление катализатора и солей при сжигании навески.

Методом Кьельдаля в любой модификации определяется количество общего азота. Массовая доля белка вычисляется умножением полученной величины общего азота на переводной коэффициент 6,25, исходя из того, что в белках в среднем содержится 16 % азота. Условность полученных результатов при таком пересчете очевидна, так как не весь азот пищевого продукта находится в форме белка и, кроме того, процентное содержание азота в белках подвержено колебаниям как в сторону повышения, так и в сторону понижения от 16 %. В некоторых продуктах азотистые вещества небелкового характера достигают значительных количеств (мышечная ткань рыбы – 15 %, мясо животных – 10-16 % от общего количества азотистых веществ).

Следовательно, для получения более точных результатов необходимо либо при пересчете общего азота на белок использовать различные коэффициенты в зависимости от процентного содержания азота в белках отдельных продуктов: мясо и овощи – 6,25; пшеница, рожь, горох и др. – 5,7; гречиха, рис – 6,0; молоко – 6,37 и т. д., либо белковый азот определять отдельно специальными методами.

Техника определения

В колбу Кьельдаля помещают последовательно несколько стеклянных бусинок или кусочков фарфора, около 10 г серно-кислого калия, 0,04 г серно-кислой меди, 5 г продукта, взвешенного с точностью 0,01 г. В колбу добавляют 20 см³ серной кислоты, вливая осторожно по стенкам колбы, смывая с них капли молока. Колбу закрывают грушеобразной стеклянной пробкой и осторожно круговыми движениями перемешивают содержимое колбы.

Колбу ставят на нагревательный прибор в наклонном положении под углом 45° и осторожно нагревают.

Продолжают нагревание колбы до тех пор, пока не прекратится пенообразование и содержимое колбы не станет жидким.

Затем сжигание продолжают при более интенсивном нагревании. Степень нагревания считают достаточной, когда кипящая кислота конденсируется в середине горловины колбы Кьельдаля.

Время от времени содержимое колбы перемешивают, смывая обуглившиеся частицы со стенок колбы. Нагревание продолжают до тех пор, пока жидкость не станет совершенно прозрачной и практически бесцветной (при применении в качестве катализатора окиси ртути) или слегка голубоватой (при применении и качестве катализатора серно-кислой меди).

После осветления раствора нагревание продолжают в течение 1,5 ч, после чего колбе дают остыть до комнатной температуры. Добавляют

150 см^3 дистиллированной воды и несколько кусочков свежeproкаленной пемзы, перемешивают и снова охлаждают.

В коническую колбу отмеривают 50 см^3 раствора борной кислоты, добавляют 4 капли индикатора и перемешивают. Коническую колбу соединяют с холодильником с помощью аллонжа и резиновой пробки так, чтобы конец аллонжа был ниже поверхности раствора борной кислоты в конической колбе. Колбу Кьельдаля соединяют с холодильником при помощи каплеуловителя, проходящего через одну пробку с делительной воронкой. Градуированным цилиндром отмеривают 80 см^3 раствора гидроокиси натрия (при применении в качестве катализатора красной окиси ртути используют раствор гидроокиси натрия, содержащий сульфид натрия) и через делительную (или капельную) воронку вносят его в колбу Кьельдаля. Сразу же после выливания раствора закрывают кран делительной воронки для избежания потери образующегося аммиака.

Содержимое колбы Кьельдаля осторожно смешивают круговыми движениями и нагревают до кипения. При этом необходимо избегать пенообразования.

Продолжают перегонку до тех пор, пока жидкость не начнет вскипать толчками. При этом регулируют степень нагрева так, чтобы время дистилляции было не менее 20 мин. Убедиться в полноте перегонки аммиака можно путем дополнительной перегонки в новую порцию борной кислоты (20 см³) в течение 5 мин. Окраска раствора борной кислоты должна оставаться без изменения. При перегонке не допускают нагревание раствора борной кислоты в конической колбе. Слишком сильное охлаждение (ниже +10°C) также нежелательно, так как оно может вызвать переброс жидкости из конической колбы в колбу Кьельдаля.

Перед окончанием перегонки опускают коническую колбу так, чтобы конец аллонжа оказался над поверхностью раствора борной кислоты, и продолжают перегонку в течение 1-2 мин.

Прекращают нагревание и отсоединяют аллонж. В коническую колбу смывают внешнюю и внутреннюю поверхности аллонжа небольшим количеством дистиллированной воды.

Титруют дистиллят раствором соляной кислоты до перехода зеленого цвета в серый. При избытке титранта раствор приобретает фиолетовый цвет.

Параллельно проводят контрольный анализ так же, как и основной, применяя 5 см³ дистиллированной воды вместо продукта.

Параллельно проводят контрольный анализ, используя вместо молока 5 см³ дистиллированной воды.

Массовую долю белка X в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{1,4 \cdot N(V_1 - V_0) \cdot 6,38}{m},$$

где 1,4 – количество азота, эквивалентное 1 см³ раствора соляной кислоты с молярной концентрацией с (HCl)=0,1 моль/дм³, мг/см³; N – коэффициент, численно равный величине молярной концентрации раствора соляной кислоты, выраженный мг/см³; V₁ – объем раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование дистиллята в основном анализе, см³; V₀ – объем раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование дистиллята в контрольном

анализе, см³; 6,38 – коэффициент пересчета массовой доли общего азота на массовую долю общего белка; m – масса молока, взятая на анализ, г.

За окончательный результат испытания при анализе по Кьельдалю принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,03%.

Контрольные вопросы

- 1. Опишите значимость белков в питании.*
- 2. Что такое биологическая ценность белка и какими показателями она измеряется?*
- 3. Опишите значимость незаменимых аминокислот для организма.*
- 4. Охарактеризуйте белковые продукты в питании.*
- 5. Как правильно подобрать белковую пищу в питании?*
- 6. Как определить массовую долю белка методом Кьельдаля?*

Литература

1. Амбросьева, Е. Д. Физиология питания / Е. Д. Амбросьева, Г. К. Клееберг. – Москва: Кнорус, 2017. – 240 с.
2. Мезенова, О. Я. Гомеостаз и питание: учебное пособие / О. Я. Мезенова. – Москва: Колос, 2010. – 320 с.

Лабораторная работа № 7

Подбор пищевых продуктов лечебно-диетического питания

7.1 Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по организации и технологии лечебного и диетического питания.

7.2 Задачи:

- закрепление знаний по лечебному и диетическому питанию;
- приобретение умений по подбору пищевых продуктов для лечения и профилактики заболевания человека;
- приобретение навыков по оценке щадящего эффекта и пищевой ценности спроектированных пищевых продуктов и блюд лечебно-диетического питания.

7.3 Теоретическая часть

7.3.1 *Лечебное и диетическое питание*

Правильно организованное и построенное на современных научных основах *лечебное и диетическое питание* является гарантом нормального течения процессов роста и развития организма.

Изменяя характер питания, можно регулировать обмен веществ в организме и тем самым активно воздействовать на течение болезни.

Диетическими мероприятиями или совсем устраняются из питания определенные вредные пищевые вещества, или обеспечивается их щадящее воздействие. Например, при сахарном диабете, когда изменяется нарушение усвоения углеводов, устраняют из пищи простые сахара либо ограничивают включение продуктов, богатых крахмалом. В некоторых случаях заменяют простые сахара на сахарозаменители. При гастритах с гиперсекрецией желудочного сока из пищевого рациона исключают пищевые вещества, которые являются сильными раздражителями желудочно-кишечной секреции.

Щажение – основной принцип диетического питания. Различают три его вида: механическое, химическое, термическое.

Механическое щажение достигается главным образом путем измельчения пищи, а также соответствующим способом тепловой обработки – измельчение пищи в вареном виде (на пару или в воде).

Химическое щажение достигается путем исключения из рациона или ограничения тех пищевых веществ, которые могут нарушить функции больного органа, а также за счет изменения способа кулинарной обработки.

Термическое щажение – исключение из пищи сильных термических раздражителей, т. е. очень холодной или очень горячей пищи. Температура первых и вторых горячих блюд не должна быть выше 60°C, закусок и напитков – не ниже 15°C. Горячие блюда обладают сокогонным действием и ослабляют моторику желудка, холодные – снижают секрецию желудка, усиливают моторику. Применяется в основном при желудочно-кишечных заболеваниях.

При назначении той или иной диеты необходимо учитывать общее воздействие продуктов и блюд на желудочно-кишечный тракт. Например:

- продукты, которые быстро покидают желудок (молоко, молочные продукты, яйцо всмятку, фрукты и ягоды);
- медленно усваивающиеся продукты (свежий хлеб, тугоплавкие жиры, жареное мясо, бобовые);
- обладающие выраженным сокогонным действием – азотистые экстрактивные вещества (мясо, рыба, грибы (бульоны из них), сыр, специи, капуста, огурцы, копчености);
- обладающие слабым сокогонным действием (молоко и молочные продукты, вареные овощи и фрукты, отварное мясо, зеленый горошек, сливочное масло, свежий творог, яйцо всмятку);
- оказывающие послабляющее действие (чернослив, растительное масло, ксилит, сорбит, холодные овощные блюда, холодные овощные соки, сладкие напитки, овощи и фрукты, однодневный кефир, холодная минеральная вода, хлеб из муки грубого помола);

- обратное действие (горячие блюда, кисели, рисовая и манная каша, мучные блюда, какао, кофе, шоколад);
- обладают желчегонным действием (растительное масло, особенно оливковое, овощи, богатые растительной клетчаткой, помидоры, тертая редька с растительным маслом, свекла, сорбит, ксилит);
- вызывают метеоризм (бобовые, свежий хлеб, особенно ржаной, капуста белокочанная, цельное молоко);
- возбуждают ЦНС (мясные и рыбные навары, сыр, какао, кофе, крепкий чай, пряности, специи).

При некоторых заболеваниях (ожирение, атеросклероз, гипертоническая болезнь и др.) применяют разгрузочные диеты, цель которых обеспечить наиболее полное щажение пораженных органов и систем, способствовать нормализации обмена веществ и выведению из организма чрезмерного количества неблагоприятно действующих веществ. Это достигается путем резкого снижения энергетической ценности рациона и содержания пищевых веществ, отягощающих работу больных органов.

Большое значение в диетическом питании имеет режим питания. Увеличивается разовость питания до пяти, соответственно уменьшаются промежутки между приемами пищи (до 3-4 ч). В связи со снижением аппетита у больных необходимо четко соблюдать время приема пищи, исключение составляет диета № 1 (при гастритах с повышенной секрецией желудочного сока) и диета № 8 (ожирение). При ряде диет рекомендуется более равномерное распределение калорийности по приемам пищи. Важное значение имеет ассортимент блюд, кулинарная обработка пищи, которая улучшает вкусовые качества и обеспечивает все виды щажения, сохраняет биологическую ценность рациона и оптимальную усвояемость пищевых веществ.

7.2.2 Характеристика основных лечебных диет

Лечебные диеты назначаются в соответствии с функциональными, обменными и другими нарушениями в организме. Правильно подобранное лечеб-

ное питание усиливает действие терапевтических средств, способствует выздоровлению и препятствует переходу заболевания в хроническую форму.

В лечебных диетах, кроме правильного подбора продуктов, важно соблюдать технологию кулинарной обработки, температуру пищи при употреблении больным, время и количество приемов пищи.

Общие принципы лечебной диеты не должны меняться, если прошло обострение заболевания. И в первую очередь это относится к продуктам, которые исключаются из питания. Недостаток витаминов можно восполнять аптечными витаминными препаратами. Алкогольные напитки запрещены во всех диетах, разрешить их употребление может только лечащий врач.

Если у одного больного сразу два заболевания, требующие диетического питания, то в таком случае соблюдаются принципы обеих лечебных диет. Например, если у больного сахарным диабетом обострилась язвенная болезнь желудка, то ему назначают диету №1 и исключают все продукты, противопоказанные при сахарном диабете.

Лечебные диеты по номерам:

В санаторно-курортных учреждениях в лечебном питании России используется номерная система лечебных диет при различных заболеваниях.

- *Диета 1, 1а, 1б* – язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки с повышенной кислотностью.
- *Диета 2* – хронический гастрит, острые гастриты, энтериты и колиты, хронические энтероколиты с пониженной кислотностью.
- *Диета 3* – хронические заболевания кишечника с запорами при нерезком обострении.
- *Диета 4* – резкое обострение хронических заболеваний кишечника с сильным поносом, после операции на кишечнике.
- *Диета 4б* – заболевания кишечника на стадии улучшения, резкое и нерезкое обострение хронических заболеваний кишечника с поражением других пищеварительных органов.
- *Диета 4в* – переход на рациональное питание при выздоровлении от острых и хронических заболеваний кишечника в сочетании с другими болезнями органов пищеварения.
- *Диета 5* – цирроз печени, гепатит, холецистит в период выздоровления; хронический холецистит, гепатит, желчнокаменная болезнь вне обострения и без выраженных болезней желудка и кишечника.

- *Диета 5а* – назначается при остром гепатите и холецистите в начальной стадии, заболеваниях печени и желчных путей вместе с воспалением желудка и кишечника, язвой желудка или двенадцатиперстной кишки.
- *Диета 5в* – хронический панкреатит в период выздоровления.
- *Диета 6* – мочекаменная болезнь с камнями, подагра.
- *Диета 7* – хронический нефрит без почечной недостаточности и обострений, в период выздоровления после обострения, начиная с 3-4-й недели лечения, пиелонефрит, гломерулонефрит.
- *Диета 7а* – хронический нефрит с резко выраженной недостаточностью почек, острый нефрит в тяжелой и средней форме с начала болезни.
- *Диета 7б* – назначается после диеты 7а или при нефрите в легкой форме, при хроническом нефрите с умеренной почечной недостаточностью.
- *Диета 7в* – нефротический синдром при хронических почечных заболеваниях.
- *Диета 7г* – конечная стадия почечной недостаточности, при гемодиализе.
- *Диета 8* – ожирение основное или сопутствующее, не нуждающееся в специальных диетах.
- *Диета 9* – сахарный диабет в легкой и средней форме, назначается также при подборе доз инсулина или других лекарств.
- *Диета 10, 10а* – заболевания сердечно-сосудистой системы при степени недостаточного кровообращения.
- *Диета 10и* – инфаркт миокарда.
- *Диета 10с* – гипертония, ишемическая болезнь сердца, атеросклероз сосудов сердца, головного мозга и других органов.
- *Диета 11* – туберкулез легких, костей, лимфоузлов, суставов при нерезком обострении или затухании, истощение после операций, травм, при отсутствии заболеваний органов пищеварительного тракта.
- *Диета 12* – заболевания нервной системы.
- *Диета 13* – инфекционные заболевания.
- *Диета 14* – почечнокаменная болезнь с отхождением камней.
- *Диета 15* – другие заболевания, не требующие специальных диет, без нарушения работы пищеварительной системы, для перехода к обычной пище в период выздоровления и после применения лечебных диет.

ДИЕТА 1

Назначается при язве желудка, двенадцатиперстной кишки, с хроническим гастритом и повышенной или нормальной кислотностью в период обострения, с острым гастритом в фазе выздоровления.

Включает жидкую и протёртую еду, которая оказывает щадящее действие на слизистую оболочку желудка и двенадцатиперстной кишки. При улучшении состояния можно давать не протертую вареную пищу. Добавляют витамины группы В, А, С. Необходимо ограничить употребление поваренной соли до 8 г в сутки, питание частое, 5-6 раз в день, малыми порциями, хорошо

пережевывая. Температура пищи обычная, избегать слишком горячей или холодной пищи. Готовятся блюда отварные или приготовленные на пару.

Рекомендуемые продукты:

- *Хлеб* пшеничный 1-го и 2-го сорта, не сдобное печенье. Хлеб не жей выпечки или сухари.
- *Супы*: молочный с крупой или вермишелью, суп-пюре из моркови, картофеля.
- *Вторые блюда из мяса и птицы*: приготовленные на пару котлеты, фрикадельки из не жирной говядины, курица отварная.
- *Вторые блюда из рыбы*: судак, окунь, треска, хек – отварные, паровые котлеты. Используются нежирные сорта рыбы.
- *Гарниры из овощей*: кабачки, тыква, картофель, морковь – все протертое.
- *Каши* – из дробленых круп – риса, гречки, овса и манки.
- *Вермишель*, лапша отварные.
- *Яйца* всмятку или паровой омлет. 2 яйца в день.
- *Молочные продукты*: молоко цельное или сухое, сливки, свежая некислая сметана (в небольших количествах), свежий некислый протёртый творог, простокваша однодневная.
- *Соусы*: молочный или молочно-яичный, фруктово-ягодные подливки. Пряности противопоказаны. Мука не пассеруется.
- *Фрукты и ягоды*: груши, яблоки без кожуры (или запеченные), бананы, черешня, земляника и соки из них.
- *Третьи блюда*: кисель, желе – фруктовые и молочные; чай слабый, с молоком, сливками. Варенье, мёд.
- *Жиры*: масло сливочное, подсолнечное, оливковое. Добавлять в готовое блюдо, не жарить на них.

Из рациона нужно исключить:

Свежий хлеб, сдобная выпечка. Бульоны мясные, рыбные, грибные; борщи и окрошка. Жирное мясо и птица, консервы, копчёные продукты. Кислые молочные продукты, острые и солёные сыры. Ограничивается сметана. Яйца жареные и вареные вкрутую. Крупы: пшено, ячневая, кукурузная, перловая, горох, макароны цельные. Овощи: капуста, редька, редиска. Также щавель, шпинат, лук, огурцы. Солёные, квашеные и маринованные овощи, овощные консервы, грибы. Кислые фрукты и ягоды, не протертые сухофрукты. Шоколад, мороженое, газированные напитки, квас, кофе. Хрен, горчица, перец.

ДИЕТА 1а

Назначается при лечении: острого гастрита со 2-го по 4-й день, резкого обострения язвы желудка и двенадцатиперстной кишки в первые 6-8 дней.

Рекомендуемые продукты:

- *Молоко* – 4-5 стаканов.

- *Супы* крупяные, молочные с маслом.
- *Каши* молочные жидкие протертые.
- *Яйца* всмятку или паровой омлет.
- *Паровое суфле* из нежирного мяса и рыбы.
- *Сливки*, сливочное масло или оливковое – 70-80 г в день.
- *Кисель* ягодный, молочный.
- Морковный или фруктовый *соки*.
- *Отвар* шиповника, некрепкий чай с молоком.
- *Сахар* – до 50 г в день.
- *Соль* не более 5-8 г с учетом содержания её в продуктах.
- *Свободной жидкости* не более 1,5 л.
- *Витамины*: А, С, В1, В2, РР.

При постельном режиме прием пищи через каждые 2-3 ч. При плохой переносимости молока, рекомендуется давать его небольшими порциями, разбавляя слабым чаем.

ДИЕТА 16

Назначается: после диеты 1 при гастрите в острой форме; после диеты 1а при хроническом гастрите в стадии затухания обострения с повышенной кислотностью или при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

Рекомендуемые продукты:

все блюда, входящие в диету 1а, а также паровые мясные и рыбные котлеты, молочные протертые супы с рисовой, перловой, ячневой крупой, с протертыми овощами. Каши на молоке протертые, пшеничные сухари – до 100 г. Прием пищи 6 раз в день.

ДИЕТА 2

Назначается при остром и хроническом колите и энтероколите с пониженной кислотностью после обострения без сопутствующих болезней: поджелудочной железы, печени, желчных путей.

Рекомендуемые продукты:

- *Хлеб* пшеничный, подсушенный.
- *Печенье* сухое, не сдобные сухари.
- *Протертые супы*: на мясном бульоне, грибном, рыбном, овощном с манной крупой, вермишелью, овощами (кроме бобовых).
- *Блюда из мяса и птицы*: нежирные говядина, курица, индейка, кролик, язык. Ограниченное количество нежирной свинины и баранины. Все блюда из рубленого мяса, приготовленные на пару, вареные или тушеные.
- *Овощные гарниры*: картофель (в небольшом количестве), морковь, тыква, кабачки. Отварные, приготовленные на пару или запеченные и протертые.

- *Гарниры из круп и макарон* готовятся на воде, молоке наполовину с водой.
- *Яйца* – одно в день. Готовят омлет, яичницу, сваренные всмятку.
- *Фрукты и ягоды*: кисель и мусс из свежих и сушеных фруктов и ягод, яблоки печеные.
- *Сладкое*: мармелад, зефир.
- *Молочные продукты*: нежирный творог, кефир, ацидофилин, сметана, сыр неострый протёртый.
- *Соусы* готовят на овощном бульоне.
- *Пряности*: лавровый лист, ванилин, корица.
- *Закуски*: рыба заливная, сосиски, нежирная ветчина, холодец нежирный, сельдь, вымоченная в молоке.

Из рациона нужно исключить:

Хлеб: ржаной, сдобная выпечка. Супы: из бобовых (горох, фасоль), из молока, из пшена и окрошку. Мясо: любое жирное мясо, птица. Консервы, копчености. Жирная, солёная, копчёная рыба. Яйца вкрутую. Сырые непротертые овощи: репа, редька, редис, щавель, огурцы, лук, чеснок, перец, грибы. Солёные и маринованные овощи. Фрукты и ягоды: красная смородина, малина, крыжовник, финики. Шоколад. Мороженое. Горчица, перец, хрен. Виноградный сок, квас. Сало свиное, жиры — говяжий, бараний, кулинарный.

ДИЕТА 3

Назначается больным с хроническими заболеваниями кишечника с запорами при не резком обострении.

Пищу принимают 4-6 раз в день. Готовят её на пару или отваривают, запекают. Овощи и фрукты употребляют сырыми. Температура блюд от 15 до 62°C.

Рекомендуемые продукты:

- *Хлеб пшеничный* грубого помола, *пироги* из несдобного теста с мясом, яблоками, повидлом в ограниченном количестве.
- *Супы* на мясном, рыбном бульоне, овощном отваре, борщ, суп фруктовый.
- *Мясо*: нежирное говядина, телятина, курица, индейка.
- *Рыба* свежая: лещ, судак, треска, хек, щука, карп вареная, запеченная куском или рубленая.
- *Колбаса* докторская, ветчина нежирная.
- *Овощи*: морковь, свекла, помидоры, тыква, кабачки, цветная капуста – в салатах и винегретах с растительным маслом, в гарнирах, запеканках, отварные. Можно при хорошей переносимости белокочанную капусту, зеленый горошек, стручковую фасоль – вареные.
- *Каши* рассыпчатые на воде с добавлением молока: гречневая, пшенная.
- *Яйца* всмятку, в омлетах, в блюдах.

- *Молочные продукты*: кефир, ряженка, ацидофилин, простокваша, творог для пудингов и ватрушек, молоко и некислая сметана в блюдах, сыр неострый.
- *Фрукты и ягоды*: свежие, в блюдах, соки из них.
- *Сухофрукты, варенье, джем, сахар, мед*.
- *Зелень*: петрушка, укроп, сельдерей.
- *Белый соус*.
- *Чай и отвар шиповника*.
- *Масло сливочное* в блюдах.
- *Растительные жиры* только при хорошей переносимости.

Из рациона нужно исключить:

Хлеб и мучные изделия высшего сорта, протертые каши, кисель, шоколад, какао, кофе и крепкий чай, грибы, чеснок и лук, редька, редис и репа, жиры: говяжий, свиной, бараний. Копчености и острые блюда. Сладости: варенье, мед, мармелад, молочная карамель, пастила. Острые соусы и приправы: перец, горчица, хрен.

ДИЕТА 4

Назначается при резком обострении хронических заболеваний кишечника с сильным поносом, после операции на кишечнике.

Рекомендуемые продукты:

- *Сухари* из пшеничного хлеба.
- *Супы* на обезжиренном мясном, рыбном бульоне с добавлением слизистых отваров из перловой и рисовой круп, протертого мяса.
- *Нежирное мясо и птица* – котлеты и фрикадельки из них.
- *Рыба свежая*, сваренная на пару.
- *Творог* свежеприготовленный. Все остальные молочные продукты исключаются.
- *Яйца* всмятку или паровой омлет.
- *Каша*: рисовая, гречневая, овсяная, сваренные на воде.
- *Чай зеленый, кофе, какао* на воде.

ДИЕТА 5

Назначается при циррозе печени, гепатите, холецистите в период выздоровления; хроническом холецистите, гепатите, желчнокаменной болезни, вне обострения и без выраженных болезней желудка и кишечника.

Лечебная диета 5 противодействует ожирению печени и одновременно способствует накоплению в ней гликогена, стимулирует желчеотделение и перистальтику кишечника. Лечебное питание в диете 5 содержит достаточное количество белков, легкоусвояемых углеводов, жидкости и пищевых волокон. А содержание продуктов, богатых холестерином и поваренной солью, ограничи-

вается. Переохлаждённая еда нежелательна. Все блюда готовятся на пару или отварные.

Рекомендуемые продукты:

- *Супы* вегетарианские с крупой, овощами, молочные, фруктовые, борщ вегетарианский, свекольник.
- *Вторые блюда:* говядина нежирная, кролик, нежирная курица и индейка без кожи, рыба. Допускаются паровые котлеты, фрикадельки.
- *Блюда и гарниры из овощей:* овощи в свежем виде, отварные, тушеные, квашеные (не кислые).
- *Закуски:* салаты из свежих овощей с растительным маслом или сметаной, винегрет (без лука и уксуса), икра из кабачков.
- *Рыба:* отварная, нежирная; морепродукты, нежирная колбаса.
- *Неострый, нежирный сыр.*
- *Крупы:* любые каши на молоке, особенно гречневая и овсяная.
- *Макаронные* изделия отварные.
- *Яйцо* одно в день, всмятку или омлет.
- *Фрукты и ягоды* (не кислые) – сырые, вареные, запеченные и соки из них. Сухофрукты. Компоты, кисели, желе, мусс.
- *Сладости:* мармелад, не шоколадные конфеты, мёд, варенье. Сахар заменять ксилитом (сорбитом).
- *Молочные продукты* практически все, кроме солёного сыра, лой сметаны и кислого творога.
- *Соусы:* молочные, сметанные, или на овощных отварах. Муку для соусов с маслом не пассировать.
- *Чай* с молоком или со сливками.
- *Жиры:* масло сливочное несолёное, масло подсолнечное рафинированное (всё обязательно свежее).
- *Хлеб* пшеничный 2-го сорта и ржаной, подсушенный. *Сухой бисквит.*

Из рациона нужно исключить:

свежеиспеченный хлеб, сдобная выпечка, жареные пирожки. Бульоны: из мяса, рыбы, грибов, окрошка. Мясо: все жирные сорта, печень, почки, колбасы. Рыба: все жирные сорта, копченая и соленая. Сливки, молоко 6-процентной жирности, ряженка, сметана, жирный творог, солёный сыр. Блины и оладьи. Яйца вкрутую и жареные. Щавель, шпинат, редис, редька, зеленый лук, чеснок. Бобовые, грибы, маринованные овощи. Какао, шоколад, кремовые изделия, мороженое. Горчица, перец, хрен.

ДИЕТА 6

Назначается при подагре и мочекаменной болезни с образованием камней.

Диету 6 применяют, чтобы нормализовать обмен пуринов, уменьшить образование мочевой кислоты и солей, сдвинуть реакцию мочи в щелочную сторону. При диете 6 исключаются из рациона продукты, содержащие большое ко-

личество щавелевой кислоты и пуринов. Ограничивается употребление соли, тугоплавких жиров. При ожирении уменьшают количество углеводов. Следует увеличить потребление ошкелачивающих продуктов: молочных продуктов, овощей и фруктов. Также увеличивается прием жидкости. Температура пищи обычная. Режим питания: 4-разовый. Питье воды: натощак и между приемами пищи.

Рекомендуемые продукты:

- *Хлеб:* пшеничный и ржаной хлеб 1 и 2 сорта, различная выпечка, в том числе с молотыми отрубями.
- *Суп:* вегетарианские супы: борщ, щи, овощной, крупяной, молочный и фруктовый супы.
- *Мясо, птица, рыба:* нежирные сорта мяса, рыбы и птицы в отварном виде, не более 3 раз в неделю, по 150 г.
- *Молоко и молочные продукты:* молоко, напитки кисломолочные, сметана, творог, блюда из творога, сыр не соленый.
- *Яйца:* 1 яйцо в день любого приготовления.
- *Крупы:* в умеренном количестве разные крупы.
- *Овощи:* сырые и приготовленные любым способом овощи в большом количестве, картофельные блюда.
- *Фрукты и ягоды:* в большом количестве свежие и приготовленные любым способом фрукты и ягоды, сухофрукты.
- *Сладости:* мармелад, пастила, варенье, мед, не шоколадные конфеты, молочные кремы и кисели.
- *Соусы:* молочный, сметанный, томатный, на овощном отваре.
- *Пряности:* лимонная кислота, корица, ванилин, укроп, петрушка, лавровый лист.
- *Напитки:* чай с молоком или лимоном, соки и морсы, квас, компот из сухофруктов, отвар шиповника, пшеничных отрубей.
- *Жиры:* сливочное, топленое и растительные масла.

Из рациона нужно исключить:

изделия из сдобного теста. Мясные, рыбные, грибные бульоны со щавелем, шпинатом и бобовыми. Печень, почки, язык, мозги, мясо молодых животных и птиц, копчености, колбаса, соленая рыба, икра, консервы рыбные и мясные. Соленый сыр. Бобовые. Соленые и маринованные овощи. Грибы, шпинат, щавель, цветная капуста, портулака. Малина, клюква, инжир. Шоколад. Соусы, приготовленные на рыбном бульоне, мясном или грибном. Перец, горчица, хрен. Крепкий чай или кофе, какао. Свиной жир. Кулинарный, говяжий и бараний жир.

ДИЕТА 7

Назначается при заболевании почек.

Рекомендуемые продукты:

- Молоко, сливки, сметана, простокваша, творог и творожные блюда.
- Масло сливочное, топленое, оливковое, соевое, подсолнечное.
- Яйца в кулинарных изделиях (не больше 1шт. в день).
- Супы: молочные, овощные, крупяные со сметаной, с поджаренным луком, борщ, щи из свежей капусты с яблочным уксусом.
- На второе: блюда из говядины, баранины, птицы, рыбы. Продукты сначала отварить, а затем запекать или жарить.
- Гарниры: из круп и макаронных изделий.
- Каши с изюмом, черносливом, курагой, вареньем.
- Соусы: молочные, сметанные, овощные.
- Овощи и зелень, кроме щавеля, шпината, редиса, свежие, вареные, жаренные, запеченные.
- Фрукты и ягоды: свежие и запеченные.
- Компоты, кисели, желе.
- Сладкая выпечка, сахар, варенье и мед, немного конфет.
- Чай слабый, с молоком.
- Продукты, содержащие витамин А: печень трески, малосоленая жирная сельдь, тыква, морковь.
- Прием жидкости не ограничивается.

Исключаются продукты, раздражающие почки: алкоголь, какао и шоколад, острые и соленые закуски.

ДИЕТА 8

Назначается при ожирении различной степени.

В диете 8 предусмотрено ограничение соли и жидкости. Энергетическая ценность диеты 8 – 1620-1870 ккал. Поваренную соль в пищу не добавляют. Температура принимаемой пищи обычная. На фоне диеты 8 назначают разгрузочные дни: кефирный, яблочный, овощной и другие калорийностью 600-1000 ккал. При 4-й и 5-й степени ожирения, в условиях стационара назначают диету в 1200 калорий.

Рекомендуемые продукты:

- Хлеб ржаной, пшенично-отрубной – 100-150 г в день.
- Супы – 250-300 г на прием из разных овощей с небольшим добавлением крупы или картофеля. И 2-3 раза в неделю суп на обезжиренном мясном, рыбном бульоне с фрикадельками и овощами.
- Мясо и птица нежирных сортов – до 150 г в день. Блюда отварные, тушеные, запеченные.
- Рыба нежирная – 150-200 г в день в отварном, запеченном, жареном виде.

- *Молоко и молочные продукты* пониженной жирности.
- *Яйца* – 1-2 в день, сваренные вкрутую, омлеты.
- *Каши* рассыпчатые: гречневая, перловая, ячневая – за счет уменьшения хлеба.
- *Овощи* сырые, вареные, тушеные, квашеные, в виде салатов, винегретов.
- *Фрукты и ягоды* кисло-сладкие, компоты несладкие.
- *Сладости*: ксилит, сорбит.
- *Соусы и пряности*: томатный, белый с овощами, уксус.
- *Напитки*: чай, кофе с молоком, несладкие фруктовые и овощные соки.
- *Жиры*: ограниченно сливочное масло, растительное масло в блюдах.

Из рациона нужно исключить:

хлеб высшего и первого сорта, сдобные мучные изделия. Супы молочные, крупяные, бобовые, картофельные, с макаронными изделиями. Жирные сорта мяса, ветчина, сосиски, копченая колбаса, консервы. Жирная рыба, соленая, копченая, консервы в масле, икра. Жареные яйца. Рис, манка, овсяная, бобовые, макароны. Все сладкие фрукты и ягоды. Сахар, мед, варенье, мороженое и др. Острые и жирные соусы, майонез, все пряности. Какао, виноградный и все сладкие соки. Ограничивают: картофель, свеклу, зеленый горошек, морковь, соленые и маринованные овощи.

ДИЕТА 10 с

Назначается при атеросклерозе.

Рекомендуемые продукты:

- *Овощи*: свекла, капуста, баклажаны, тыква, редька.
- *Бобовые*: горох, фасоль, бобы, соя.
- *Зелень*: лук зеленый, салат, укроп и др.
- *Фрукты и ягоды*: яблоки, малина, вишня, рябина черноплодная, чёрная и красная смородина.
- *Хлеб* с отрубями.
- *Крупы*: овсяная, гречневая.
- *Жиры*: не рафинированное растительное масло (подсолнечное, оливковое).
- *Морская капуста (ламинария)* в виде салата или сушеную: 1 чайную ложку залить небольшим количеством воды, размочить и съесть во время еды.
- *Рыба* – 1-2 раза в неделю.
- *Мясо и птица* нежирных сортов.
- *Яйца* – 4 шт. в неделю.
- *Нежирный творог*.
- *Вареная морковь*.
- *Зелёный чай*.

Из рациона нужно исключить:

жирное мясо, жирная сметана, субпродукты (печень, почки, мозги) и колбасы. Соль – в ограниченном количестве, не более 2-3 г в день. Ограничить сладкое. Воду надо кипятить или фильтровать.

ДИЕТА 11

Назначается при туберкулезе легких.

Увеличивают калорийность питания на 30 %, для чего в рацион включается больше мяса, рыбы, молока и молочных продуктов. Усиленное питание назначается больным при истощении, на длительный срок. Суточная норма содержит: белков 150 г, жиров 130 г, углеводов 500 г. Калорийность – до 3700 ккал. Пищу нужно принимать 4-5 раз в день.

Рекомендуемые добавочные продукты:

- Традиционные мясные, рыбные изделия.
- Молоко, молочные продукты, творог, сыр.
- Овощи, фрукты, отвар шиповника.
- Варёная свекла, протёртая морковь, сваренная в молоке.
- Печень говяжья.
- Дрожжевые напитки.
- Яйца: 1-2 в день.
- Курага в неограниченном количестве
- Морковь со сметаной, растительным маслом - по 100г каждое утро, натощак.

Исключаются продукты:

жирное мясо: баранина, свинина, гусь, утка.

ДИЕТА 12

Назначается при заболеваниях нервной системы.

По химическому составу диета приближается к диете 15. Диетический стол разнообразный, умеренно ограничены животные белки и поваренная соль. В настоящее время практически не применяется, так как в зависимости от характера заболевания нервной системы и сопутствующих нарушений в других системах организма назначают различные варианты диет 5, 10, 15.

Рекомендуемые продукты:

- молочные продукты;
- бобовые;
- печень, язык.

Исключаются продукты:

крепкие жирные бульоны и супы; копчености; острые приправы и блюда; жирные и жареные блюда; алкогольные напитки; крепкий чай и кофе.

ДИЕТА 13

Назначается при острых инфекционных заболеваниях.

Диета пониженной энергоценности за счет снижения жиров, углеводов и в меньшей степени – белков; с повышенным содержанием витаминов и жидкостей. При разнообразии продуктового набора предпочтительны легкоперевариваемые, не способствующие метеоризму и запорам продукты и блюда. Исключены источники грубой клетчатки, жирные, соленые, трудноперевариваемые продукты и блюда. Пищу готовят в рубленом и протертом виде, варят в воде или на пару. Блюда подают горячими (не ниже 55-60° С) или холодными (не ниже 12°С). Режим питания: 5-6 раз в день небольшими порциями.

Рекомендуемые продукты

- *Хлеб и мучные изделия.* Хлеб пшеничный из муки высшего и 1-го сорта, подсушенный или сухари; сухое несдобное печенье и бисквит.
- *Супы.* Некрепкие обезжиренные мясные и рыбные бульоны с яичными хлопьями, кнелями; суп-пюре из мяса; слизистые отвары из крупы с бульоном; супы на бульоне или овощном отваре с разваренной манной, рисовой, овсяной крупой, вермишелью, разрешенными овощами в виде пюре.
- *Мясо и птица.* Нежирные сорта. Мясо зачищают от жира, фасций сухожилий, кожи (птица). В мелкорубленном виде; паровые блюда из говядины, кур, индеек; отварные – из телятины, цыплят, кроликов. Суфле и пюре из отварного мяса; котлеты, фрикадельки, паровые.
- *Рыба.* Нежирные виды. Кожу удаляют. Отварные, паровые в виде котлетной массы или куском.
- *Молочные продукты.* Кефир, ацидофилин и другие кисломолочные напитки. Свежий творог и блюда из него (паста, суфле, сырники паровые), сметана 10-20%-ной жирности. Тертый сыр. Молоко, сливки добавляют в блюда.
- *Яйца.* Всмятку, паровые, белковые омлеты.
- *Крупы.* Протертые, хорошо разваренные полужидкие и полувязкие каши с добавлением бульона или молока, паровые пудинги и суфле из манной крупы, риса, молотой гречневой и геркулеса (или каши протирают). Отварная вермишель.
- *Овощи.* Картофель, морковь, свекла, цветная капуста в виде пюре, суфле, паровых пудингов. Ранние кабачки и тыкву можно не протирать. Спелые томаты.
- *Закуски.* Заливное из протертого мяса, из рыбы. Икра. Форшмак из вымоченной сельди.

- *Фрукты, сладкие блюда, сладости.* В сыром виде очень спелые, мягкие фрукты и ягоды сладкие и кисло-сладкие, чаще протертые; печеные яблоки; пюре из сухофруктов, кисели, муссы, протертые компоты, самбуки, желе; крем и кисель молочные; меренги, снежки с киселем. Сахар, мед, варенье, джем, мармелад.
- *Соусы и пряности.* Белый соус на мясном бульоне, овощном отваре; молочный, сметанный, вегетарианский кисло-сладкий, польский. Муку для соуса подсушивают.
- *Напитки.* Чай с лимоном, чай и кофе некрепкий с молоком. Разбавленные соки фруктов и ягод, овощей; отвар шиповника и пшеничных отрубей, морсы.
- *Жиры.* Сливочное масло в натуральном виде и в блюда. До 10 г рафинированного растительного масла в блюда.

Исключаются продукты:

ржаной и любой свежий хлеб, сдоба, выпечные изделия; жирные бульоны, щи, борщ, супы из бобовых, пшена; жирные сорта, утку, гуся, баранину, свинину, колбасу, консервы; жирные виды, соленую, копченую рыбу, консервы; цельное молоко и сливки, жирную сметану, острый жирный сыр; яйца вкрутую и жареные; белокочанную капусту, редис, редьку, лук, чеснок, огурцы, брюкву, бобовые, грибы; плоды, богатые клетчаткой, с грубой кожицей, шоколад, пирожные; жирные и острые закуски, копчености, консервы; острые, жирные соусы, пряности; какао; другие жиры; пшено, ячневую, перловую, кукурузную крупы, бобовые.

ДИЕТА 14

Назначается при мочекаменной болезни со щелочной реакцией мочи и выпадением осадка фосфорно-кальциевых солей (фосфатурия).

По энергоценности, содержанию белков, жиров и углеводов рацион соответствует физиологическим нормам; диета ограничивает продукты ощелачивающего действия и богатые кальцием (молочные, большинство овощей и плодов); преобладают продукты, изменяющие реакцию мочи в кислую сторону (хлеб и мучные изделия, крупа, мясо, рыба). Кулинарная обработка и температура пищи обычные. При отсутствии противопоказаний рекомендуется обильное питье. Режим питания: 4 раза в день, в промежутках и натошак – питье.

Рекомендуемые продукты

- *Хлеб и мучные изделия,* различные виды, мучные изделия с ограничением молока и желтков.
- *Супы,* приготовленные на слабом мясном, рыбном, грибном бульонах с крупой, лапшой, бобовыми.
- *Мясо и птица:* различные виды в любом приготовлении
- *Рыба:* различные виды в любом приготовлении. В небольшом количестве рыбные консервы.

- *Молочные продукты*: любые, только немного сметаны в блюдах.
- *Яйца*: в различном приготовлении и в блюдах 1 яйцо в день, ограничивают желтки.
- *Крупы*: любые в разнообразном приготовлении, но без молока.
- *Овощи*: зеленый горошек, тыква, грибы.
- *Закуски*: различные мясные, рыбные, из морепродуктов, вымоченная сельдь, икра.
- *Фрукты, сладкие блюда, сладости*: кислые сорта яблок, клюква, брусника, компоты, желе и кисели из них; меренги, снежки; сахар, мед, кондитерские изделия, фруктовое мороженое.
- *Соусы и пряности*: неострые соусы на мясном, рыбном, грибном бульонах; пряности в очень ограниченном количестве.
- *Напитки*: некрепкий чай и кофе без молока, отвар шиповника, морсы из клюквы или брусники.
- *Жиры*: сливочное, коровье топленое и растительные масла в натуральном виде и для приготовления блюд.

Исключаются продукты:

молочные, овощные и фруктовые супы; копчености; соленая, копченая рыба; молоко, кисломолочные напитки, творог, сыр; другие овощи и картофель; овощные салаты, винегреты, овощные консервы; другие фрукты и ягоды, сладкие блюда на молоке; фруктовые, ягодные и овощные соки. Ограничивают мясные и кулинарные жиры.

ДИЕТА 15

Назначается при различных заболеваниях, не требующих специальных лечебных диет и без нарушений состояния пищеварительной системы. Это переходная к обычному питанию диета в период выздоровления и после пользования лечебными диетами.

Энергетическая ценность и содержание белков, жиров и углеводов диеты почти полностью соответствуют нормам питания для здоровья человека, не занятого физическим трудом. Витамины вводят в повышенном количестве. Допускаются все виды кулинарной обработки пищи. Температура пищи обычная. Из диеты исключают наиболее трудно перевариваемые и острые продукты. Режим питания: 4 раза в день

Рекомендуемые продукты

- *Хлеб* пшеничный и ржаной, мучные изделия.
- *Первые блюда*: борщ, щи, свекольник, рассольник;
- *Молочные* овощные и крупяные супы на мясном, рыбном бульонах, отваре грибов и овощей; фруктовые.
- *Мясные и рыбные блюда* различного кулинарного приготовления;

- *Сосиски*, сардельки, вареные колбасы.
- *Молоко и молочные продукты* в натуральном виде и в блюдах, обязательное включение кисломолочных продуктов.
- *Яйца* в отварном виде и в блюдах.
- *Блюда из различной крупы*, макаронных изделий, бобовых.
- *Овощи и фрукты* в сыром виде и после тепловой обработки.
- *Зелень*.
- *Фруктовые и овощные соки*.
- *Отвар шиповника и пшеничных отрубей*.
- *Чай, кофе, какао*.
- *Жиры*: масло сливочное, коровье, топленое, растительные масла; ограниченно – маргарины.

Исключаются продукты:

жирные сорта мяса, утка, гусь, тугоплавкие животные жиры, перец, горчица.

7.4 Ход работы

7.4.1 Проанализировать существующие в России лечебные диеты (разд. 7.3), выбрать актуальную под конкретное характерное заболевание (возможно по указанию преподавателя) и обосновать диетические блюда, оказывающие щадящее действие при данном заболевании.

Пищевые продукты: мясо, рыба, яйца, сыр, колбасы, хлеб, кондитерские изделия, сливочное и растительное масло, творог, орехи, крупы, макаронные изделия, картофель, сахар, соль, свежие огурцы и помидоры, цитрусовые, яблоки, сливы, персики, зеленый горошек, фасоль, кабачки, тыква, редис, редька, морковь, свекла, сметана, кисломолочные напитки, молоко.

Оборудование: весы технические, столовые приборы и посуда (ножи, вилки, ложки, тарелки и др.), кастрюли, сковородки, пищевое оборудование (печь кондитерская, печь кондиционная, электроплита, шкаф жарочный, мясорубка, кофемолка, овощерезки, пароконвектомат, миксер и др.).

Последовательность действия:

- Обосновать одно или несколько блюд из предлагаемых пищевых продуктов, предназначенное для лечения и профилактики и тех заболеваний, которые относятся к выбранной диете.

- Обосновать термическую обработку для выбранных продуктов, используя методы щажения, характерные для данной диеты.
- Рассчитать калорийность данного блюда.
- Приготовить обоснованное блюдо в соответствии с принципами диетологии.
- Обосновать биологическую ценность приготовленного блюда, выявив биологически активные и функциональные ингредиенты, оказывающие благотворное воздействие на организм при данном заболевании.
- Определить витамин С в данном блюде по прилагаемой методике (см. разд. 7.5.1).

7.5 Методические указания по выполнению лабораторной работы

7.5.1 Определение содержания витамина С в пищевых продуктах йодометрическим методом

Сущность метода: аскорбиновая кислота крайне легко окисляется кислородом воздуха. Именно поэтому витамин С так быстро разрушается, особенно при контакте с металлами, которые катализируют процесс окисления. При окислении аскорбиновая кислота переходит в дегидроаскорбиновую, которая уже не проявляет витаминных свойств. В качестве окислителя в данном методе используется элементарный йод (I_2), который количественно переводит аскорбиновую кислоту в дегидроаскорбиновую, при этом образуется йодоводородная кислота.

Схема реакции:



Методика выполнения:

Реактивы:

1. Раствор йода 0,125 %-ный. Готовят разведением аптечной йодной настойки в 40 раз. 1 мл такого раствора соответствует 0,875 мг аскорбиновой кислотой

2. Коллоидный раствор крахмала. Готовят разведением 1 г крахмала в большом количестве холодной воды. Смесь выливают в 1/2 стакана горячей воды и перемешивают. Такой раствор годен в течение недели.

3. Соляная кислота 10%-ная. Кислота необходима для замедления процесса окисления витамина С кислородом воздуха.

Оборудование: химические стаканы, коническая колба, штатив, бюретка, ступка с пестиком, весы и гири

Ход определения: на весах взвешивают среднюю пробу продукта. Результат записывают. Затем острым ножом вырезают пробу на мелкие кусочки, помещают в ступку 5-10 г, заливают 20-30 мл соляной кислоты и тщательно растирают. Полученную смесь количественно переносят в коническую колбу и титруют раствором йода, тщательно перемешивая. Как только капля йода окрасит раствор в синий цвет и окраска не исчезнет в течение 2-3 мин, записывают показания бюретки.

Количество витамина С в пробе (мг) находят по формуле:

$$m_{\text{vit C}} = V \cdot 0,875.$$

Затем результат переводят в граммы (делением на 1000), делят на массу пробы и умножают на 100.

Окончательная формула расчета содержания витамина С:

$$w(\%) = V \cdot 0,875 \cdot 100 / m \cdot 1000 = V \cdot 0,875 / 10m,$$

где V – объем раствора потраченного на титрования; m – масса ломтика.

Контрольные вопросы

1. *Что такое лечебное и диетическое питание?*
2. *Опишите принципы лечебного и диетического питания.*
3. *Какие диеты существуют в России?*
4. *Опишите основные диеты, когда они назначаются.*
5. *Как правильно сформировать диету при болезнях пищеварительной системы?*
6. *Как определить витамин С йодометрическим методом?*

Литература

1. Амбросьева, Е. Д. Физиология питания / Е. Д. Амбросьева, Г. К. Клееберг. – Москва: Кнорус, 2017. – 240 с.
2. Мезенова, О. Я. Гомеостаз и питание: учебное пособие / О. Я. Мезенова. – Москва: Колос, 2010. – 320 с.
3. Тармаева, И. Ю. Лечебно-профилактическое питание: учебное пособие для студентов медицинских вузов / И. Ю. Тармаева, А. И. Белых. – Иркутск: ИГМУ, 2010. – 69 с.

Лабораторная работа № 8

Определение гликемических индексов продуктов питания и подбор рационов для диетического питания

1.1 Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по организации и технологии питания с заданным уровнем гликемического индекса.

1.2 Задачи:

- закрепление знаний по значению гликемического индекса при проектировании здорового питания и функциональных пищевых продуктов;
- приобретение умений по подбору пищевых продуктов для лечения и профилактики заболевания человека, связанных с уровнем глюкозы в крови;
- приобретение навыков по оценке гликемического индекса в различных пищевых продуктах и готовых блюдах.

1.3 Теоретическая часть

8.3.1 Основные определения и понятия

Гликемический индекс (англ. *glycemic (glycaemic) index*, сокращённо ГИ или GI) – показатель влияния продуктов питания после их употребления на уровень глюкозы в крови (уровень сахара в крови).

Гликемический индекс (ГИ) является отражением сравнения реакции организма на продукт с реакцией организма на чистую глюкозу, у которой ГИ равен 100. ГИ всех остальных продуктов сравниваются с ГИ глюкозы в зависимости от того, как быстро они усваиваются. Низкий ГИ продуктов означает, что при его употреблении уровень сахара в крови поднимается медленно. Чем выше ГИ, тем быстрее поднимается уровень сахара в крови после употребления продукта и тем выше будет одномоментный уровень сахара в крови после употребления пищи. ГИ не зависит от скорости (быстроты) повышения глюкозы в крови, но отражает только ее общий рост в крови.

Гликемический индекс зависит от вида углеводов и количества клетчатки, способа термической обработки и содержания белков и жиров в продукте.

Для большинства людей еда с низким гликемическим индексом предпочтительнее. Медленное усвоение еды, постепенные подъём и снижение уровня сахара в крови при низком GI помогают людям с диабетом контролировать концентрацию глюкозы в крови. Исключение составляют только спортсмены, для которых еда с высоким GI может быть полезной во время и после соревнований – она помогает быстро восстановить силы. Еда с низким GI, употреблённая за 2 ч до соревнований, может помочь спортсменам, обеспечивая мышцы медленно высвобождаемой энергией. Такой же эффект может помочь здоровым людям похудеть.

Гликемический индекс принято делить на:

- низкий (10-40),
- средний (40-70),
- высокий (выше 70).

В России на упаковках продуктов найти упоминание о GI практически невозможно, но в европейских странах его часто указывают. К примеру, шоколадный батончик – 70, гамбургер – 85, пломбир в шоколаде – 70, шоколад чёрный (70 % какао) – 22, шоколад молочный – 70, томатный сок – 15, виноградный (и другие фруктовые соки без сахара) – приблизительно 46-48, в большинстве мясных и рыбных продуктов GI меньше 10.

Другие исследователи взяли за стандарт для измерений не глюкозу, а белый хлеб. Так, была получена «*хлебная единица*», которая показывает количество углеводов в продукте по сравнению с кусочком хлеба, а не форму гликемической кривой.

8.2.2 Гликемический индекс и пищевая ценность продуктов

Таблицы гликемических индексов и пищевой ценности продуктов позволяют выбирать продукты, наиболее подходящие для вашего организма (табл. 8.1-8.5). Как правило, предпочтение отдают продуктам с более низким

гликемическим индексом. Углеводы из продуктов с низким гликемическим индексом преобразуются в энергию равномерно и организм успевает ее потратить. А углеводы из продуктов с высоким гликемическим индексом, наоборот, усваиваются слишком быстро, поэтому организм часть из них преобразует в энергию, а другую запасает в виде жиров.

Таблица 8.1 – Гликемический индекс, общий химический состав и оценка желательности употребления основных овощей

| Наименование продукта | Гликемический индекс | Пищевая ценность продуктов (на 100 г) | | | | Оценка желательности |
|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------|------|----------|----------------------|
| | | Ккал | белки | жиры | углеводы | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Петрушка, базилик | 5 | 49 | 3,7 | 0,4 | 8 | 5 |
| Укроп | 15 | 31 | 2,5 | 0,5 | 4,1 | 5 |
| Салат листовой | 10 | 17 | 1,5 | 0,2 | 2,3 | 5 |
| Помидоры свежие | 10 | 23 | 1,1 | 0,2 | 3,8 | 5 |
| Огурцы свежие | 20 | 13 | 0,6 | 0,1 | 1,8 | 5 |
| Лук репчатый сырой | 10 | 48 | 1,4 | - | 10,4 | 5 |
| Шпинат | 15 | 22 | 2,9 | 0,3 | 2 | 5 |
| Спаржа | 15 | 21 | 1,9 | 0,1 | 3,2 | 5 |
| Брокколи | 10 | 27 | 3 | 0,4 | 4 | 5 |
| Редис | 15 | 20 | 1,2 | 0,1 | 3,4 | 5 |
| Капуста свежая | 10 | 25 | 2 | - | 4,3 | 5 |
| Капуста квашенная | 15 | 17 | 1,8 | 0,1 | 2,2 | 5 |
| Капуста тушеная | 15 | 75 | 2 | 3 | 9,6 | 5 |
| Цветная капуста тушеная | 15 | 29 | 1,8 | 0,3 | 4 | 5 |
| Брюссельская капуста | 15 | 43 | 4,8 | - | 5,9 | 5 |
| Лук-порей | 15 | 33 | 2 | - | 6,5 | 5 |
| Грибы соленые | 10 | 29 | 3,7 | 1,7 | 1,1 | 5 |
| Перец зеленый | 10 | 26 | 1,3 | - | 5,3 | 5 |
| Перец красный | 15 | 31 | 1,3 | 0,3 | 5,9 | 5 |
| Чеснок | 30 | 46 | 6,5 | - | 5,2 | 5 |
| Морковь сырая | 35 | 35 | 1,3 | 0,1 | 7,2 | 5 |
| Зеленый горошек свежий | 40 | 72 | 5 | 0,2 | 12,8 | 4 |
| Чечевица отварная | 25 | 128 | 10,3 | 0,4 | 20,3 | 4 |
| Фасоль вареная | 40 | 127 | 9,6 | 0,5 | 0,2 | 4 |
| Рагу овощное | 55 | 99 | 2,1 | 4,8 | 7,1 | 3 |
| Баклажанная икра | 40 | 146 | 1,7 | 13,3 | 5,1 | 3 |
| Кабачковая икра | 75 | 83 | 1,3 | 4,8 | 8,1 | 3 |
| Свекла отварная | 64 | 54 | 1,9 | 0,1 | 10,8 | 3 |
| Тыква запеченная | 75 | 23 | 1,1 | 0,1 | 4,4 | 3 |
| Кабачки жареные | 75 | 104 | 1,3 | 6 | 10,3 | 2 |
| Цветная капуста жареная | 35 | 120 | 3 | 10 | 5,7 | 2 |
| Оливки зеленые | 15 | 125 | 1,4 | 12,7 | 1,3 | 2 |

Окончание табл. 8.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------|-----------|-----|-----|------|------|----------|
| Кукуруза отварная | 70 | 123 | 4,1 | 2,3 | 22,5 | 2 |
| Маслины черные | 15 | 361 | 2,2 | 32 | 8,7 | 1 |
| Картофель вареный | 65 | 75 | 2 | 0,4 | 15,8 | 1 |
| Картофельное пюре | 90 | 92 | 2,1 | 3,3 | 13,7 | 1 |
| Картофель фри | 95 | 266 | 3,8 | 15,1 | 29 | 1 |
| Картофель жареный | 95 | 184 | 2,8 | 9,5 | 22 | 1 |
| Картофельные чипсы | 85 | 538 | 2,2 | 37,6 | 49,3 | 1 |

Таблица 8.2 – Гликемический индекс, общий химический состав и оценка желательности употребления основных фруктов и ягод

| Наименование продукта | Гликемический индекс | Пищевая ценность продуктов (на 100 г) | | | | Наша оценка |
|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|-------|------|----------|-------------|
| | | Ккал | белки | жиры | углеводы | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Лимон | 20 | 33 | 0,9 | 0,1 | 3 | 5 |
| Грейпфрут | 22 | 35 | 0,7 | 0,2 | 6,5 | 5 |
| Малина | 30 | 39 | 0,8 | 0,3 | 8,3 | 5 |
| Яблоки | 30 | 44 | 0,4 | 0,4 | 9,8 | 5 |
| Ежевика | 25 | 31 | 2 | - | 4,4 | 5 |
| Земляника | 25 | 34 | 0,8 | 0,4 | 6,3 | 5 |
| Черника | 43 | 41 | 1,1 | 0,6 | 8,4 | 5 |
| Голубика | 42 | 34 | 1 | 0,1 | 7,7 | 5 |
| Смородина красная | 30 | 35 | 1 | 0,2 | 7,3 | 5 |
| Смородина черная | 15 | 38 | 1 | 0,2 | 7,3 | 5 |
| Алыча | 25 | 27 | 0,2 | - | 6,4 | 5 |
| Брусника | 25 | 43 | 0,7 | 0,5 | 8 | 5 |
| Абрикосы | 20 | 40 | 0,9 | 0,1 | 9 | 5 |
| Персики | 30 | 42 | 0,9 | 0,1 | 9,5 | 5 |
| Груши | 34 | 42 | 0,4 | 0,3 | 9,5 | 5 |
| Сливы | 22 | 43 | 0,8 | 0,2 | 9,6 | 5 |
| Клубника | 32 | 32 | 0,8 | 0,4 | 6,3 | 5 |
| Апельсины | 35 | 38 | 0,9 | 0,2 | 8,3 | 5 |
| Вишня | 22 | 49 | 0,8 | 0,5 | 10,3 | 4 |
| Гранат | 35 | 52 | 0,9 | - | 11,2 | 4 |
| Нектарин | 35 | 48 | 0,9 | 0,2 | 11,8 | 4 |
| Клюква | 45 | 26 | 0,5 | - | 3,8 | 4 |
| Киви | 50 | 49 | 0,4 | 0,2 | 11,5 | 4 |
| Облепиха | 30 | 52 | 0,9 | 2,5 | 5 | 4 |
| Черешня | 25 | 50 | 1,2 | 0,4 | 10,6 | 4 |
| Мандарины | 40 | 38 | 0,8 | 0,3 | 8,1 | 3 |
| Крыжовник | 40 | 41 | 0,7 | 0,2 | 9,1 | 3 |
| Хурма | 55 | 55 | 0,5 | - | 13,2 | 2 |
| Манго | 55 | 67 | 0,5 | 0,3 | 13,5 | 2 |
| Дыня | 60 | 39 | 0,6 | - | 9,1 | 2 |
| Бананы | 60 | 91 | 1,5 | 0,1 | 21 | 2 |
| Виноград | 40 | 64 | 0,6 | 0,2 | 16 | 2 |
| Ананасы | 66 | 49 | 0,5 | 0,2 | 11,6 | 1 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------|------------|-----|-----|-----|------|----------|
| Арбуз | 72 | 40 | 0,7 | 0,2 | 8,8 | 1 |
| Изюм | 65 | 271 | 1,8 | - | 66 | 1 |
| Чернослив | 25 | 242 | 2,3 | - | 58,4 | 1 |
| Инжир | 35 | 257 | 3,1 | 0,8 | 57,9 | 1 |
| Курага | 30 | 240 | 5,2 | - | 55 | 1 |
| Финики | 146 | 306 | 2 | 0,5 | 72,3 | 1 |

Таблица 8.3 – Гликемический индекс, общий химический состав и оценка желательности употребления зерновых продуктов и мучных изделий

| Наименование продукта | Гликемический индекс | Пищевая ценность продуктов (на 100 г) | | | | Наша оценка |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------|------|----------|-------------|
| | | Ккал | белки | жиры | углеводы | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Клетчатка пищевая | 30 | 205 | 17 | 3,9 | 14 | 5 |
| Соевая мука обезжиренная | 15 | 291 | 48,9 | 1 | 21,7 | 5 |
| Отруби | 51 | 191 | 15,1 | 3,8 | 23,5 | 4 |
| Овсяные хлопья сырые | 40 | 305 | 11 | 6,2 | 50 | 4 |
| Перловая каша на воде | 22 | 109 | 3,1 | 0,4 | 22,2 | 4 |
| Овсяная каша на воде | 66 | 49 | 1,5 | 1,1 | 9 | 3 |
| Ячневая каша молочная | 50 | 111 | 3,6 | 2 | 19,8 | 3 |
| Рис нешлифованный отварной | 65 | 125 | 2,7 | 0,7 | 36 | 3 |
| Макароны из муки грубого помола | 38 | 113 | 4,7 | 0,9 | 23,2 | 3 |
| Хлеб зерновой | 40 | 222 | 8,6 | 1,4 | 43,9 | 3 |
| Хлебцы цельнозерновые | 45 | 291 | 11,3 | 2,16 | 56,5 | 3 |
| Хлеб "Бородинский" | 45 | 202 | 6,8 | 1,3 | 40,7 | 3 |
| Гречневая каша на воде | 50 | 153 | 5,9 | 1,6 | 29 | 3 |
| Овсяная каша молочная | 60 | 116 | 4,8 | 5,1 | 13,7 | 3 |
| Макароны из твердых сортов пшеницы | 50 | 140 | 5,5 | 1,1 | 27 | 2 |
| Манная каша молочная | 65 | 122 | 3 | 5,4 | 15,3 | 2 |
| Рисовая каша молочная | 70 | 101 | 2,9 | 1,4 | 18 | 2 |
| Хлеб ржано-пшеничный | 65 | 214 | 6,7 | 1 | 42,4 | 2 |
| Вареники с творогом | 60 | 170 | 10,9 | 1 | 36,4 | 2 |
| Пельмени | 60 | 252 | 14 | 6,3 | 37 | 2 |
| Пшеничная каша на воде | 70 | 134 | 4,5 | 1,3 | 26,1 | 1 |
| Рисовая каша на воде | 80 | 107 | 2,4 | 0,4 | 63,5 | 1 |
| Блины из муки высшего сорта | 69 | 185 | 5,2 | 3 | 34,3 | 1 |
| Вареники с картофелем | 66 | 234 | 6 | 3,6 | 42 | 1 |
| Пицца с сыром | 60 | 236 | 6,6 | 13,3 | 22,7 | 1 |
| Хлеб из муки высшего сорта | 80 | 232 | 7,6 | 0,8 | 48,6 | 1 |
| Макароны высший сорт | 85 | 344 | 12,8 | 0,4 | 70 | 1 |
| Мюсли | 80 | 352 | 11,3 | 13,4 | 67,1 | 1 |
| Пирожок печеный с луком и яйцом | 88 | 204 | 6,1 | 3,7 | 36,7 | 1 |
| Пирожок жареный с повидлом | 88 | 289 | 4,7 | 8,8 | 47,8 | 1 |
| Сухарики | 74 | 360 | 11,5 | 2 | 74 | 1 |
| Печенье крекер | 80 | 352 | 11,3 | 13,4 | 67,1 | 1 |
| Булочка сдобная | 88 | 292 | 7,5 | 4,9 | 54,7 | 1 |

Окончание табл. 8.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------------|------------|-----|-----|------|------|----------|
| Булочка для хот дога | 92 | 287 | 8,7 | 3,1 | 59 | 1 |
| Бублик пшеничный | 103 | 276 | 9,1 | 1,1 | 57,1 | 1 |
| Кукурузные хлопья | 85 | 360 | 4 | 0,5 | 80 | 1 |
| Гренки белые жареные | 100 | 381 | 8,8 | 14,4 | 54,2 | 1 |
| Хлеб белый (батон) | 136 | 369 | 7,4 | 7,6 | 68,1 | 1 |
| Вафли | 80 | 545 | 2,9 | 32,6 | 61,6 | 1 |
| Печенье, пирожные, торты | 100 | 520 | 4 | 25 | 70 | 1 |

Таблица 8.4 – Продукты с высоким гликемическим индексом

| Продукт | ГИ |
|---|-----|
| 1 | 2 |
| Белый хлеб | 100 |
| Сдобные булочки | 95 |
| Блинчики | 95 |
| Картофель (запеченный) | 95 |
| Рисовая лапша | 95 |
| Консервированные абрикосы | 95 |
| Рис быстрого приготовления | 90 |
| Мед | 90 |
| Каша быстрого приготовления | 85 |
| Морковь (вареная или тушеная) | 85 |
| Кукурузные хлопья | 85 |
| Картофельное пюре, вареный картофель | 85 |
| Спортивные напитки (PowerAde, Gatorade) | 80 |
| Мюсли с орехами и изюмом | 80 |
| Сладкая выпечка (вафли, пончики) | 75 |
| Тыква | 75 |
| Арбуз | 75 |
| Дыня | 75 |
| Рисовая каша на молоке | 75 |
| Пшено | 70 |
| Шоколадный батончик (Mars, Snickers) | 70 |
| Молочный шоколад | 70 |
| Сладкие газированные напитки (Pepsi, Coca-Cola) | 70 |
| Ананас | 70 |
| Пельмени | 70 |
| Лапша из мягких сортов пшеницы | 70 |
| Белый рис | 70 |
| Картофельные чипсы | 70 |
| Сахар (белый или бурый) | 70 |
| Кускус | 70 |
| Манка | 70 |

Таблица 8.5 – Продукты со средним гликемическим индексом

| Продукт | ГИ |
|-----------------------------------|----|
| 1 | 2 |
| Пшеничная мука | 65 |
| Сок апельсиновый (пакетированный) | 65 |
| Варенья и джемы | 65 |

| 1 | 2 |
|---|----|
| Черный дрожжевой хлеб | 65 |
| Мармелад | 65 |
| Мюсли с сахаром | 65 |
| Изюм | 65 |
| Ржаной хлеб | 65 |
| Картофель вареный в мундире | 65 |
| Цельнозерновой хлеб | 65 |
| Консервированные овощи | 65 |
| Макароны с сыром | 65 |
| Пицца на тонком тесте с томатами и сыром | 60 |
| Банан | 60 |
| Мороженое (с добавлением сахара) | 60 |
| Длиннозерный рис | 60 |
| Промышленный майонез | 60 |
| Овсяная каша | 60 |
| Гречка (коричневая, с обжаркой) | 60 |
| Виноград и виноградный сок | 55 |
| Кетчуп | 55 |
| Спагетти | 55 |
| Консервированные персики | 55 |
| Песочное печенье | 55 |
| Сладкий картофель (батат, ямс) | 50 |
| Гречка (зеленая, без предварительной обжарки) | 50 |
| Рис басмати | 50 |
| Клюквенный сок (без сахара) | 50 |
| Апельсины | 50 |
| Киви | 50 |
| Манго | 50 |
| Коричневый неочищенный рис | 50 |
| Яблочный сок (без сахара) | 50 |
| Грейпфрут | 45 |
| Кокос | 45 |
| Свежий апельсиновый сок | 45 |
| Тост из цельнозернового хлеба | 45 |

Таблица 8.6 – Продукты с низким гликемическим индексом

| Продукт | ГИ |
|---------------------------------|----|
| 1 | 2 |
| Сушеные фиги | 40 |
| Макароны, сваренные «al dente» | 40 |
| Морковный сок (без сахара) | 40 |
| Курага | 40 |
| Чернослив | 40 |
| Дикий (черный) рис | 35 |
| Свежее яблоко | 35 |
| Свежая слива | 35 |
| Свежая айва | 35 |
| Обезжиренный натуральный йогурт | 35 |
| Фасоль | 35 |
| Свежий нектарин | 35 |

| 1 | 2 |
|---|----|
| Гранат | 35 |
| Свежий персик | 35 |
| Томатный сок | 30 |
| Свежий абрикос | 30 |
| Перловая крупа | 30 |
| Коричневая чечевица | 30 |
| Зеленая фасоль | 30 |
| Груша свежая | 30 |
| Томат (свежий) | 30 |
| Творог обезжиренный | 30 |
| Желтая чечевица | 30 |
| Черника, брусника, голубика | 30 |
| Горький шоколад (более 70% какао) | 30 |
| Молоко (любой жирности) | 30 |
| Маракуйя | 30 |
| Мандарин свежий | 30 |
| Ежевика | 20 |
| Вишня | 25 |
| Зеленая и красная чечевица | 25 |
| Золотистая фасоль | 25 |
| Малина свежая | 25 |
| Красная смородина | 25 |
| Соевая мука | 25 |
| Клубника, земляника | 25 |
| Тыквенные семечки | 25 |
| Крыжовник | 25 |
| Арахисовая паста (без сахара) | 20 |
| Артишок | 20 |
| Баклажан | 20 |
| Соевый йогурт | 20 |
| Миндаль | 15 |
| Брокколи | 15 |
| Капуста кочанная | 15 |
| Кешью | 15 |
| Сельдерей | 15 |
| Отруби | 15 |
| Брюссельская капуста | 15 |
| Цветная капуста | 15 |
| Перец чили | 15 |
| Огурец свежий | 15 |
| Фундук, кедровый орех, фисташки, грецкий орех | 15 |
| Спаржа | 15 |
| Имбирь | 15 |
| Грибы | 15 |
| Кабачок | 15 |
| Репчатый лук | 15 |
| Песто | 15 |
| Лук-порей | 15 |
| Оливки | 15 |
| Арахис | 15 |

| 1 | 2 |
|---|----|
| Ревень | 15 |
| Тофу (соевый творог) | 15 |
| Соя | 15 |
| Шпинат | 15 |
| Авокадо | 10 |
| Листовой салат | 10 |
| Петрушка, базилик, ванилин, корица, орегано | 5 |

8.4 Ход работы

8.4.1 Проанализировать пищевые продукты по значению гликемического индекса и обосновать диетические блюда для определенной категории людей (по заданию преподавателя: спортсменов скоростно-силовых видов спорта; больных, страдающих ожирением, больных диабетом 1-й и 2-й степени, для диетических столов № 8, 9, 10, 11)

Пищевые продукты: мясо, рыба, яйца, сыр, колбасы, хлеб, кондитерские изделия, сливочное и растительное масло, творог, орехи, крупы, макаронные изделия, картофель, сахар, соль, свежие огурцы и помидоры, цитрусовые, яблоки, сливы, персики, зеленый горошек, фасоль, кабачки, тыква, редис, редька, морковь, свекла, сметана, кисломолочные напитки, молоко.

Оборудование: весы технические, столовые приборы и посуда (ножи, вилки, ложки, тарелки и др.), кастрюли, сковородки, пищевое оборудование (электроплита, шкаф жарочная, мясорубка, овощерезки, миксер и др.).

Последовательность действия:

- Обосновать одно или несколько блюд из предлагаемых пищевых продуктов, предназначенное для заданной категории людей.
- Посчитать суммарный гликемический индекс полученного продукта, исходя из качественного и количественного химического состава.
- Проанализировать полученное значение ГИ, подкорректировать до заданного уровня расчетным методом.
- В соответствии с откорректированным значением ГИ рассчитать новый состав (рецептуру) проектируемого пищевого продукта.

- Приготовить пищевой продукт с заданным значением ГИ.
- Обосновать пищевую ценность полученного продукта по энергетической ценности, содержанию биологически активных и функциональных ингредиентов.
- Определить в готовом продукте содержание углеводов (см. лабораторную работу 2, разд. 2.5).

Контрольные вопросы

- 1. Что такое гликемический индекс продуктов питания?*
- 2. Как определяется и классифицируется гликемический индекс?*
- 3. Опишите продукты с низким и высоким гликемическим индексом?*
- 4. Как обосновать диетические блюда для определенной категории людей, страдающих повышенным уровнем сахара в крови?*

Литература

1. Мезенова, О. Я. Гомеостаз и питание: учебное пособие / О. Я. Мезенова. – Москва: Колос, 2010. – 320 с.
 2. Полиевский, С. А. Спортивная диетология / С. А. Полиевский. – Москва: Академия, 2015. – 208 с.
- Тармаева, И. Ю. Лечебно-профилактическое питание: учебное пособие / И. Ю. Тармаева, А. И. Белых. – Иркутск: ИГМУ, 2010. – 69 с.

Учебное издание

Ольга Яковлевна Мезенова

**ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ
И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА О ПИТАНИИ**

Редактор Е. Билко

Подписано в печать 07.09.2018 г. Формат 60x84 (1/16). Уч.-изд. л. 11,1. Печ. л. 7,3.
Тираж 50 экз. Заказ

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1