

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ  
(МГУПБ)**

**Э.С. ТОКАЕВ, Р.Ю. МИРОЕДОВ, Е.А. НЕКРАСОВ, А.А. ХАСАНОВ**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ  
СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ**

**Учебное пособие**

**МОСКВА 2010**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ  
(МГУПБ)

Кафедра технологии продуктов детского, функционального и  
спортивного питания

Э.С. ТОКАЕВ, Р.Ю. МИРОЕДОВ, Е.А. НЕКРАСОВ, А.А. ХАСАНОВ

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

*Учебное пособие для студентов специальности 260505 – Технология детского и  
функционального питания*

МОСКВА 2010

УДК 613.292:796.071

ББК 75.0:36.81

Т 51

Рецензенты: **В.Д. Городецкий**, к.м.н., ведущий специалист ФГУ  
"Центр спортивной подготовки сборных команд Рос-  
сии"  
**В.И. Круглик**, д. т. н., генеральный директор ЗАО  
«Компания «НУТРИТЕК»»

**Токаев Э.С.**

Технология продуктов спортивного питания : учеб. пособие / Э.С. Токаев, Р.Ю. Мироедов, Е.А. Некрасов, А.А. Хасанов. – М. : МГУПБ, 2010. – 108 с.

ISBN 978-5-89168-238-2

Составлено в соответствии с программой ГОС ВПО.

В учебном пособии изложены основные вопросы, связанные питанием спортсменов. Рассмотрены общие принципы и особенности питания различных групп спортсменов. Приведены виды специализированных продуктов питания спортсменов и технологии их производства.

Учебное пособие предназначено для студентов различных форм обучения по специальности 260505 – Технология детского и функционального питания, преподавателей и всех, кто стремится овладеть систематизированными знаниями в области организации производства продуктов спортивного питания.

Утверждено в качестве учебного пособия УМС МГУПБ.

ISBN 978-5-89168-238-2

© МГУПБ, 2010

## ВВЕДЕНИЕ

Современный спорт характеризуется интенсивными физическими, психическими и эмоциональными нагрузками. Процесс подготовки к соревнованиям включает, как правило, двух- или даже трехразовые ежедневные тренировки, оставляя все меньше времени для отдыха и восстановления физической работоспособности.

Средства и способы восстановления физической работоспособности спортсменов должны вытекать из характера выполняемой работы. Одним из первых и основных средств восстановления является питание, именно оно в первую очередь способно расширить границы адаптации организма спортсмена к экстремальным физическим нагрузкам.

Грамотное построение рациона питания спортсмена с обязательным восполнением затрат энергии и поддержанием водного баланса организма – важное требование при организации тренировочного процесса. В основе стратегии питания спортсменов лежат общие принципы сбалансированного питания, однако имеются и специальные задачи. Они заключаются в повышении работоспособности, отдалении времени наступления утомления и ускорении процессов восстановления после физической нагрузки. Возможность активно и рационально использовать факторы питания на различных этапах процесса подготовки спортсменов, а также непосредственно в ходе соревнований всегда привлекала внимание специалистов. Однако следует отметить, что, несмотря на важность данного вопроса для спортсменов, практическое применение нередко находят концепции, не имеющие научного обоснования, или же теоретические построения, справедливость которых не подтверждена научными исследованиями. Возможно, разночтения в вопросе питания спортсменов связаны с ограниченным количеством адресованной непосредственно тренеру и спортсмену информации, основанной на научном обосновании соответствия характера и режима питания изменениям метаболизма, вызванным мышечной деятельностью.

Без знания энергетических запросов физической активности, роли основных энергетических субстратов и представления о субстратах, лимитирующих мышечную деятельность, невозможно обосновать основные рекомендации по питанию в конкретном виде спорта.

Особенностью соревнований, а порой и тренировочного процесса, является высокое эмоциональное и нервное напряжение спортсмена. При мышечной деятельности в мобилизации источников энергии участвуют гормоны. Они способствуют сохранению определенных границ гомеостаза, что обеспечивает работоспособность организма при том или ином виде мышечной деятельности. В связи с этим необходимо учитывать влияние пищевых веществ при создании метаболического фона, благоприятного для биосинтеза гуморальных регуляторов (андрогенов, катехоламинов, простагландинов, кортикостероидов и др.) и для реализации их действия.

Спортсмены высокой квалификации в течение своей спортивной жизни должны адаптироваться не только к определенному режиму тренировок, но и к 4–5-разовому режиму питания, который необходим для обеспечения равномерного поступления питательных веществ. Огромный даже для профессионального спорта объем тренировок делает очень сложной такую организацию рационального питания, так как перерыв между едой и тренировкой должен быть не менее 1,5 часов.

При организации рационального питания спортсменов в период напряженных физических нагрузок в условиях учебно-тренировочного сбора или в сложных условиях соревнований появилась необходимость использовать специализированные продукты для питания спортсменов. Применение таких продуктов предполагает четкое определение стратегии и тактики их использования, упрощение планирования рациона спортсменов, соблюдение режима питания и равномерное поступление пищевых веществ в организм.

Необходимость использования данной группы продуктов в спорте убедительно подтверждается результатами многочисленных исследований, выполненных специалистами СПбНИИФК, ВНИИФК, ГУ НИИ питания РАМН, МГУПБ и ряда зарубежных лабораторий.

В последние годы в области разработки и применения специализированных продуктов для питания спортсменов наметилось стремительное развитие. Однако их промышленное производство в нашей стране весьма ограничено. До настоящего времени основным направлением в области разработки и производства подобных продуктов являлось создание специализированных продуктов, обладающих узконаправленным действием, которые, как правило, обеспечивают только поддержание пищевого статуса и способствуют улучшению спортивных показателей, но не снижают отрицательные последствия интенсивных физических нагрузок на организм спортсмена.

Все более расширяющееся отечественное производство и использование специализированных продуктов в питании спортсменов требует объективного научного обоснования принципов их создания.

## **1. ЗНАЧЕНИЕ ПИТАНИЯ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ**

Характерная для современного спорта высокая степень физического и нервно-психического напряжения, связанная со значительными по объему и интенсивности тренировочными и соревновательными нагрузками, обуславливает активацию обмена веществ в организме, стимуляцию процессов энергообразования, что и определяет повышенную потребность в основных пищевых веществах и энергии.

Оптимальное возмещение расходуемого количества энергии и пищевых веществ является основным назначением рационального питания спортсмена. Оно строится на трех основных принципах:

- соответствие энергетической ценности рациона расходу энергии;
- сбалансированность рациона по основным пищевым веществам и незаменимым факторам питания применительно к определенному виду спорта;
- выбор наиболее адекватных форм питания (продуктов и блюд) и количества приемов пищи в течение дня.

Вместе с тем представляет особый интерес индицирующее влияние факторов питания на отдельные стороны обмена веществ с целью повышения общего уровня физической работоспособности и развития таких важных для повышения спортивного мастерства качеств, как сила, скорость и выносливость.

Кроме того, зная питательную ценность и назначение отдельных пищевых веществ, можно посредством составления различных рационов питания активно влиять на функциональную деятельность организма, способствовать развитию скелетной мускулатуры, устранению лишних жировых отложений, повышению работоспособности и выносливости.

## **2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПИТАНИЮ СПОРТСМЕНОВ**

При производстве специализированных продуктов питания для спортсменов необходимо руководствоваться основными медико-биологическими принципами, которые могут быть сформулированы следующим образом:

- *принцип энергетической сбалансированности* – соответствие энергетическим потребностям спортсмена. Питание должно не только возмещать расходуемые количества энергии, но и способствовать повышению работоспособности относительно исходного уровня;
- *системность питания* – питательные элементы наилучшим образом функционируют только во взаимодействии друг с другом;
- *адекватность питания* – следствие принципа системности – при недостаточном количестве даже одного жизненно важного питательного элемента в организме другие не смогут правильно функционировать;
- *учет динамики образа жизни* – подбор адекватных форм питания в зависимости от образа жизни, характера тренировок и места их проведения;
- *точность дозирования физиологически функциональных ингредиентов* – существует достаточно узкий диапазон необходимого потребления

каждого питательного элемента, что является основой оптимального функционирования организма;

- *соблюдение принципов сбалансированного питания* в зависимости от вида спорта и специфики физических нагрузок [10, 21].

Медико-биологический подход к разработке рационов питания спортсменов основывается на изучении особенностей биохимических и физиологических процессов, протекающих в организме при физических нагрузках и на этапах восстановления. Также учитываются особенности вида спорта, этап подготовки, время года, климатические условия, а также пол, возраст, антропометрические и других индивидуальные показатели конкретного спортсмена.

В отдельные периоды подготовки спортсменов, в зависимости от конкретных задач и содержания тренировочного процесса, возникает необходимость в составлении пищевых рационов определенной направленности (белковой, углеводной, белково-углеводной и др.). Например, в тренировочный период при выполнении спортивных упражнений, способствующих увеличению мышечной массы и развитию силы, следует усилить белковую направленность рациона питания. В этом случае следует включать в рацион дополнительные пищевые продукты, богатые белком или специализированные высокобелковые продукты. Для усиления углеводной направленности рациона, необходимо включать в него продукты, богатые простыми и сложными углеводами, углеводно-минеральные напитки при одновременном уменьшении продуктов, являющихся источниками жиров. Для усиления содержания жиров (например, в зимний период подготовки) следует включать в суточный рацион продукты, являющиеся источниками липидов.

В соответствии с особенностями обменных процессов при различных тренировочных режимах требуется изменение количественной и качественной характеристик питания.

При работе в анаэробном режиме необходимо сохранение в рационе оптимального количества белка и увеличение количества углеводов за счет снижения количества жира, дополнительного приема витамина группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, РР) и аскорбиновой кислоты. Динамические или статические мышечные усилия, направленные на увеличение мышечной массы и развитие силы, требуют повышения содержания белка в рационе, а также витаминов В<sub>6</sub>, В<sub>2</sub>, РР, Р<sub>1</sub> [18].

При работе в аэробном режиме, направленной на совершенствование выносливости, весьма существенным является увеличение калорийности рациона, а также количества углеводов, полиненасыщенных жирных кислот, липидов, витаминов А, Е, С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, биотина, фолиевой кислоты и др. [18].

При работе в смешанном анаэробно-аэробном режиме характер питания близок к формуле сбалансированного питания для здорового чело-

века, при этом соотношение белков, жиров и углеводов соответствует 1:0,9:4 [18, 21].

Главная особенность спортивного питания состоит в том, что энерготраты при спортивной деятельности значительно выше, чем у стандартного здорового человека. Доказано, что энерготраты, а следовательно и калорийность суточного рациона питания спортсменов на любом этапе их деятельности (тренировки, соревнования или восстановление), почти в 2–3 раза выше, чем у обычного человека и составляют от 4000 до 8000 ккал (в зависимости от вида спорта и объема тренировок). Суммарная калорийность рациона питания достигается за счет энергетической ценности входящих в него белков, жиров и углеводов. С увеличением энерготрат естественно возрастает и потребность организма спортсменов в энергии и, соответственно, в пищевых веществах. Поэтому по сравнению с рационом обычного питания для спортсменов несколько изменяется оптимальное соотношение основных составляющих пищевого рациона: белков, жиров и углеводов – в сторону увеличения содержания углеводов.

Величины энерготрат спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни, являются крайне разнообразными и зависят в основном не только от вида спорта, но и от объема выполняемой работы. Энерготраты могут колебаться в очень больших пределах в одном и том же виде спорта в зависимости от периода подготовки к соревнованиям и во время соревнований. Кроме того, следует учитывать, что расход энергии спортсмена зависит от его собственного веса. Поэтому энерготраты целесообразно рассчитывать в каждом отдельном случае, используя величину метаболического эквивалента (МЭТ). Термины и определения приведены в приложении 1.

Спортсменам, занимающимся видами спорта на выносливость, рекомендуется рацион, в котором белки составляют 14–15 % от общего количества потребляемых калорий, жиры – 25 %, углеводы – 60–61 % [1, 18].

Для представителей видов спорта, требующих развития выносливости с силовыми компонентами, несколько усилена белковая часть рациона. Процентная доля калорийности, обеспечиваемая белками, жирами и углеводами, составляет соответственно 15–16 %, 27 % и 57–58 % [1, 18].

В рационе представителей скоростно-силовых видов спорта содержание белков несколько выше, а углеводов ниже, чем в видах спорта на выносливость. Доля белков, жиров и углеводов в энергообеспечении рациона составляет соответственно 17–18 %, 30 % и 52–53 % [1, 14].

Представители силовых видов спорта в отдельные периоды тренировочного процесса, направленного на увеличение мышечной массы и развитие силы, при нагрузках большого объема и интенсивных тренировках нуждаются в повышенном потреблении белка. Калорийность, обеспечиваемая белками в этот период, может составлять 18–20 %, жирами – 31–32 %, углеводами – 49–50 % [18].



Специфика питания спортсменов связана также с повышенными потребностями организма в основных макро- и микронутриентах.

Так, потребность в белках у спортсменов в среднем составляет 2,0–2,5 г на 1 кг массы тела в сутки. В гимнастике, акробатике, фехтовании, беге на длинные дистанции, плавании, гребле, спортивных играх – 2,0–2,3 г; в метаниях, беге на короткие дистанции, прыжках, тяжелой атлетике, боксе, борьбе – 2,3–2,5 г; в многодневных велосипедных гонках потребность возрастает до 3,0–3,2 г на 1 кг массы тела. Для обеспечения нормального аминокислотного состава важен качественный состав белков. При этом доля животного белка должна составлять не менее 60 %. При употреблении рационов с высоким содержанием белка необходимо принимать во внимание факт потери воды. Дополнительная экскреция является следствием азотистой нагрузки на почки. Поэтому вопрос оптимального потребления жидкости спортсменами, чьи рационы содержат большое количество белка, чрезвычайно важен, так как дегидратация отрицательно влияет на спортивную работоспособность [10, 21]. Способы определения необходимого количества белка для спортсменов представлены в приложении 2.

Суточная потребность в жирах у спортсменов составляет 1,5–2,4 г на 1 кг массы тела. В рационе питания должно содержаться 75–80 % жиров животного происхождения и 20–25 % жиров растительного происхождения.

Углеводы являются основным источником энергии для спортсменов, поэтому суточная потребность в них составляет 9–10 г на 1 кг массы тела, при этом 64 % должно приходиться на сложные углеводы и 36 % – на простые. Если говорить о форме поступления углеводов в организм во время и после физических нагрузок, то, с точки зрения скорости восстановления мышечного гликогена, состояние дегидратации и подавленный аппетит склоняет выбор в пользу напитка. Говоря о синтезе мышечного гликогена, необходимо сказать и о видах углеводов, являющихся наиболее эффективными, с физиологической точки зрения, при производстве подобных напитков [1, 6].

Некоторые различия в метаболизме простых углеводов, в частности больший выброс инсулина после потребления глюкозы, чем фруктозы, ведут к предпочтительному использованию глюкозы и/или смеси её полимеров для восстановления мышечного гликогена. В то время как фруктоза является значительно менее эффективной для ресинтеза гликогена, чем глюкоза или сахароза. Различия во времени задержки в желудке, меньшая скорость всасывания фруктозы и возможность дисфункции со стороны желудочно-кишечного тракта так же обуславливают предпочтение в пользу других простых сахаров. Однако использование смеси глюкозы и фруктозы приводит к повышению скорости окисления экзогенных углеводов по сравнению с использованием каждого из сахаров в отдельности. Различия между глюкозой, сахарозой и мальтодекстрином в метаболизме и влиянии

на физическую работоспособность в ходе физической нагрузки незначительны. Менее приемлема, с точки зрения окисления в ходе физической нагрузки, галактоза. Каких-либо эффектов рибозы, с точки зрения влияния на работоспособность и восстановление, не обнаружено [1].

По аналогии с калорийностью питания суточная потребность организма спортсменов в витаминах и минералах выше обычной в 1,5–2 раза. Потребности спортсменов в основных минеральных веществах и витаминах представлены в приложениях 3 и 4. Для достижения полноценной биологической активности питания необходимо введение в состав рациона не отдельно взятых витаминов и минералов, а правильно подобранных комбинаций – витаминных и минеральных премиксов в определенном количественном соотношении между собой и с другими пищевыми веществами. Это связано еще и с тем, что многие химические процессы катализируются одновременно несколькими взаимодействующими витаминами, макро- и микроэлементами.

Таким образом, соблюдение рационального соотношения содержания витаминов и минеральных веществ и их сбалансированность позволяет в значительной мере решить проблему фармакокинетического и фармакодинамического взаимодействия макро- и микронутриентов. Тем самым будет соблюден оптимальный метаболический фон в организме спортсмена, способствующий его лучшей адаптации к физическим нагрузкам.

В условиях интенсивной мышечной работы резко возрастает потребность в воде у спортсменов. В зависимости от характера спортивной деятельности и температурных условий суточная потребность в воде у спортсменов различных специализаций может колебаться от 2–3 до 5–6 литров в сутки.

### **3. БИОХИМИЧЕСКИЕ СДВИГИ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ**

Любая физическая работа сопровождается изменением скорости метаболических процессов в организме, появлением биохимических сдвигов в работающих мышцах, во внутренних органах и в крови.

В основе всех биохимических изменений, возникающих при работе, лежит изменение направленности метаболизма. При выполнении физической нагрузки в организме повышается скорость катаболических процессов, сопровождающихся выделением энергии и синтезом АТФ, при одновременном снижении скорости анаболизма, потребляющего значительное количество АТФ для обеспечения различных синтезов. Такое изменение направленности метаболизма приводит к улучшению энергообеспечения работающих мышц, к повышению мощности и продолжительности работы.

Необходимая перестройка метаболизма во время мышечной деятельности происходит под воздействием нервно-гормональной регуляции. Эта регуляция предназначена для создания мышцам оптимальных условий при выполнении ими сократительной функции.

### 3.1. ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ НЕРВНО-ГОРМОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

При мышечной работе повышается тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы, иннервирующей внутренние органы и мышцы.

В легких под влиянием симпатических импульсов повышается частота дыхания и происходит расширение бронхов. В результате увеличивается легочная вентиляция (через легкие в единицу времени проходит больше воздуха), что в итоге приводит к улучшению обеспечения организма кислородом.

Под влиянием симпатической нервной системы также повышается частота сердечных сокращений, следствием чего является увеличение скорости кровотока и улучшение снабжения органов, и в первую очередь мышц, кислородом и питательными веществами. Этому также способствует расширение кровеносных сосудов в мышцах под воздействием симпатических импульсов [24].

Важное значение для осуществления мышечной работы имеет и усиление потоотделения, вызываемое симпатической нервной системой. Такое влияние направлено на освобождение организма от избыточной тепловой энергии.

Под действием симпатической нервной системы снижается кровоснабжение почек, что ведет к уменьшению диуреза. В кишечнике замедляется перистальтика и вследствие снижения скорости кровообращения ухудшается всасывание продуктов переваривания. Эти изменения благоприятны для мышечной деятельности, поскольку функционирование почек и кишечника потребляет много энергии [7].

В жировой ткани импульсы симпатической нервной системы вызывают повышение проницаемости клеточных мембран, что приводит к мобилизации жира, т.е. к выходу жира из жировых депо в кровь с последующим повышением его концентрации в плазме крови. Поскольку жир обладает большим запасом энергии, увеличение его содержания в крови следует рассматривать как благоприятное изменение, направленное на повышение энергообеспечения мышц [7].

Очень важную роль в перестройке организма во время мышечной работы выполняют гормоны. При мышечной деятельности наблюдается выделение в кровяное русло многих гормонов. Однако наибольший вклад

в функциональную и биохимическую перестройку организма вносят гормоны надпочечников.

Мозговой слой надпочечников вырабатывает два гормона - адреналин и норадреналин, причем значительно преобладает адреналин. Оба гормона часто объединяют общим термином катехоламины. Выделение гормонов мозгового слоя в кровь происходит при различных эмоциях, и поэтому адреналин называют гормоном эмоций или гормоном стресса. У животных стресс является первой реакцией организма на какую-либо опасность, которая затем устраняется, как правило, за счет мышечных усилий. Отсюда вытекает биологическая роль адреналина – создание оптимальных условий для выполнения мышечной работы большой мощности и продолжительности путем воздействия на физиологические функции и метаболизм [5, 7].

Механизмы действия адреналина и норадреналина близки, хотя и имеются определенные различия. Интересно отметить, что биологические эффекты, вызываемые катехоламинами, сходны с действием симпатической нервной системы. Это объясняется тем, что в окончаниях симпатических нервов в качестве медиатора выделяется норадреналин.

Наиболее важные механизмы действия этих гормонов следующие.

Попадая с кровью в легкие, катехоламины дублируют действие симпатических импульсов. Они также вызывают повышение частоты дыхания и расширение бронхов, что приводит к увеличению легочной вентиляции и улучшению снабжения организма кислородом. Под влиянием адреналина значительно повышается частота сердечных сокращений, а также увеличивается их сила, что способствует еще большему возрастанию скорости кровообращения [7].

Еще одно важное изменение в организме, вызываемое адреналином, - перераспределение крови в сосудистом русле. Под влиянием адреналина расширяются кровеносные сосуды органов, участвующих в обеспечении мышечной деятельности (скелетные мышцы, мозг, миокард, легкие, печень), и одновременно суживаются сосуды органов, не принимающих прямого участия в обеспечении функционирования мышц (почки, желудочно-кишечный тракт, кожа и др.). В результате такого воздействия значительно улучшается кровоснабжение мышц и внутренних органов, имеющих отношение к выполнению мышечной работы [7].

В печени под влиянием адреналина ускоряется распад гликогена до глюкозы, которая затем выходит в кровь. В результате возникает эмоциональная гипергликемия (повышенное содержание глюкозы в крови), способствующая лучшему обеспечению глюкозой как источником энергии функционирующих органов. У спортсменов гипергликемия может возникать еще до начала мышечной работы, в предстартовом состоянии. В жировой ткани катехоламины активируют фермент липазу, что приводит к ускорению расщепления жира на глицерин и жирные кислоты. образо-

вавшиеся продукты распада жира сравнительно легко попадают в печень, скелетные мышцы и миокард. В скелетных мышцах и миокарде глицерин и жирные кислоты используются в качестве источника энергии. В печени из глицерина может синтезироваться глюкоза (глюконеогенез), а жирные кислоты превращаются в кетоновые тела (кетогенез) [7].

Еще одной, причем очень важной, мишенью катехоламинов являются скелетные мышцы. Под действием адреналина в мышцах усиливается распад гликогена, но свободная глюкоза не образуется. В зависимости от характера работы гликоген превращается либо в молочную кислоту (при интенсивной работе), либо в углекислый газ и воду (при работе умеренной мощности). В любом случае за счет ускоренного расщепления гликогена улучшается энергообеспечение мышечной работы.

Корковый слой (кора) надпочечников продуцирует гормоны стероидной природы под общим названием кортикостероиды. По биологическому действию кортикостероиды делятся на глюкокортикоиды и минералокортикоиды. Для регуляции метаболизма во время выполнения физических нагрузок большое значение имеют глюкокортикоиды, главными из которых являются кортизол, кортизон и кортикостерон. Эти гормоны действуют следующим образом [7].

Глюкокортикоиды угнетают гексокиназу – фермент, катализирующий переход глюкозы в глюкозо-6-фосфат. С этой реакции в организме начинаются все превращения глюкозы. Поэтому глюкокортикоиды тормозят любое использование глюкозы клетками организма, что приводит к накоплению ее в крови. Можно предположить, что исключением из этого правила является мозг, в который глюкокортикоиды, по-видимому, не попадают из-за наличия гематоэнцефалического барьера. Мозг оказывается в более выгодном положении по сравнению с другими органами, так как подобный механизм регуляции позволяет использовать глюкозу крови преимущественно для питания нервных клеток и дольше поддерживать в крови достаточный уровень глюкозы. Это имеет для мозга исключительно важное значение, поскольку нервные клетки в качестве источника энергии потребляют в основном глюкозу [7].

Глюкокортикоиды тормозят анаболические процессы, в первую очередь синтез белков. На первый взгляд для организма такой механизм действия должен быть неблагоприятным, так как белки выполняют многие жизненно важные функции. Однако если учесть, что синтез белков – это энергоемкий процесс, потребляющий значительное количество АТФ (только на включение в белковую молекулу одной лишь аминокислоты тратится не менее трех молекул АТФ, а в молекулы белков входят сотни и тысячи аминокислот) и, следовательно, являющийся конкурентом мышечного сокращения и расслабления в использовании АТФ, то становится ясно, что торможение синтеза белков во время выполнения физических

нагрузок позволяет улучшить энергообеспечение мышечной деятельности [4].

Еще один механизм действия глюкокортикоидов заключается в стимулировании ими глюконеогенеза – синтеза глюкозы из углеводов. Во время мышечной работы глюконеогенез протекает в печени. Обычно глюкоза синтезируется из аминокислот, глицерина и молочной кислоты. С помощью этого процесса удается поддерживать в крови необходимую концентрацию глюкозы, что очень важно для питания мозга [7].

### 3.2. БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦАХ

При выполнении физической работы в мышцах происходят глубокие изменения, обусловленные прежде всего интенсификацией процессов ресинтеза аденозинтрифосфата (АТФ) [16].

Использование креатинфосфата (КрФ) в качестве источника энергии приводит к снижению его концентрации в мышечных клетках и накоплению в них креатина (Кр).

Практически при любой работе для получения АТФ используется мышечный гликоген. Поэтому его концентрация в мышцах снижается независимо от характера работы. При выполнении интенсивных нагрузок в мышцах наблюдается быстрое уменьшение запасов гликогена и одновременное образование и накопление молочной кислоты. Накопление молочной кислоты повышает кислотность внутримышечных клеток (рН снижается). Увеличение содержания лактата в мышечных клетках вызывает также повышение в них осмотического давления, вследствие чего в миоциты из капилляров и межклеточных пространств поступает вода и развивается набухание мышц. На практике это явление нередко называют «забитостью» мышц.

Продолжительная мышечная работа небольшой мощности вызывает плавное снижение концентрации гликогена в мышцах. В данном случае распад гликогена протекает аэробно, с потреблением кислорода. Конечные продукты такого распада – углекислый газ и вода – удаляются из мышечных клеток в кровь. Поэтому после выполнения работы умеренной мощности в мышцах обнаруживается уменьшение содержания гликогена без накопления лактата.

Еще одно важное изменение, возникающее в работающих мышцах, повышение скорости распада белков. Особенно ускоряется распад белков при выполнении силовых упражнений, причем это затрагивает в первую очередь сократительные белки, входящие в состав миофибрилл. Вследствие распада белков в мышечных клетках повышается содержание свободных аминокислот и продуктов их последующего расщепления – кетокислот и аммиака [12].

Другим характерным изменением, вызываемым мышечной деятельностью, является снижение активности ферментов мышечных клеток. Одной из причин уменьшения ферментативной активности может быть повышенная кислотность, вызванная накоплением в мышцах лактата.

И, наконец, мышечная деятельность может привести к повреждениям внутриклеточных структур – миофибрилл, митохондрий, разнообразных биомембран. Так, повреждение мембран саркоплазматического ретикулума ведет к нарушению проведения нервного импульса к цистернам, содержащим ионы кальция. Нарушение целостности сарколеммы (оболочки мышечных клеток) сопровождается потерей мышцами многих важных веществ, в том числе ферментов, которые через поврежденную сарколемму уходят из мышечных клеток в лимфу и кровь.

Повреждение мембран также негативно влияет на активность иммобилизованных ферментов, т.е. ферментов, встроенных в мембраны. Эти ферменты могут полноценно функционировать только при наличии неповрежденной, целостной мембраны. Например, при мышечной работе может снижаться активность кальциевого насоса – фермента, встроенного в мембрану цистерн и обеспечивающего транспорт ионов кальция из саркоплазмы внутрь цистерн. Другой пример: при продолжительной физической работе уменьшается активность ферментов тканевого дыхания, локализованных во внутренней мембране митохондрий [16].

### 3.3. БИОХИМИЧЕСКИЕ СДВИГИ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ

Во время мышечной деятельности в мотонейронах коры головного мозга происходит формирование и последующая передача двигательного нервного импульса. Оба эти процесса - формирование и передача нервного импульса - осуществляются с потреблением энергии молекул АТФ. Образование АТФ в нервных клетках происходит аэробно, путем окислительного фосфорилирования. Поэтому при мышечной работе увеличивается потребление мозгом кислорода из протекающей крови. Другой особенностью энергетического обмена в нейронах является то, что основным субстратом окисления является глюкоза, поступающая с током крови.

В связи с такой спецификой энергоснабжения нервных клеток любое нарушение снабжения мозга кислородом или глюкозой неминуемо ведет к снижению его функциональной активности, что у спортсменов может проявляться в форме головокружения или обморочного состояния [4, 7].

### 3.4. БИОХИМИЧЕСКИЕ СДВИГИ В МИОКАРДЕ

Во время мышечной деятельности происходит усиление и учащение сердечных сокращений, что требует большего количества энергии по сравнению с состоянием покоя. Однако энергообеспечение сердечной мышцы

осуществляется главным образом за счет аэробного ресинтеза АТФ. Анаэробные пути ресинтеза АТФ включаются лишь при очень интенсивной работе (частота сердечных сокращений более 200 уд./мин) [7].

Большие возможности аэробного энергообеспечения в миокарде обусловлены особенностью строения этой мышцы. В отличие от скелетных мышц в сердечной имеется более развитая, густая сеть капилляров, что позволяет извлекать из протекающей крови больше кислорода и субстратов окисления. Кроме того, в клетках миокарда имеется больше митохондрий, содержащих ферменты тканевого дыхания. В качестве источников энергии миокард использует различные вещества, доставляемые кровью: глюкозу, жирные кислоты, кетоновые тела, глицерин. Собственные запасы гликогена практически не используются; они необходимы для энергообеспечения миокарда при истощающих нагрузках [7, 16].

Во время интенсивной работы, сопровождающейся увеличением концентрации лактата в крови, миокард извлекает из крови лактат и окисляет его до углекислого газа и воды. При окислении одной молекулы молочной кислоты синтезируется до 18 молекул АТФ. Способность миокарда окислять лактат имеет большое биологическое значение. Использование лактата в качестве источника энергии позволяет дольше поддерживать в крови необходимую концентрацию глюкозы, что очень существенно для биоэнергетики нервных клеток, для которых глюкоза является почти единственным субстратом окисления. Окисление лактата в сердечной мышце также способствует нормализации кислотно-щелочного баланса, так как при этом в крови снижается концентрация этой кислоты [20, 26].

### 3.5. БИОХИМИЧЕСКИЕ СДВИГИ В ПЕЧЕНИ

При мышечной деятельности активируются функции печени, направленные преимущественно на улучшение обеспечения работающих мышц внесмышечными источниками энергии, переносимыми кровью. Ниже описаны наиболее важные биохимические процессы, протекающие в печени во время работы [12].

1. Под воздействием адреналина повышается скорость гликогенеза – распада гликогена с образованием свободной глюкозы. Образовавшаяся глюкоза выходит из клеток печени в кровь, что приводит к возрастанию её концентрации в крови. При этом снижается содержание гликогена. Наиболее высокая скорость гликогенеза в печени отмечается в начале работы, когда запасы гликогена еще высоки.

2. Во время выполнения физических нагрузок клетки печени активно извлекают из крови жир и жирные кислоты, содержание которых в крови возрастает вследствие мобилизации жира из жировых депо. Поступающий в печеночные клетки жир сразу же подвергается гидролизу и превращается в глицерин и жирные кислоты. Далее жирные кислоты путем  $\beta$ -



окисления расщепляются до ацетил-КоА, из которого затем образуются кетоновые тела – ацетоуксусная и  $\beta$ -оксимасляная кислоты. Синтез кетоновых тел обычно называется кетогенезом. Кетоновые тела являются важными источниками энергии. С током крови они переносятся из печени в работающие органы – миокард и скелетные мышцы. В этих органах кетоновые тела вновь превращаются в ацетил-КоА, который сразу же аэробно окисляется в цикле Кребса (ЦТК) до углекислого газа и воды с выделением большого количества энергии.

3. Еще один биохимический процесс, протекающий в печени во время работы, – глюконеогенез. Уже отмечалось, что этот процесс инициируется глюкокортикоидами. За счет глюконеогенеза в клетках печени из глицерина, аминокислот и лактата осуществляется синтез глюкозы. Этот процесс идет с затратой энергии АТФ. Обычно глюконеогенез протекает при длительной работе, ведущей к снижению концентрации глюкозы в кровяном русле. Благодаря глюконеогенезу организму удается поддерживать в крови необходимый уровень глюкозы.

4. При физической работе усиливается распад мышечных белков, приводящий к образованию свободных аминокислот, которые далее дезаминируются, выделяя аммиак. Аммиак является клеточным ядом, его обезвреживание происходит в печени, где он превращается в мочевины. Синтез мочевины требует значительного количества энергии. При истощающих нагрузках, не соответствующих функциональному состоянию организма, печень может не справиться с обезвреживанием аммиака, в этом случае возникает интоксикация организма этим ядом, ведущая к снижению работоспособности.

### 3.6. БИОХИМИЧЕСКИЕ СДВИГИ В КРОВИ

Изменения химического состава крови являются отражением тех биохимических сдвигов, которые возникают при мышечной деятельности в различных внутренних органах, скелетных мышцах и миокарде. Поэтому на основании анализа химического состава крови можно оценить биохимические процессы, протекающие во время работы. Это имеет большое практическое значение, так как из всех тканей организма кровь наиболее доступна для исследования.

Биохимические сдвиги, наблюдаемые в крови, в значительной мере зависят от характера работы, и поэтому их анализ следует проводить с учетом мощности и продолжительности выполненных нагрузок.

При выполнении мышечной работы в крови чаще всего обнаруживают следующие изменения [5, 7].

1. Повышение концентрации белков в плазме крови. Это происходит по двум причинам. Во-первых, усиленное потоотделение приводит к уменьшению содержания воды в плазме крови и, следовательно, к ее сгу-

шению, в результате чего возрастают концентрации всех компонентов плазмы, в том числе белков. Во-вторых, вследствие повреждения клеточных мембран наблюдается выход внутриклеточных белков в плазму крови. Однако при очень продолжительной работе возможно снижение концентрации белков плазмы. В этом случае часть белков из кровяного русла переходит в мочу, а другая часть используется в качестве источников энергии.

2. Изменение концентрации глюкозы в крови во время работы характеризуется фазностью. В начале работы обычно уровень глюкозы в крови возрастает. Это объясняется тем, что в начале "работы в печени" имеются большие запасы гликогена и глюконогенез протекает с высокой скоростью. С другой стороны, в начале работы мышцы тоже обладают значительными запасами гликогена, которые они используют для своего энергообеспечения, и поэтому не извлекают глюкозу из кровяного русла. По мере выполнения работы снижается содержание гликогена как в печени, так и в мышцах. В связи с этим печень направляет все меньше и меньше глюкозы в кровь, а мышцы, наоборот, начинают в большей мере использовать глюкозу крови для получения энергии. При длительной работе часто наблюдается снижение концентрации глюкозы в крови (гипогликемия), что обусловлено истощением запасов гликогена и в печени, и в мышцах.

3. Повышение концентрации лактата в крови наблюдается практически при любой спортивной деятельности, однако степень возрастания концентрации лактата в значительной мере зависит от характера выполненной работы и тренированности спортсмена. Наибольший подъем уровня лактата в крови отмечается при выполнении физических нагрузок в зоне субмаксимальной мощности, так как в этом случае главным источником энергии для работающих мышц является анаэробный гликолиз, приводящий к образованию и накоплению молочной кислоты.

В покое, до работы, содержание лактата в крови равняется 1–2 ммоль/л (0,1–0,2 г/л). После работы «до отказа» в зоне субмаксимальной мощности у спортсменов средней квалификации концентрация лактата в крови увеличивается до 8–10 ммоль/л, у высокотренированных этот рост может достигать 18–20 ммоль/л и выше. В литературе описаны случаи повышения лактата в крови у очень хорошо подготовленных спортсменов до 30–32 ммоль/л [16, 20].

При проведении анализа крови на содержание лактата необходимо учитывать, что увеличение его концентрации в крови происходит не сразу, а через несколько минут после окончания работы. Поэтому забор крови следует делать примерно через 5 мин после завершения нагрузки. При взятии крови в более поздние сроки концентрация лактата окажется заниженной, так как часть его будет извлечена из кровяного русла клетками миокарда и печени.

4. Водородный показатель (рН). Образующийся при интенсивной работе лактат является сильной кислотой и его поступление в кровяное русло должно вести к повышению кислотности крови. Однако первые порции лактата, диффундирующие из мышц и кровяное русло, нейтрализуются буферными системами крови. В дальнейшем, по мере истощения емкости буферных систем, наблюдается повышение кислотности крови, возникает так называемый некомпенсированный ацидоз. В покое значение рН венозной крови равно 7,35–7,36. При мышечной работе, вследствие накопления в крови лактата, величина рН уменьшается [24, 27].

5. Повышение концентрации свободных жирных кислот и кетоновых тел наблюдается при длительной мышечной работе вследствие мобилизации жира из жировых депо и последующим кетогенезом в печени. Увеличение концентрации кетоновых тел (ацетоуксусная и  $\beta$ -оксимасляная кислоты) также вызывает повышение кислотности и снижение рН крови [12, 20].

6. Мочевина. При кратковременной работе концентрация мочевины в крови увеличивается незначительно, а при длительной физической работе уровень мочевины в крови может возрасти в 4–5 раз. Причиной увеличения содержания мочевины в крови является усиление катаболизма белков под воздействием физических нагрузок, особенно силового характера. Распад белков, в свою очередь, ведет к накоплению свободных аминокислот, при распаде которых образуется в большом количестве аммиак. В печени большая часть образовавшегося аммиака превращается в мочевину [7, 16].

#### **4. ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СПОРТА**

Потребность спортсмена в энергии и пищевых веществах зависит от интенсивности метаболических процессов, происходящих в организме при физической нагрузке. Поэтому главные различия в потребностях спортсменов в основных нутриентах и энергии связаны именно со спецификой спортивной деятельности.

##### **4.1. ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА**

К спортивным играм относятся наиболее популярные виды спорта – командные (футбол, баскетбол, волейбол и др.) и индивидуальные (теннис). Отличительная черта спортивных игр – большой объем аэробной деятельности, т.е. перемещений с различной, часто меняющейся скоростью, и периодические силовые действия (удар по мячу, бросок). Физическая активность игроков может меняться в широких пределах – от покоя до сприн-

та. Периоды нагрузки высокой интенсивности часто имеют достаточную длительность и требуют больших энергетических затрат, что определяет высокую энергетическую стоимость игры в целом. Характер нагрузок в каждом игровом виде весьма разнообразный, поэтому планирование пищевого рациона затруднено. Наряду с физической нагрузкой спортсмены в игровых видах спорта испытывают большие нервно-психологические нагрузки, сопряженные с сильным эмоциональным возбуждением [18].

Задачи питания зависят от периода круглогодичной подготовки. В межсезонье спортсмен может либо поддерживать свои физические качества на определенном уровне, либо наращивать скоростно-силовую подготовку, в то же время избегая чрезмерного увеличения массы. Допустимо увеличение «тощей» массы тела и уменьшение содержания жира, однако набор более 2–3 кг за год оправдан в очень редких случаях.

Спортсменам-игровикам необходимо поддержание высокой выносливости, устойчивости к температурным колебаниям, так как игры проводятся на открытом воздухе в различных погодных условиях.

В ходе матча задействованы различные механизмы энергообеспечения мышечной деятельности, при которых основными энергетическими субстратами служат и углеводы, и жиры. В ходе наиболее интенсивных моментов игры энергетические запросы организма удовлетворяются за счет использования креатинфосфата (КрФ), мышечного гликогена и иногда глюкозы крови в качестве источника энергии. Вследствие переменного характера физической активности частичное восстановление гликогена и КрФ происходит уже по ходу матча, в течение периодов отдыха или периодов нагрузки с низкой интенсивностью [3, 18].

Высок вклад аэробного механизма энергообеспечения мышечной деятельности. В периоды отдыха после интенсивной физической нагрузки сохраняется высокое потребление кислорода, что определяет среднюю интенсивность физической нагрузки в футболе порядка 70 % от уровня максимального потребления кислорода. Основными энергетическими субстратами при этом являются внутримышечные триглицериды [1].

Возможны большие индивидуальные различия в расходе энергии, что связано с множеством факторов, влияющих на интенсивность физической нагрузки в ходе игры, таких как мотивация, эмоциональный фон, физические возможности, тактические условия и т.п.

В связи с наиболее заметной ролью мышечного гликогена в ходе физической активности в игровых видах спорта спортсменам следует рекомендовать высокоуглеводные рационы не только перед матчем, но и ежедневно, поскольку в ходе тренировок расходуется значительное количество углеводных запасов. Есть данные, что рацион, обеспечивающий 600 г углеводов в день (7,9 г/кг массы тела), более благоприятен при выполнении длительной нагрузки переменного характера в ходе теста, разработанного специально с учетом специфики хоккея, по сравнению с рационом, содержа-

шим 355 г углеводов в день (4,6 г/кг массы тела). На практике же важность потребления углеводов с пищей не всегда достаточно правильно оценивается спортсменами. Обычно рационы питания характеризуются избытком жиров, хотя весьма желательно, чтобы их количество не превышало 25 % от общей калорийности рациона. Минимум 60 % поступающей энергии должно обеспечиваться углеводами. Несмотря на повышенное внимание к количеству белка в рационе спортсменов, особенно в тех видах спорта, где важна мышечная сила (а многие игровые виды спорта также попадают в эту категорию), нет необходимости в дополнительном использовании специальных белковых препаратов даже во время интенсивных силовых тренировок.

Некоторые исследователи высказывают весьма спорное мнение, что при условии тщательно сбалансированного рациона не требуется и дополнительный прием витаминных и минеральных добавок спортсменами, занимающимися игровыми видами спорта, хотя в некоторых случаях они могут быть на пользу - использование витамина С и препаратов витаминов группы В в условиях жаркого климата, увеличение доз витамина Е при высокоинтенсивных тренировках [1, 6].

Следует еще раз отметить важную роль железа для спортсменов, особенно женщин. Рекомендуемая норма железа для спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта, – 20 мг, причем лучше их получать с пищей, чем в виде специальных добавок, поскольку железо из твердой пищи более эффективно всасывается из кишечника в кровь.

### *Основные требования к рациону*

Калорийность питания в межсезонье должна обеспечить возможность прироста массы тела. В период соревнований общая калорийность равна сумме поддерживающей калорийности и расхода энергии на интенсивные физические нагрузки. Ориентировочная калорийность для игровых видов спорта 63–72 ккал/кг массы спортсмена [3, 18].

Однако вследствие больших различий в потребностях игроков (с учетом веса, характера нагрузок в конкретном виде и других факторов) необходимо рассчитывать необходимое количество энергии и пищевых веществ индивидуально.

Оптимальным соотношением макронутриентов является Б:Ж:У = 1:0,9:5. При этом 60–65 % калорийности должно покрываться за счет углеводов, 20–25 % за счет жиров, 10–15 % за счет белков. Однако эти цифры не абсолютны, поскольку многое зависит от особенностей организма спортсмена и конкретного вида игр [1].

Достаточно высокое содержание углеводов (60–65 % от суточной калорийности или 9–11,5 г/кг массы в день) уже обеспечивает нормальную производительность. Однако для наилучшего результата может потребоваться больше, до 10–13 г/кг массы в день. Следует учитывать, что увели-

чение содержания в пище углеводов влечет увеличение ее объема, следовательно, проблемы с ее усвоением [13].

Для поддержания силы мышц игрокам требуется большое количество белка (10–15 % от суточной калорийности или 1,6–2,2 г/кг массы в день), поскольку длительная активность с переменными нагрузками истощает ресурсы тела. Некоторые авторы считают, что потребность в белке в игровых видах достаточно высока, даже выше, чем в силовых – до 2,4–2,6 г/кг. Более рациональным является потребление белка в количестве не менее 1,6 в период соревнований и до 2,2 г/кг в межсезонье для набора мышечной массы [6, 18].

Сравнительно низкое содержание жира (не более 20–25 % от суточной калорийности или 1,5–1,9 г/кг массы в день) позволяет избежать проблем с чрезмерным истощением в ходе длительных тренировок и соревнований. Ограничение потребления жиров не должно быть излишне жестким, поскольку жировая масса необходима для повышения устойчивости к резким перепадам температуры и как "резервный запас топлива". Также необходимо следить за адекватным поступлением полиненасыщенных жирных кислот в организм спортсмена, так как они являются эссенциальными компонентами питания [1, 6].

Потребность представителей игровых видов спорта в энергии и пищевых веществах представлена в табл. 1 [1, 14, 18, 21].

Таблица 1

Потребность представителей игровых видов спорта  
в энергии и пищевых веществах

Потребность в энергии и пищевых веществах	Виды спорта	
	Футбол, хоккей	Баскетбол, волейбол
Энергия, ккал/кг	63-72	60-70
<b>Макронутриенты</b>		
Белки, г/кг	1,8-2,2	1,6-2,1
Жиры, г/кг	1,6-1,9	1,5-1,8
Углеводы, г/кг	10-11,5	9-11
<b>Витамины</b>		
С, мг	150-230	140-210
В <sub>1</sub> , мг	2,8-4,2	2,8-4,2
В <sub>2</sub> , мг	3,2-4,8	3,2-4,8
В <sub>3</sub> , мг	18	18
В <sub>6</sub> , мг	5-8	5-8
В <sub>9</sub> , мкг	400-550	400-500
В <sub>12</sub> , мкг	4-8	4-8
РР, мг	28-42	28-42

Потребность в энергии и пищевых веществах	Виды спорта	
	Футбол, хоккей	Баскетбол, волейбол
А, мг	2,5-3,7	2,5-3,5
Е, мг	20-30	20-30
<b>Минеральные вещества</b>		
Кальций, г	1,2-1,8	1,2-1,9
Фосфор, г	1,5-2,25	1,5-2,37
Железо, мг	25-30	25-40
Магний, г	0,45-0,65	0,45-0,65
Калий, г	4,5-5,5	4,0-6,0

Потребление воды должно восполнять потерю жидкости с мочой и потом. Как правило, следует пить не менее 2 литров в день. В это количество не входят кофеинсодержащие напитки, которые скорее относятся к стимулирующим добавкам. Следует пить достаточно часто и небольшими порциями, по 200-300 мл [14].

При интенсивных нагрузках следует следить за солевым балансом. Поскольку с потом уходит значительное количество солей, иногда полезно заменять обычную воду минеральной или употреблять изотонические напитки.

В качестве пищевых добавок рекомендуются поливитамины и минеральные соли, минеральная вода, природные кофеинсодержащие напитки, природные эргогенные средства (женьшень, лимонник).

#### 4.2. ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЛОЖНОКООРДИНАЦИОННЫХ ВИДОВ СПОРТА

К сложнокоординационным (художественным) видам относятся гимнастика спортивная, гимнастика художественная, прыжки в воду, прыжки на батуте, стрельба стендовая, стрельба пулевая, стрельба из лука, синхронное плавание, парусный спорт, гребной слалом, конный спорт; зимние виды — фигурное катание, фристайл, бобслей, горнолыжный спорт, санный спорт, сноубординг, скелетон. Отличительная черта - поддержание постоянной (сравнительно небольшой) массы тела при низком содержании жира. Необходим относительно малый объем мускулатуры в сочетании с пластичностью и высокой функциональностью, а также улучшенная координация движений. Следовательно, при сравнительно низкокалорийном рационе требуется обеспечить организм всеми необходимыми пищевыми веществами [18, 21].

Большое значение имеет повышение психической устойчивости с помощью растительных препаратов успокаивающего действия, использо-

вание ноотропных препаратов, витаминных комплексов, продуктов, содержащих большое количество энергетических субстратов (печень, яичный желток, морепродукты, продукты пчеловодства, сливочное и растительные масла и т.д.).

Независимо от специализации спортсменов, поддержание и повышение их физической работоспособности является ключевым моментом для достижения высоких спортивных результатов.

К факторам, лимитирующим работоспособность спортсменов, относятся самые различные органические и функциональные состояния, которые сопровождаются недостаточностью метаболитов, кислорода, изменением кислотно-щелочного равновесия, снижением реактивности иммунной системы, нарушением прооксидантно-антиоксидантного баланса, сдвигами в микроциркуляции и агрегатном состоянии крови.

При тренировках спортсменов сложнокоординационных видов спорта используются в основном анаэробные механизмы энергообеспечения мышечной деятельности – гликогенолиз и гликолиз. В некоторых случаях (прыжок в спортивной гимнастике, прыжки в воду) включается креатин-фосфатная энергетическая система. В гимнастике, прыжках в воду и зимних сложнокоординационных видах спорта требуются быстрые резкие усилия мышечных волокон, у которых ограничены возможности сжигания жира при отсутствии кислорода. Для этого спортсмены должны поддерживать оптимальный уровень запасов мышечного гликогена и мышечного креатина для своей двигательной активности. Содержание жира в рационе питания должно быть снижено. В остальных сложнокоординационных видах спорта (все виды стрельбы) требуется устойчивое нервно-психологическое состояние [1, 18].

Тип фигуры, специфичный, например, для гимнастики художественной и спортивной, фигурного катания, заставляет многих спортсменов развивать "диетический менталитет" часто задолго до наступления половой зрелости. Более молодые спортсмены часто подражают старшим и более умелым в их низкокалорийной диете. Этот диетический менталитет в сочетании с изменениями в росте, массе тела и фигуре во время полового созревания очень проблематичен для физического и психического здоровья спортсмена [18].

Такое поведение может привести к значительным проблемам со здоровьем, например, к женской триаде. Триада женщин спортсменок состоит из трех взаимосвязанных компонентов: нарушения питания, аменореи и остеопороза. Если у спортсменки диагностирован любой из компонентов триады, ее следует исследовать на наличие других компонентов. Эти нарушения, одиночные или в сочетании, могут снизить спортивные показатели и иметь другие кратковременные или отдаленные последствия.

Кроме того, недостаток необходимых нутриентов может способствовать снижению работоспособности, психологической устойчивости, за-



медленному восстановлению спортсменов после физических нагрузок, появлению чувства переутомления и перенапряжения, снижению концентрации внимания, увеличению случаев травматизма.

Для целей регулирования веса спортсменов особую актуальность приобретают вопросы сбалансирования рационов. Сбалансирование рационов и использование компонентов, регулирующих вес физиологическими средствами, способствуют снижению нефункциональной массы тела спортсмена. При этом необходим периодический контроль за весом. Кроме того, рекомендуется отслеживать состав тела доступными методами – например, с помощью калиперометрии, денситометрии или современных жиросомеров, работающих по принципу определения электрического импеданса тела. Процентное содержание жировых отложений в организме определяется на основе измерения электрического сопротивления с учетом таких индивидуальных данных, как вес, рост, возраст и пол. Результаты измерений полностью соответствуют данным, полученным при проведении аналогичного измерения методом подводного взвешивания [18, 24].

### *Основные требования к рациону*

Основные требования к рациону питания гимнастов, в соответствии с рекомендациями отечественных ученых, сводятся к поддержанию постоянной массы тела при низком содержании жира. При сравнительно низкокалорийном рационе (59–69 ккал/кг массы тела спортсмена) требуется обеспечить организм всеми необходимыми пищевыми веществами [1, 18].

Потребность в макронутриентах значительно различается в отдельных видах спорта данной группы.

Для сложнокоординационных видов спорта анаэробной направленности (спортивная и художественная гимнастика, прыжки в воду) жир не является основным источником энергии и его потребление необходимо снизить до 20–25 % от суточной калорийности (1,5–1,75 г/кг массы в день). Рекомендуется отношение животных и растительных жиров в суточном рационе, как 70 % к 30 %. Поступление ненасыщенных жирных кислот должно быть адекватным потребностям и составлять 2/3 от общего поступления жира [10, 21].

Некоторые сложнокоординационные виды спорта анаэробной направленности (фигурное катание, слалом, прыжки с трамплина) имеют особенности в потреблении жиров. Потребность в них составляет 25–30 % от суточной калорийности, это связано с тем, что спортсменам необходима небольшая подкожная жировая прослойка, для того чтобы избежать переохлаждения.

Для сложнокоординационных видов спорта аэробной направленности (стрелковый спорт, парусный спорт, конный спорт и т.д.) потребность в жирах составляет 25–30 % от суточной калорийности (1,7–1,9 г/кг массы

в день), так как в данных видах спорта жиры могут использоваться организмом спортсменов в качестве эффективных источников энергии [21].

Углеводы являются основным источником энергии в сложнокоординационных видах спорта. Чтобы восстановить оптимальные запасы гликогена в мышцах, содержание углеводов в пищевом рационе должно быть около 60–70 % от общего потребления энергии (8,5–11,5 г/кг массы спортсмена). При этом рекомендуется основную массу углеводов (65–70 % от общего количества) употреблять с пищей в виде полисахаридов, 25–30 % должно приходиться на простые и легкоусвояемые углеводы (сахара, глюкоза, фруктоза) и 5 % – пищевые волокна. Достаточное поступление с пищей пищевых волокон (20–30 г в день) необходимо для нормальной работы кишечника спортсмена. Особое внимание следует уделять на соотношение в пище углеводов с различным гликемическим индексом. Во время выполнения соревновательных нагрузок большого объема, приводящих к развитию утомления в связи со снижением углеводных запасов организма, необходимо через каждый час с момента начала соревнований потреблять приблизительно 30–60 гр углеводов с высоким гликемическим индексом [1, 18].

Не менее важным является поддержание соответствующего равновесия между потреблением энергии и белка. Для удовлетворения суточной потребности необходимо включение в рацион разнообразных маложирных источников белка (мясо, рыба, молочные продукты) в количествах 2,0 – 2,4 г/кг массы тела спортсмена, что составляет 12–15 % от суточной калорийности рациона [18].

В связи с достаточно высокой травматичностью данной группы видов спорта (переломы, вывихи и др.), следует уделять особое внимание вопросу адекватного потребления кальция и биологически активных веществ с хондропротекторными свойствами.

Кроме того, заметная роль в создании сбалансированных рационов гимнастов отводится витаминам (группы В, А, С, Е), минеральным веществам (особенно кальций, железо), антиоксидантам, пищевым волокнам и другим биологически активным компонентам. Следует иметь в виду, что реальные потребности могут быть выше, а наличие "скрытого" дефицита того или иного микронутриента резко снижает работоспособность.

В рацион необходимо включать повышенные дозы витаминов С (160–120 мг) и В<sub>1</sub> (3,0–3,5 мг). Для спортсменов, занимающихся стрельбой, в рацион дополнительно включают повышенные дозы витамина А – 3,0 мг, потребность в котором повышается в связи с увеличением функциональной нагрузки на зрительный анализатор [18].

Потребление жидкости должно регулироваться таким образом, чтобы избежать обезвоживания и в то же время не допустить избыточного вымывания минеральных веществ с потом. Ориентировочные значения 2–

2,5 литра в день, с учетом пищи. Наличие жажды, как правило, свидетельствует об уже имеющемся дефиците воды [8, 14].

Самым серьезным и для многих спортсменов непреодолимым препятствием в поддержании нужной массы тела является чувство голода. Объем принимаемой пищи следует сохранять на должном уровне, что достигается включением в рацион овощей и фруктов с низким гликемическим индексом, которые являются не только своеобразным балластом, но и содержат минеральные соли, нормализующие процессы водно-солевого обмена, поддерживают постоянное осмотическое давление, регулируют движение воды между тканями и кровью и др.

Потребности представителей сложнокоординационных видов спорта в энергии и пищевых веществах приведены в табл. 2 [1, 14, 18, 21].

Таблица 2

Потребности представителей сложнокоординационных видов спорта в энергии и пищевых веществах

Потребность в энергии и пищевых веществах	Виды спорта					
	Гимнастика	Фигурное катание	Слалом и прыжки с трамплина	Конный спорт	Парусный спорт	Стрелковый спорт
Энергия, ккал/кг	58-66	59-66	64-67	60-66	62-68	60-67
<b>Макронутриенты</b>						
Белки, г/кг	2,0-2,3	2,1-2,4	2,1-2,3	2,1-2,3	2,2-2,4	2,2-2,4
Жиры, г/кг	1,5-1,75	1,7-1,9	1,9-2,0	1,7-1,9	2,1-2,2	2,0-2,1
Углеводы, г/кг	9,0-10,7	8,6-9,8	9,3-9,5	8,9-9,9	8,5-9,7	8,3-9,5
<b>Витамины</b>						
С, мг	120-175	120-175	130-180	130-175	150-200	130-180
В <sub>1</sub> , мг	2,5-3,5	2,5-3,5	2,6-3,5	2,7-3,0	3,1-3,6	2,6-3,5
В <sub>2</sub> , мг	3,0-4,0	3,0-4,0	3,0-4,0	3,0-3,5	3,6-4,2	3,0-4,0
В <sub>3</sub> , мг	16	16	15	15	15	15
В <sub>6</sub> , мг	5-7	5-7	5-7	5-7	5-8	5-7
В <sub>9</sub> , мкг	400-500	400-500	400-450	400-450	400-450	400-450
В <sub>12</sub> , мкг	3-6	3-6	2-6	3-6	2-6	2-6
РР, мг	25-35	21-35	25-35	24-30	30-35	25-35
А, мг	2,25-3,0	2,0-3,0	3,5-4,0	2,0-2,7	2,8-3,7	3,5-4,0
Е, мг	15-30	15-30	20-30	20-30	20-30	20-30

Потребность в энергии и пищевых веществах	Виды спорта					
	Гимнастика	Фигурное катание	Слалом и прыжки с трамплина	Конный спорт	Парусный спорт	Стрелковый спорт
<b>Минеральные вещества</b>						
Кальций, г	1,2-1,7	1,0-1,4	1,0-1,4	1,05-1,4	1,2-2,2	1,0-1,4
Фосфор, г	1,3-1,9	1,25-1,75	1,25-1,75	1,25-1,75	1,5-2,75	1,25-
Железо, мг	25-35	25-35	20-30	25-30	20-30	20-30
Магний, г	0,6-0,9	0,4-0,7	0,4-0,5	0,4-0,6	0,4-0,7	0,4-0,5
Калий, г	4,0-5,0	4,0-5,0	4,0-5,0	4,0-5,0	4,5-5,5	4,0-5,0

#### 4.3. ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

К циклическим видам относятся беговые дисциплины легкой атлетики, плавание, гребля академическая, гребля на байдарках и каноэ, велосипедный спорт, шорт-трек, а также зимние виды – бег на коньках, лыжные гонки. Внутри самой группы, однако, имеются некоторые различия, которые стоит иметь в виду.

Циклические виды спорта – виды спорта с преимущественным проявлением выносливости – отличаются повторяемостью фаз движений, лежащих в основе каждого цикла, и тесной связанностью каждого цикла с последующим и предыдущим. В основе циклических упражнений лежит ритмический двигательный рефлекс, проявляющийся автоматически. Таким образом, общими признаками циклических упражнений являются:

- 1) многократность повторения одного и того же цикла, состоящего из нескольких фаз;
- 2) все фазы движения одного цикла последовательно повторяются в другом цикле;
- 3) последняя фаза одного цикла является началом первой фазы движения последующего цикла [18].

Во время занятий циклическими видами спорта расходуется большое количество энергии, а сама работа выполняется с высокой интенсивностью. Эти виды спорта требуют поддержки метаболизма, специализированного питания, особенно при марафонских дистанциях, когда происходит переключение энергетических источников с углеводных (макроэргических фосфатов, гликогена, глюкозы) на жировые. Контроль гормональной системы этих видов обмена веществ имеет существенное значение как в прогнозировании, так и в коррекции работоспособности фармакологиче-

скими препаратами. Высокий результат в этих видах спорта в первую очередь зависит от функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, устойчивости организма к гипоксическим сдвигам, волевой способности спортсмена противостоять утомлению [1].

Циклические виды спорта требуют преимущественного проявления выносливости. В них сочетается скоростная выносливость с хорошей координацией движений. Главной функциональной системой является кардио-распираторная (сердечно-сосудистая и дыхательная системы), обеспечивающая нервно-мышечный аппарат.

При занятиях циклическими видами спорта суммарные затраты энергии для развития выносливости значительно больше, чем в других видах спорта. На тренировочных занятиях они могут составлять 4000–6000 ккал, а в дни соревнований, особенно многодневных или длительных (велогонки, марафон), еще больше. В связи с этим рекомендуется увеличение кратности приемов пищи, богатой животными белками, до 5–6 раз в день, без изменения суточного количества продуктов. Основной рацион должен быть углеводной направленности, т.е. углеводы должны составлять до 70 % от общей калорийности. Располагая полученными нормативами и пользуясь приведенными таблицами, можно составить наборы пищевых продуктов, позволяющие удовлетворить потребности организма спортсмена в основных компонентах пищи и энергии в различные периоды подготовки [18].

Для спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта, очень важно, чтобы содержание углеводов в рационе спортсменов высокого класса, испытывающих большие нагрузки, повышалось преимущественно за счет уменьшения доли жиров.

Характер работы мышц при беге на разные дистанции существенно различен. Если для дистанций до 200 метров имеет место скоростно-силовая нагрузка с максимальным выделением мощности, то на дистанциях более 1000 метров организм переходит в практически полностью аэробный режим. Даже в пределах одного класса (спринтерского – до 200 м; стайерского – 400 м и более) подготовка может различаться настолько сильно, что спортсмен способен с максимальной эффективностью работать только на своей дистанции [1, 20].

Аналогичные градации имеют место в других циклических видах. Принято условно делить их на спринтерские (длительность до 2–3 минут) и стайерские. Считается, что до 3 минут энергетические затраты покрываются в основном за счет анаэробных механизмов - АТФ-КФ и гликолиза. На самом деле все гораздо сложнее, поскольку гликолиз дает максимальную мощность примерно в течение 3 минут после начала работы, а потом несколько разных механизмов сосуществуют одновременно. Однако при нагрузках, длящихся более 10 минут, аэробный механизм становится основным источником энергии. Соответственно, требования к рациону в

"спринтерских" и "стайерских" видах существенно различаются. "Спринтерские" виды спорта зачастую объединяют со скоростно-силовыми видами спорта, так как система энергообеспечения мышечной работы и потребности в пищевых веществах во многом схожи [1].

Огромное количество стартов (до нескольких сотен за год) и большой объем тренировок предъявляют достаточно жесткие требования к физическим характеристикам и энергообеспечению спортсменов.

При сравнительно небольшом и постоянном весе стайерам требуется значительная выносливость, то есть большие запасы гликогена. Для спринтеров и пловцов на короткие дистанции необходимо обеспечение субмаксимальной мощности в течение относительно короткого промежутка времени. Следовательно, в этой группе нагрузки имеют скоростно-силовой характер, и достаточно важно адекватное поступление белка в организм [18].

Очень длительные велосипедные туры, марафон, лыжные гонки вызывают огромный расход энергии. В данном случае большое значение приобретают жир и углеводы, поскольку нагрузки имеют почти чисто аэробный характер.

Кроме того, при длительной нагрузке происходит значительное обезвоживание организма с вымыванием из него минеральных солей. Следовательно, запасы воды и микроэлементов должны постоянно пополняться в адекватных количествах.

### *Основные требования к рациону*

Калорийность пищи должна быть достаточной, чтобы обеспечить приток энергии в течение длительных периодов активности. С другой стороны, трудно усваиваемая пища противопоказана. Следует скорее обращать внимание на предупреждение недостатка в пищевых веществах, нежели на борьбу с переизбытком. Дневной рацион спортсмена при длительной нагрузке должен включать в себя 5500–6500 ккал для мужчин и 5000–6000 ккал для женщин. Рекомендуются все же вести расчет более индивидуально, с учетом затрат энергии для конкретного вида деятельности. Для спортсменов, специализирующихся на спринтерских дистанциях, потребность в энергии составляет 68–78 ккал/кг массы, при соотношении макронутриентов Б:Ж:У = 1:0,75:4, в то время как для спортсменов, специализирующихся на стайерских дистанциях потребность в энергии выше и составляет 73–85 ккал/кг массы при соотношении Б:Ж:У = 1:1:5 [1, 18].

По причине высоких скоростно-силовых требований спринтеры нуждаются в большом количестве белков. При среднем рекомендуемом для представителей циклических видов спорта потреблении 2,5–2,7 г/кг в день, для спринтеров потребление белка должно составлять 2,6–2,8, а для

стайеров 2,2–2,5 г/кг. Источники белка должны обеспечивать необходимое количество незаменимых аминокислот [8, 14].

Велосипедистам и стайерам необходимо большое количество углеводов как легкоусваиваемых, так и "медленных", с низким гликемическим индексом. Потребление углеводов рекомендуется держать на уровне примерно 10,3–12 г/кг для спринтерских и 11,0–13,0 для стайерских нагрузок. При этом следует разумно балансировать содержание в пище усвояемых и неусвояемых углеводов. Слишком волокнистая пища обычно тяжела для желудка, но содержание в рационе пищевых волокон (овощи, недробленные крупы и хлеб с отрубями) и пектина (фрукты, например яблоки) необходимо [6].

Не следует слишком жестко ограничивать потребление жиров, особенно ненасыщенных. Они используются как источник энергии при длительных нагрузках и обеспечивают адекватную работу суставов, что весьма важно, поскольку в любом циклическом виде суставы подвергаются сильному износу. А для спортсменов, специализирующихся на стайерских дистанциях, жир служит эффективным источником энергии. Рекомендуемое потребление 2,0–2,2 г/кг массы для спринтеров и 2,2–2,7 г/кг массы в день для стайеров. Количество насыщенных жиров должно составлять не более трети общего количества, поскольку они наиболее тяжелы для желудка и содержат избыточное количество холестерина [10].

Когда длительность нагрузки достигает нескольких часов, особое значение приобретает обеспечение водой. В дни соревнований следует ограничить употребление мочегонных напитков, таких как чай и кофе. Они приводят к ускорению вывода из организма воды, что чревато обезвоживанием. Стоит подобрать подходящую по составу минеральную воду, которой спортсмен мог бы выпить 1,5–2 литра в день без побочных эффектов.

Соотношение пищевых веществ в рационе также должно подбираться индивидуально, на основе указанных выше рекомендаций и особенностей организма спортсмена. Огромное значение имеют современные методы оценки функционального состояния организма спортсмена: измерение состава тела, МПК, анализ мочи и крови. Процесс оптимизации рациона даже при участии спортивного врача может занять 1–2 месяца, однако он абсолютно необходим.

Потребности представителей циклических видов спорта в энергии и пищевых веществах приведены в табл. 3 [1, 14, 18, 21].

Таблица 3

Потребности представителей циклических видов спорта  
в энергии и пищевых веществах

Потребность в энергии и пищевых веществах	Виды спорта					
	Плавание		Легкая атлетика		Велоспорт	
	Плавание на короткие и средние дистанции	Плавание на длинные и сверхдлинные дистанции	Бег на средние и длинные дистанции	Бег на сверхдлинные дистанции, спортивная ходьба на 20 и 50 км	Гонки на треке	Гонки на шоссе
Энергия, ккал/кг	68-78	73-85	69-78	73-84	69-75	77-87
<b>Макронутриенты</b>						
Белки, г/кг	2,6-2,8	2,2-2,5	2,4-2,8	2,4-2,6	2,3-2,5	2,5-2,7
Жиры, г/кг	2,0-2,2	2,2-2,6	2,0-2,1	2,2-2,5	1,8-2,0	2,0-2,1
Углеводы, г/кг	10,5-11,7	10,8-12,5	10,3-12,0	11,2-13,0	10,8-11,8	12,2-14,2
<b>Витамины</b>						
С, мг	180-250	200-350	180-250	200-350	150-250	200-350
В <sub>1</sub> , мг	3,0-4,0	3,2-5,0	3,0-4,0	3,2-5,0	3,5-4,0	4,0-4,8
В <sub>2</sub> , мг	3,6-4,8	3,5-5,0	3,6-4,8	3,5-5,0	4,0-4,6	4,6-5,8
В <sub>3</sub> , мг	17	19	17	19	17	19
В <sub>6</sub> , мг	6-9	7-10	6-9	7-10	6-7	7-10
В <sub>9</sub> , мкг	500-600	500-600	500-600	500-600	400-500	500-600
В <sub>12</sub> , мкг	5-10	6-10	5-10	6-10	5-10	5-10
РР, мг	32-42	32-45	32-42	32-45	23-40	32-45
А, мг	3,0-3,8	3,2-3,8	3,0-3,8	3,2-3,8	2,8-3,6	3,0-3,8
Е, мг	25-40	28-45	25-40	28-45	28-35	30-45
<b>Минеральные вещества</b>						
Кальций, г	1,6-2,3	1,8-2,8	1,6-2,3	1,8-2,8	1,3-2,3	1,8-2,7
Фосфор, г	2,0-2,8	2,2-3,5	2,0-2,8	2,2-3,5	1,6-2,8	2,2-3,4
Железо, мг	30-40	35-45	30-40	35-45	25-30	30-40
Магний, г	0,5-0,8	0,6-0,8	0,5-0,8	0,6-0,8	0,5-0,7	0,6-0,8
Калий, г	5,0-6,5	5,5-7,0	5,0-6,5	5,5-7,0	4,5-6,0	5,0-7,0



#### 4.4. ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СИЛОВЫХ И СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ ВИДОВ СПОРТА

В группу силовых видов спорта входят тяжелая атлетика и силовое троеборье. В группу скоростно-силовых видов спорта входят спринтерские виды спорта, а также некоторые легкоатлетические виды спорта (метание диска, копья и молота, толкание ядра).

Хотя культуризм традиционно объединяют с тяжелой атлетикой и пауэрлифтингом, в системе питания культуристов имеются значительные отличия. В межсезонье тяжелоатлет может активно наращивать массу тела, преимущественно за счет мышц, для увеличения силы и/или перехода в следующую весовую категорию. В то время как для культуристов также необходим интенсивный сброс жира перед соревнованиями. В период выступлений силовикам требуется обеспечить мышцы необходимыми макро- и микроэлементами для развития максимального усилия, в отличие от этого культурист на подиуме не обязан демонстрировать чудеса силы, но ему необходимо очень точно регулировать состав пищевого рациона, чтобы наработанная мускулатура была видна во всех деталях [1, 18].

Существует несколько категорий силовых упражнений: изометрические (статические, характеризующиеся постоянной длиной мышцы), изокинетические (сокращение мышцы с фиксированной скоростью или с изменяющимся сопротивлением, для их выполнения требуется, как правило, специальное оборудование) и наиболее распространенные изотонические упражнения (сокращение мышцы с постоянной нагрузкой в виде свободного веса или тренажера).

В изотоническом режиме возможны две разновидности работы мышц: преодолевающий режим (концентрический) и уступающий (эксцентрический). Концентрический режим работы подразумевает выполнение двигательных действий с акцентом на усилие по преодолению нагрузки (поднятие штанги). Эксцентрический режим работы подразумевает плавное и медленное возвращение тренировочного снаряда в исходное положение (опускание штанги). Сочетание концентрического и эксцентрического режимов работы мышц более благоприятно для развития силы, чем применение только концентрических усилий. Эксцентрическая нагрузка приводит к большему повреждению мышечных волокон. Следствием последующих восстановительных процессов является увеличение их размера. При неизменной длине мышечных волокон увеличивается область их перекрывания. Увеличение области перекрывания происходит для мышечных волокон 1-го типа на 39 % , а 2-го типа – на 31 % после тренировки, направленной на развитие силы [3, 26].

Для развития максимальной изометрической силы на тренировках используются силовые усилия, составляющие 70–100 % от максимального изометрического усилия. Высокие скорости мышечных сокращений дости-

гаются тренировочным режимом, где силовые усилия не превышают 70 % максимального изометрического усилия. Для тренировки взрывной силы используют силовые усилия порядка 40–70 % от максимального [26, 27].

Для повышения эффективности тренировочного процесса рацион спортсмена должен удовлетворять энергетическим запросам физической деятельности и обеспечивать необходимые макронутриенты и микронутриенты. В периоды силовых тренировок энерготраты спортсменов составляют порядка 3500–4500 ккал в зависимости от массы тела, при интенсивных тренировках для набора мышечной массы потребность в энергии может возрастать до 5500 ккал. Содержание жира в рационе может составлять порядка 2 г/кг массы тела. Рекомендованное количество углеводов – 8–10 г/кг массы тела. Некоторые этапы тренировочного цикла, направленные на развитие мышечной массы, диктуют повышение потребностей спортсмена в белке до 2,9 г/кг массы тела спортсмена [20].

### *Основные требования к рациону*

Калорийность питания представителей силовых и скоростно-силовых видов спорта повышенная – особенно в период набора массы. Средняя калорийность дневного рациона тяжелоатлетов должна составлять 3500–4500 ккал для мужчин (70 кг) и 3000–4000 ккал для женщин (60 кг), в период интенсивных тренировок и набора массы у мужчин может достигать 5500 ккал. Калорийность для силовых видов спорта составляет 66–70 ккал/кг массы спортсмена, для скоростно-силовых видов 62–66 ккал/кг массы спортсмена [1, 18, 20].

Особенности конкретного вида спорта, характер физических нагрузок, масса спортсмена, особенности метаболизма – все это делает необходимым рассчитывать потребное количество энергии и компонентов пищи индивидуально.

Для силовых и скоростно-силовых видов спорта соотношение макронутриентов следующее: Б:Ж:У = 1:0,8:3. При этом 18–20 % калорийности приходится на белки, 31–32 % на жиры, 49–50 % на углеводы. Такое соотношение основных пищевых компонентов не может в полной степени удовлетворить потребности спортсменов, тренирующихся с силовой и скоростно-силовой направленностью, так как углеводы являются более эффективным источником энергии в данной группе видов спорта, чем жиры [21].

Более рациональным соотношением макронутриентов является Б:Ж:У = 1:0,7÷0,8:4. При этом 55–60 % калорийности должно покрываться за счет углеводов, 25–30 % за счет жиров, 15–20 % за счет белков. Однако эти цифры не абсолютны, поскольку многое зависит от особенностей организма спортсмена и специфики конкретного вида спорта [18].

Суточное потребление белков должно составлять 2,3–2,9 г/кг массы тела. Однако американские ученые считают, что количество белка не должно превышать 2 г/кг массы тела. Белок – наименее ценный источник энергии, однако избыток его может привести к аммиачной интоксикации, синдрому перенапряжения печени и превращению дополнительных калорий в жир. Кроме того, если белок используется как источник энергии, часть калорий тратится на сам процесс усвоения (20–30 %). Распад аминокислот и превращение их в углеводы (глюконеогенез) или сжигание в качестве источника энергии сопровождается выделением газов с резким неприятным запахом – токсичного аммиака и соединений серы, что приводит к самоотравлению организма. В период наращивания массы спортсмену нужно около 2 г белка на 1 кг массы тела в день, а иногда до 3 г (однако, не стоит потреблять такие количества постоянно – по причинам, указанным выше) [1].

Углеводы как основной источник энергии должны составлять значительную часть потребляемой пищи. Суточное потребление углеводов должно составлять 9,0–11,3 г/кг массы тела спортсмена. При низкожирной диете следует обратить внимание на то, чтобы соотношение углеводов и белков в пище было не ниже 2:1 – иначе возможны проблемы с усвоением последних. При достаточном потреблении жиров вполне достаточно соотношения 4:3 (по массе, так как калорийность 1 г белков и 1 г углеводов, даже с учетом разных затрат энергии на их усвоение, примерно одинакова) [8, 11, 14].

Суточное потребление жиров должно составлять 1,8–2,0 г/кг массы тела спортсмена. Потребление жиров может составлять до 30 % общей калорийности, однако большую их часть (не менее 2/3) должны составлять ненасыщенные жиры. Показано, что низкожирные диеты далеко не всегда способствуют снижению массы подкожного жира. Недостаток жиров в пище ведет к тому, что организм начинает их экономить, и скорость липогенеза резко снижается [1, 21].

Повышение содержания белков в пище сопряжено с необходимостью увеличения объема выпиваемой воды, поскольку это позволяет очищать организм от вредных метаболитов. Хотя водный режим в силовых видах не так критичен, как при очень длительных нагрузках (типа кроссов и велосипедных гонок), все же следует выпивать около 2 л жидкости в день [21].

При очень высокой калорийности рациона организм получает избыток соли, следовательно, есть смысл следить за солевым балансом, ограничивая потребление натрия (во избежание отеков), а также за поступлением других минеральных веществ (нехватка цинка, магния, калия и кальция приводит к серьезным расстройствам в организме и снижению работоспособности). Для культуристов избыток натрия нежелателен еще и потому, что он вызывает задержку жидкости и мышцы заплывают водой. Однако

чрезмерное ограничение потребления натрия вызывает дисбаланс электролитов, что грозит нарушениями работы сердца и мозга.

Потребности представителей скоростно-силовых и силовых видов спорта в энергии и пищевых веществах приведены в табл. 4 [1, 14, 18, 21].

Таблица 4

Потребности представителей скоростно-силовых и силовых видов спорта в энергии и пищевых веществах

Потребность в энергии и пищевых веществах	Виды спорта	
	Легкая атлетика (бег на короткие дистанции, прыжки, барьерный бег)	Тяжелая атлетика, метания
Энергия, ккал/кг	62-67	66-70
<b>Макронутриенты</b>		
Белки, г/кг	2,3-2,5	2,5-2,9
Жиры, г/кг	1,8-2,0	1,8-2,0
Углеводы, г/кг	9,0-10,0	10,0-11,3
<b>Витамины</b>		
С, мг	140-220	155-240
В <sub>1</sub> , мг	2,8-4,0	3,1-4,5
В <sub>2</sub> , мг	3,5-4,6	4,0-5,6
В <sub>3</sub> , мг	18	20
В <sub>6</sub> , мг	5-8	7-10
В <sub>9</sub> , мкг	400-500	450-600
В <sub>12</sub> , мкг	4-8	4-9
РР, мг	30-40	32-49
А, мг	2,5-3,5	2,8-4,0
Е, мг	21-29	23-35
<b>Минеральные вещества</b>		
Кальций, г	1,3-2,1	2,0-2,4
Фосфор,	1,8-2,5	2,5-3,0
Железо, мг	25-40	25-35
Магний, г	0,5-0,7	0,5-0,7
Калий, г	4,5-5,5	4,5-6,5

#### 4.5. ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЕДИНОБОРСТВ

К спортивным единоборствам относятся бокс, фехтование, борьба вольная, борьба греко-римская, дзюдо, тхэквондо.

Поскольку разные виды единоборств предъявляют неодинаковые требования к рациону из-за отличий в характере нагрузок, стоит отметить особенности питания для каждого вида.

Виды единоборств:

1. Ударные виды искусств. Основное внимание на удар оппонента различными частями своего тела. Включают карате, тхэквондо и кикбоксинг.

2. Борьба. Основное внимание на захваты, удушающие приемы, контроль суставов и дисартикуляцию. Включает все виды борьбы (вольная, греко-римская), дзюдо, айкидо и т.д.

3. Виды единоборств с оружием. Включают фехтование, борьба с мечами.

4. Смешанные виды.

Калорийность дневного рациона для борца весом 70 кг составляет в среднем 4500 ккал. Однако необходимо подходить к данному вопросу более индивидуально, чтобы состав тела менялся в нужном направлении [1].

Специфика спортивной деятельности в единоборствах – быстрая перестройка двигательных действий в соответствии с меняющейся ситуацией, необходимость развития силы и быстроты в их специфических проявлениях. При этом, как правило, необходимо строго контролировать массу тела, особенно в легких весовых категориях. Все это определенным образом влияет на организацию режима питания [18].

Характерной чертой спортивных единоборств является непостоянный, циклический уровень физических нагрузок, зависящий от конкретных условий соперничества и достигающих порой очень высокой интенсивности.

Главной функциональной системой является нервно-мышечный аппарат, обеспечивающей – кардио-респираторная система.

Если спортсмен намерен держаться в пределах своей весовой категории, необходимо регулировать вес с точностью до нескольких килограммов. При этом допустимо изменение состава тела за счет наращивания массы мышц и снижения содержания жира. При переходе в более высокую весовую категорию увеличение веса должно происходить прежде всего за счет наращивания мышечной массы, при этом желательно сохранение состава тела. Резкое уменьшение жировой прослойки не желательно, так как она, помимо всего прочего, предохраняет ткани от травмы при ударах. Исключение составляет фехтование, для которого требуется большая подвижность и сравнительно невысокие по сравнению с другими единоборствами силовые характеристики [18].

Регулирование массы (или веса) тела постоянно интересует спортсменов, особенно весьма непростая проблема ее снижения. Почти все единоборцы сгоняют массу в предсоревновательный период. Сгонка массы тела любым способом – серьезный, ответственный и сугубо индивидуальный процесс, поэтому необходимо, чтобы единоборец постоянно находился под наблюдением тренера и врача. Повышенная нервная возбудимость спортсмена в этот период обязывает тренера особенно внимательно относиться к нему. Для сохранения здоровья важно не только то, на сколько килограммов и каким путем сгоняется масса, но и то, как она восстанавливается по окончании соревнований – недопустимо, например, резкое увеличение массы за короткий срок [18, 20].

### *Масса тела единоборца*

Массу, или вес, тела спортсмена, следует отнести к числу существенных для большинства спортивных единоборств параметров, поскольку между ней и абсолютной силой человека существует довольно устойчивая прямая зависимость. С введением весовых категорий единоборцы стали искать путь к победе за счет не только упорных тренировок, но и перехода в более легкую категорию. При этом соблазн оказаться значительно сильнее своих соперников (благодаря сгонке массы тела) настолько велик, что ни один спортсмен не может пренебречь этой процедурой. По существу, снижение массы тела, начиная уже с первых соревнований, становится чуть ли не обязательным атрибутом спортивных единоборств. В связи с этим почти все спортсмены и тренеры имеют собственное мнение по поводу того, как быстро и без потерь в мастерстве следует сбрасывать лишние килограммы. Труднее сделать это при недостаточной тренированности [18].

По данным некоторых исследователей, снижение массы тела до 3 % не вызывает существенных изменений функционального состояния и мышечной работоспособности у борцов. При уменьшении массы тела на 3 – 6 % уже имеет место некоторое снижение физической работоспособности. Такая сгонка массы тела допустима, но не более 3 раз в год. Значительное снижение массы тела – более чем на 10 % – приводит к тяжелым последствиям. От такой сгонки веса следует воздержаться, а в случае острой необходимости прибегать к ней не более 1 раза в год [18].

Большое практическое значение имеют наблюдения за весовым режимом единоборцев. Потеря веса за одно тренировочное занятие (при прочих равных условиях) зависит главным образом от величины подкожного жирового слоя и водно-солевого баланса. В подготовительном периоде потери веса за тренировку обычно больше, в дальнейшем, по мере роста тренированности, они стабилизируются.

Таким образом, имеют значение динамические наблюдения не только за массой тела в покое, но и за ее потерями в течение тренировки, что может служить одним из критериев тренированности спортсменов. Тренировочные нагрузки должны сопровождаться потерей не более 2 % массы тела.

Уменьшение массы тела за счет перспирации (неощутимой ее потери) составляет в сутки: через органы дыхания – 138–468 г; через кожу – 0,45–1,9 кг. Стандартная величина потери массы тела путем перспирации – 23 г за 1 ч на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела [20].

После выхода из ванны на теле человека с выраженным волосяным покровом остается 50 г воды, а при отсутствии такового – 30 г. При обильном потоотделении на теле содержится около 40 г пота. Неоправданно большие затраты физической силы наблюдаются у тех единоборцев, которые в ходе соревнований не следят за массой своего тела и вынуждены подгонять ее непосредственно перед взвешиванием. Между тем этого трудно избежать: надо лишь проверять вес перед приемом пищи и, учитывая индивидуальные особенности организма, придерживаться определенного режима питания и потребления жидкости. Спортсмен должен знать, сколько массы у него «сгорает» за ночь – как в нормальных условиях, так и во время сгонки. В этом случае следует ложиться спать с такой массой тела: контрольная плюс масса, которая «сгорает» за ночь во время сгонки, минус 100 г. Эти граммы являются страховочными, а также успокаивающе действуют на спортсмена, чтобы не волноваться перед предстоящим контрольным взвешиванием.

#### *Физиологические особенности сгонки веса*

Все виды единоборств характеризуются нестандартными ациклическими движениями переменной интенсивности, связанными с использованием больших мышечных усилий при активном противодействии сопернику. Мощность работы мышечной системы во время соревновательной схватки может оцениваться как субмаксимальная. Кратковременные скоростно-силовые напряжения при проведении технических приемов (например, захватов) сопровождаются элементами натуживания и задержкой дыхания. Повторное проведение схваток в турнире требует от спортсменов оптимального соотношения аэробной и анаэробной производительности (в соответствии с массой тела, видом единоборства и тактико-техническими возможностями) [18].

Изменение диеты и режима питания (наряду с другими дегидратирующими факторами) заметно отражается на энергетическом обеспечении мышечной деятельности спортсменов, сгоняющих вес. Перестройка обменных процессов приводит к выраженным изменениям в соотношении основных источников энергетического обеспечения мышечной деятельно-

сти – углеводов и липидов. Проведенные исследования показали, что еще до начала физической нагрузки отмечается дефицит углеводов – основного источника энергии, что также сопровождается снижением уровня сахара в крови и приводит к нехватке энергии для выполнения физических нагрузок [26].

Форсированная сгонка веса тела ведет к более ранней мобилизации липидов. При этом отмечается снижение содержания в крови свободных жирных кислот – главного поставщика энергии при окислении липидов.

Снижение уровней гликогена, глюкозы и свободных жирных кислот указывает на уменьшение энергетического потенциала организма спортсмена, сгоняющего вес.

При микроскопии срезов печени (в эксперименте на животных) на фоне уменьшения содержания гликогена отмечается картина жировой дегенерации, уменьшающей функциональные возможности данного органа. На это же указывает снижение ферментативной активности печени. Увеличение в организме (при форсированном снижении веса тела) уровня кетоновых тел, ухудшающих протекание окислительно-восстановительных процессов, а также содержания в крови органических кислот свидетельствует о возрастающем дефиците кислорода в тканях. В связи с этим физические нагрузки при форсированной сгонке веса должны носить более аэробный характер, а кратковременная высокоинтенсивная работа должна чередоваться с достаточными периодами отдыха. При этом необходимо снижать физические нагрузки в зависимости от степени водного истощения организма [26, 27].

Пренебрежение этими требованиями приводит к перенапряжению организма.

Форсированная сгонка большой массы тела недостаточно тренированными спортсменами отрицательно сказывается на состоянии здоровья, спортивном долголетии и работоспособности.

В юношеском возрасте сгонка веса запрещается, так как в этот период жировые запасы невелики и снижение веса осуществляется за счет мышечной ткани.

При искусственном обезвоживании организма уменьшается мышечная сила, снижаются скоростные качества. Сгонка веса вредно сказывается также на состоянии нервной системы.

Как правило, наиболее интенсивная сгонка осуществляется в последние дни или за день до официального взвешивания, причем борцы младшего возраста или легчайшего веса теряют наибольший процент веса. Сгонка веса повторяется многократно, поскольку участие в соревнованиях составляет от 15 до 30 раз в год. У борцов весовой категории до 95 кг содержание жира составляет 1,6–15,1 % массы тела (это в среднем около 8 %). Снижение веса осуществляется путем ограничения потребляемого количества пищи, жидкости, а также за счет потоотделения при тепловых



или физических нагрузках. Исследования показали, что в процессе сгонки теряется не только вода, но также жиры и белки. В результате сочетания различных процедур при сгонке веса обычно наблюдаются следующие изменения:

- снижается мышечная сила;
- сокращается время сохранения высокой работоспособности;
- снижается объем крови и плазмы;
- ухудшается сердечная функция при субмаксимальной относительной мощности; с этим связаны увеличение частоты пульса, уменьшение ударного и минутного объемов крови;
- уменьшается потребление кислорода – особенно при голодании;
- нарушаются процессы терморегуляции;
- снижается почечный кровоток;
- уменьшаются запасы гликогена в печени;
- увеличиваются потери электролитов [20, 26].

По возможности следует отдавать предпочтение постепенному снижению веса тела, при котором изменения обменных процессов выражены в значительно меньшей степени и, следовательно, имеется меньше ограничений для дозирования физических нагрузок.

Из всех компонентов тела вода является наиболее мобильным. В норме ее содержание у взрослого человека составляет 60–70 % веса тела.

Величина другого компонента – жира – значительно труднее уменьшается под влиянием методов, регулирующих вес тела. Для коррекции массы тела созданы специальные продукты – «сжигатели жира», которые содержат энергетические метаболиты, а также L-карнитин, способствующий расщеплению жира. При любых способах сгонки веса в организме спортсмена происходит в той или иной степени обезвоживание, т.е. дегидратация [24].

Наименьшее отрицательное влияние на организм оказывает длительное (в течение 10 дней) и постепенное ограничение водно-пищевого рациона. Этот способ регуляции веса тела обеспечивает наибольшую его потерю. Создается наиболее благоприятное соотношение потерь отдельных компонентов тела: меньше воды (при соответствующих процентах потери веса) и больше жира. Отмечается более слабое влияние этого способа на гематологические показатели и максимальную частоту сердечных сокращений. Эффективность снижения веса зависит не только от протекания физиологических процессов, но и в значительной степени от воздействия психологических факторов, влияющих не только на функциональное состояние организма и ход метаболических процессов, но и на успешность выполнения спортивных нагрузок [1].

Так как функциональное состояние спортсмена – «сгонщика» – воздействует на психику, создается комплекс взаимообусловленных физиологических и психологических процессов, для корректировки которых тре-

неру нужно знать, как влияет процесс снижения веса на психику спортсмена. Незначительное произвольное снижение массы тела (в пределах 1,0–1,5 кг) благоприятно отражается на настроении и самочувствии спортсмена, улучшает психическую работоспособность. Чрезмерное (особенно форсированное) снижение веса отрицательно влияет на психику: могут возникнуть вялость, головная боль, бессонница. У одних повышается раздражительность; для других, наоборот, характерны угнетенное состояние духа, пассивность, апатия, состояние тревоги, беспокойства. Появляется нежелание выполнять нагрузки большого объема и интенсивности, снижается мотивация достижения победы, ухудшаются волевые качества и др. Процесс сгонки веса требует постоянного преодоления ряда объективных и субъективных трудностей, поэтому он имеет выраженную волевою направленность и характеризуется внутренней установкой на постоянное использование волевых усилий и самовоздействий [21, 27].

### *Основные требования к рациону*

Общий расход энергии у борцов и боксеров, как и у штангистов, особенно велик в легких весовых категориях и более низок у тяжеловесов, работа которых отличается меньшей динамичностью. Ориентировочная потребность в энергии у единоборцев составляет 60–75 ккал/кг массы тела. Необходимо рассчитывать потребность в энергии у спортсменов индивидуально, ввиду больших различий в потребностях спортсменов, связанных с массой и особенностями метаболизма, характером нагрузок в конкретном виде спорта и другими факторами [1].

Потребность в белке для единоборцев может быть довольно высока, так как значительные скоростно-силовые нагрузки приводят к относительно быстрой перестройке мышечной ткани. Суточный рацион питания единоборцев должен быть богат белками преимущественно животного происхождения, а их количество должно составлять 2–3 г/кг массы тела, в зависимости от специализации (бокс, борьба, фехтование) и периода подготовки. По мнению некоторых специалистов, белок должен обеспечивать от 13 % до 18 % общей калорийности рациона, что должно соответствовать 1,2–1,6 г/кг веса, при наращивании массы мышц – до 2 г/кг. Наименьшие цифры относятся к фехтованию, самые высокие – борьбе [14, 21].

Потребление углеводов должно быть значительным, поскольку организм использует именно их при аэробно-анаэробных нагрузках в качестве первичного источника энергии. Достаточное количество углеводов (9–11 г/кг массы тела) способствует повышению выносливости и работоспособности. В то же время, учитывая необходимость поддерживать постоянную массу тела, рекомендуется использовать в питании спортсменов углеводсодержащие продукты со средним и низким гликемическим индексом. Их потребление помогает удовлетворять энергетические потребности орга-

низма без нежелательного увеличения массы тела. Часть специалистов считает, что в единоборствах потребление углеводов должно обеспечивать 50–55 % общей калорийности рациона, что должно соответствовать 8–10 г/кг веса [10, 18].

Не стоит резко ограничивать потребление жиров. Ведь жир является не только ценным источником энергии, но и поставляет сырье для синтеза ряда важнейших гормонов. Кроме того, полиненасыщенные жирные кислоты способствуют укреплению суставов. В единоборствах небольшая подкожная жировая прослойка необходима для защиты мышечной ткани от повреждений, которые могут возникнуть при ударах и падениях, свойственных данной группе видов спорта. По мнению специалистов, доля жира в общей калорийности рациона должна составлять около 25–30 %, что соответствует 1,7–2,3 г/кг массы спортсмена [1, 6].

Рацион при этом должен быть богат витаминами и минеральными веществами, особенно фосфором, потребность в котором возрастает до 2,3–3,5 г в сутки. Следует отметить также, что в период интенсивных тренировок и соревнований потребность организма борцов и боксеров в витамине В<sub>1</sub> достигает 5–6 мг/сутки, а в витамине А – до 4–4,5 мг/сутки [1, 6].

Переход спортсменов в течение первых двух-трех недель с привычного трехразового питания на пятиразовое способствует повышению эффективности тренировочных программ на 7–10%. Для сохранения достигнутых результатов, данный режим питания рекомендуется поддерживать до завершения соревнований.

Необходимо тщательно наблюдать за поступлением воды в организм. Обезвоживание, риск которого особенно велик в период сгонки веса, сильно ухудшает работоспособность.

Потребности в основных пищевых веществах у спортсменов, специализирующихся в некоторых видах спортивных единоборств, приведены в табл. 5 [1, 14, 18, 21].

Таблица 5

Потребности в основных пищевых веществах у спортсменов, специализирующихся в некоторых видах спортивных единоборств

Потребность в энергии и пищевых веществах	Виды спорта		
	Бокс	Все виды борьбы	Фехтование
Энергия, ккал/кг	62-75	60-72	60-65
<b>Макронутриенты</b>			
Белки, г/кг	2,4-3,0	2,2-2,8	2,0-2,3
Жиры, г/кг	1,8-2,2	1,7-2,3	2,0-2,3
Углеводы, г/кг	9,0-10,5	9,0-11,0	9,0-10,0

Потребность в энергии и пищевых веществах	Виды спорта		
	Бокс	Все виды борьбы	Фехтование
<b>Витамины</b>			
С, мг	200-300	200-300	175-250
В <sub>1</sub> , мг	3,5-4,5	2,5-4,0	2,4-4,0
В <sub>2</sub> , мг	4,0-5,2	4,0-5,0	3,8-5,2
В <sub>3</sub> , мг	18	17	20
В <sub>6</sub> , мг	6-9	6,0-10,0	6,0-10,0
В <sub>9</sub> , мкг	450-600	450-600	450-600
В <sub>12</sub> , мкг	4-9	4-9	4-9
РР, мг	25-40	25-45	25-45
А, мг	3,2-3,8	3,2-3,5	3,0-4,2
Е, мг	25-30	25-30	25-30
<b>Минеральные вещества</b>			
Кальций, г	2,0-2,5	2,0-2,4	2,0-2,4
Фосфор, г	2,5-3,5	2,5-3,0	2,5-3,0
Железо, мг	25-40	25-40	20-35
Магний, г	0,45-0,7	0,45-0,7	0,5-0,7
Калий, г	5,0-6,0	4,8-5,8	5,0-6,0

## 5. СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТАХ ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Под специализированными продуктами для питания спортсменов понимают класс натуральных продуктов, обладающих небольшим объемом, высокой удельной калорийностью и легкой усвояемостью, позволяющих (благодаря определенной направленности их химического состава) оперативно вносить корректировки в питание спортсменов, обеспечивать организм энергией и пищевыми веществами адекватно энергозатратам, способствуя, таким образом, сохранению высокой работоспособности и готовности к выполнению очередной физической нагрузки в условиях многоразовых (в течение одного дня) тренировок.

В настоящее время известно большое количество разнообразных специализированных продуктов для спортсменов различной направленности: белковые, углеводные, углеводно-минеральные, обогащенные витаминами и микроэлементами и др.

В литературных источниках приводятся различные классификации подобных продуктов. Наиболее часто их группируют либо по назначению, либо по составу.

В зависимости от назначения условно выделяют следующие группы специализированных продуктов для питания спортсменов:

- продукты, применяемые для наращивания мышц;
- продукты, применяемые для снижения веса;
- продукты, применяемые для увеличения интенсивности и длительности тренировок;
- продукты, применяемые для предохранения суставов и связок от повреждений;
- продукты для ускорения восстановления;
- продукты для общего укрепления организма.

По составу их можно условно разделить на следующие группы:

- протеины (продукты с повышенным содержанием белка);
- аминокислотные препараты;
- гейнеры (белково-углеводные продукты);
- витаминно-минеральные комплексы;
- энергетики (углеводно-энергетические добавки);
- липотропные и термогенные препараты (жиросжигающие комплексы);
- изотонические напитки;
- продукты для суставов и связок [6].

Выбор определенных продуктов, их комбинации и применение зависят от характера фактического питания, цикла подготовки и направленности тренировки спортсмена.

## 5.1. ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ В СПОРТЕ

Все биохимические изменения, которые происходят в организме спортсмена в процессе тренировок, находятся в тесной зависимости от полноценного обеспечения организма основными пищевыми веществами и эссенциальными компонентами питания. Количественный и качественный состав пищи во многом определяет энергетические ресурсы организма, создает оптимальный метаболический фон и может существенно влиять на физическую работоспособность, а также на длительность периода восстановления организма после физической нагрузки.

Однако потребность в высококалорийной пище, возникающая при интенсивных физических нагрузках, часто вызывает практические трудности при составлении полноценных рационов: равномерное распределе-

ние пищевых веществ в течение дня, подбор адекватных форм и видов пищевых продуктов, восполнение повышенных потребностей организма в эссенциальных макро- и микронутриентах и др. Важной проблемой является также качество пищи, которое зависит от способа выращивания и хранения сырья, технологии приготовления и дальнейшей кулинарной обработки продукта.

Решение этих задач может быть осуществлено путем создания специализированных продуктов модифицированного химического состава, повышенной пищевой и биологической ценности.

Необходимость использования специализированного питания в спорте обусловлена тем, что при тренировочных нагрузках большого объема и высокой интенсивности восстановление работоспособности и основных метаболических функций не всегда может быть осуществлено с помощью традиционных продуктов питания. Включение в пищевой рацион специализированных продуктов, имеющих в своем составе легко утилизируемые источники энергии, пластические материалы и биологически активные вещества, позволяет регулировать и активизировать биохимические процессы и, следовательно, целенаправленно воздействовать на организм спортсменов на различных этапах тренировочного процесса.

Специализированные продукты для питания спортсменов могут быть использованы в целях:

- изменения качественной ориентации суточного рациона в соответствии с направленностью тренировочных нагрузок;
- срочной коррекции несбалансированного суточного рациона;
- увеличения кратности питания в условиях 2–3-разовых тренировок в день;
- увеличения мышечной массы спортсменов, снижения веса тела;
- в качестве пищевых восстановительных средств после тренировочных нагрузок большого объема и интенсивности;
- в период восстановления и др.

На основании исследований, проведенных в ГУ НИИ Питания РАМН, было установлено, что применение специализированных продуктов на фоне фактического питания способствовало уменьшению величины метаболических сдвигов под воздействием интенсивных физических нагрузок и более быстрому восстановлению до исходного уровня ряда метаболических показателей. Такой тип реакции, по мнению многих специалистов, свидетельствует об устойчивости организма к экстремальным воздействиям, экономизации работы функциональных систем, участвующих в механизмах адаптации, более совершенных реакциях метаболизма и расширения функциональных возможностей организма, позволяющих достигать исключительно высокого уровня работоспособности [1, 15].

Проведенные исследования показали целесообразность использования специализированных продуктов для придания пищевому рациону

спортсмена выраженной направленности (белковой или углеводной) в соответствии с потребностями спортсменов разных видов спорта в различные периоды спортивной деятельности.

Таким образом, систематически тренируясь и адаптируясь к возрастающим физическим нагрузкам в условиях оптимального возмещения энергетических и пластических ресурсов организма, спортсмен приобретает способность выполнять околопредельную работу при относительном сохранении постоянства биохимических констант внутренней среды организма, что дает возможность переходить на более высокий уровень функционирования и выполнять упражнения большей мощности, интенсивности и длительности.

## 5.2. КЛАССИФИКАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

### 5.2.1. ВЫСОКОБЕЛКОВЫЕ ПРОДУКТЫ (ПРОТЕИНЫ)

Высокобелковые продукты (протеины) – порошковые концентраты с высоким содержанием белка (белков), необходимые для образования новых мышечных волокон, восстановления травмированных и замены отмерших тканей во всех органах, а также для коррекции пищевого рациона спортсмена.

Основные виды белков, используемые при производстве протеинов:

- сывороточные (изоляты, концентраты, гидролизаты);
- молочные (цельный белок, казеины);
- яичные;
- растительные (соевые, пшеничные);
- комбинации различных белков.

Сывороточный белок считается наилучшим источником высококачественного белка. Белки молочной сыворотки (лактальбумин, лактоглобулин и иммуноглобулин) имеют наивысшую скорость расщепления среди цельных белков. Аминокислотный состав сывороточных белков наиболее близок к аминокислотному составу мышечной ткани человека, а по содержанию незаменимых аминокислот и аминокислот с разветвленной цепью (ВСАА): валина, лейцина и изолейцина – они превосходят все остальные белки животного и растительного происхождения. Кроме того, примерно 14 % белков молочной сыворотки находится в виде продуктов гидролиза (аминокислот, ди-, три- и полипептидов), которые участвуют в синтезе большинства жизненно важных ферментов и гормонов. Также белки молочной сыворотки заметно снижают уровень холестерина в крови. Усвояемость белков молочной сыворотки исключительно высока [10].

Сывороточные протеины разделяют по способам обработки на концентраты, изоляты и гидролизаты.

Концентрат получается путем простейшей очистки сыворотки, усваивается организмом в течение двух часов. Изоляты – наиболее очищенные белки, которые усваиваются не более 30 минут. Гидролизаты – самые легкие для усвоения, так как еще в лабораторных условиях расщеплены до уровня аминокислот.

Молочные белки являются достаточно дешевым источником полноценного белка с хорошим аминокислотным составом, но из-за содержания в нем молочного сахара – лактозы (лактозная непереносимость, расстройство желудка) – достаточно ограниченно используются в производстве спортивного питания [22].

Яичные белки – цельный яичный белок имеет наивысшую усвояемость и считается эталонным, относительно которого оцениваются все остальные белки. Как известно, куриное яйцо состоит из белка, который практически на 100 % состоит из альбумина (овоальбумина), и желтка, который содержит 7 различных белков – альбумин, овоглобулин, коальбумин, овомукоид, овомуцин, лизоцим, авидин. Для производства пищевых добавок используется как цельный яичный белок, так и отдельно яичный альбумин [22].

Казеин, как правило, вводится в смеси для детского питания, что по современным представлениям считается биологически оправданным. При попадании в желудок казеин створаживается, превращаясь в сгусток, который переваривается продолжительное время, обеспечивая сравнительно низкий темп расщепления белка. Это приводит к стабильному и равномерному поступлению аминокислот в организм интенсивно растущего ребенка. При нарушении этого ритма усваивания (применение смесей на основе белков молочной сыворотки) приводит к тому, что организм ребенка на этом этапе развития не успевает усваивать интенсивный поток аминокислот, что может приводить к различного рода отклонениям в развитии ребенка. Поэтому диетологи рекомендуют для грудных детей применять смеси на основе казеина. Что же касается взрослого человека, то низкая усвояемость, а также медленное прохождение сгустков казеина по желудочно-кишечному тракту неприемлемы, особенно при повышенных физических нагрузках. Поэтому пищевые добавки, созданные на основе одного казеина (казеинатов), по всей вероятности, малоэффективны. Однако выход из положения может быть найден за счет использования белковых композиций на основе казеина и сывороточных белков. После соответствующих исследований был определен максимальный коэффициент эффективности белка и соответствующие ему пропорции сывороточных белков и казеина. Этой пропорцией оказалось соотношение 63:37 при коэффициенте эффективности белка 3,49. Полученное значение биологической ценности для данного соотношения белков оказалось очень высоким и, судя по данным литературы, не уступающим таковым для других высокоценных белков животного происхождения. Что касается усвояемости, то



по мере увеличения содержания сывороточных белков она постепенно возрастала, что подтверждает известный факт лучшей перевариваемости сывороточных белков пищеварительными ферментами по сравнению с казеином.

Растительные белки. В настоящее время уже неопровержимо доказано, что даже содержащие необходимый набор аминокислот растительные белки усваиваются очень плохо. Плохое усвоение растительного белка вызвано несколькими причинами:

- толстые оболочки клеток растительных белков часто не поддаются действию пищеварительных соков;
- наличие ингибиторов пищеварительных ферментов в некоторых растениях, например в бобовых;
- трудности расщепления растительных белков до аминокислот.

Соевый белок – единственный широко используемый в спортивном питании растительный белок, близкий по составу к белкам животного происхождения. Соевый белок хорошо сбалансирован по аминокислотам, в том числе и по незаменимым. После потребления соевых белков снижается уровень холестерина в крови, поэтому их целесообразно использовать в рационе людей с избыточным весом, а также людей, страдающих непереносимостью молочных продуктов. Для производства пищевых добавок используются соевая мука (содержит 40–50 % белка), соевый концентрат (65–75 %) и соевый изолят (свыше 85 %) [22].

Сравнительная оценка белковых препаратов, используемых при производстве специализированных продуктов для питания спортсменов, приведена в табл. 6.

Таблица 6

Сравнительная оценка белковых препаратов

Белок	Достоинства	Недостатки	Скорость всасывания, г/ч	Биологическая ценность
Сывороточный белок	- недорогой; - хорошо смешивается с другими компонентами; - имеет высокие показатели аминокислотного состава и эффективности; - быстро усваивается	- быстрая всасываемость делает его употребление целесообразным только до и после тренировки, а в течение дня – только в сочетании с другими бел-	10-12	100

		ками		
--	--	------	--	--

*Окончание табл. 6*

Белок	Достоинства	Недостатки	Скорость всасывания, г/ч	Биологическая ценность
Казеин	- медленно всасывается, что позволяет поддерживать высокую концентрацию аминокислот в крови в течение дня	- плохо растворяется и имеет неприятный привкус	4-6	80
Соевый белок	- длительно абсорбируется; - способствует снижению уровня холестерина; - идеален для женщин	- низкий показатель эффективности и низкая биологическая ценность; - эстрогенная активность	4	74
Молочный белок	- дешевый; - имеет хороший показатель аминокислотного состава	- содержит лактат, который иногда ухудшает работу кишечника	4,5	90
Яичный белок	- наиболее высокие показатели аминокислотного состава и эффективности, ближе других к идеальному белку; - средняя скорость абсорбции; - идеален при снижении массы тела	- высокая стоимость	9	100

### *Биологическая ценность белков*

Под биологической ценностью белка подразумевают долю задержки азота в организме от всего всосавшегося азота. Измерение биологической ценности белка основывается на том, что задержка азота в организме выше

при адекватном содержании незаменимых аминокислот в пищевом белке, достаточном для поддержания роста организма.

#### *Сбалансированный аминокислотный состав*

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, сколько их соотношение, максимально приближенное к таковому в белках тела 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. Значительный же избыток ведет к образованию высокотоксичных продуктов обмена неиспользованных для синтеза аминокислот.

#### *Доступность аминокислот*

Доступность отдельных аминокислот может снижаться при наличии в пищевых белках ингибиторов пищеварительных ферментов (присутствующих, например, в бобовых) или при тепловом повреждении белков и аминокислот, при кулинарной обработке.

#### *Перевариваемость*

Степень усвояемости белка (перевариваемость) отражает его расщепление в желудочно-кишечном тракте и последующее всасывание аминокислот. По скорости переваривания пищеварительными ферментами пищевые белки можно расположить в следующей последовательности:

- яичные и молочные;
- мясные и рыбные;
- растительные белки.

#### *Чистая утилизация белка.*

Этот показатель качества пищевого белка характеризует не только степень задержки азота, но и количество перевариваемого белка. Чистая утилизация белка также характеризует степень задержки азота в организме, но с поправкой на перевариваемость белка в желудочно-кишечном тракте.

#### *Коэффициент эффективности белка*

Показатель коэффициента эффективности белка основан на предположении, что прирост массы тела растущего организма пропорционален количеству потребленного белка. Коэффициент эффективности белка возможно повысить путем комбинирования продуктов, белки которых хорошо дополняют друг друга.

Сравнительная оценка биологической ценности белковых препаратов, используемых при производстве специализированных продуктов для питания спортсменов, приведена в табл. 7 [10, 15].

Таблица 7

Биологическая ценность белковых препаратов

Наименование пищевого белка	Биологическая ценность	Чистая утилизация, %	Перевариваемость, %	Коэффициент эффективности
Белки молочной сыворотки	104	95	98	3,5
Цельный белок куриного яйца	100	97	100	3,9
Яичный альбумин	88	95	95	3,4
Казеин + сывороточные белки	85	82	96	3,1
Казеин	77	70	87	2,5
Соевый белок	74	61	83	2,3

### 5.2.2. АМИНОКИСЛОТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Аминокислотные препараты содержат в своем составе свободные аминокислоты, а в некоторых случаях и пептиды, и способствуют обеспечению и поддержанию необходимого аминокислотного баланса в организме спортсмена в процессе и после физических нагрузок. Применение подобных продуктов особенно необходимо в период восстановления – после окончания тренировок, когда начинается активный рост мышечной массы.

Аминокислотные препараты на сегодняшний день представлены в виде:

- аминокислотных комплексов, содержащих полный сбалансированный набор аминокислот, иногда с добавлением различных витаминов и минеральных веществ;
- препаратов, содержащих отдельные аминокислоты (L-аргинин, L-лизин, L-глутамин и др.);
- комплекса аминокислот с разветвленной боковой цепочкой (L-валин, L-лейцин, L-изолейцин), так называемые ВСАА (от англ. *branched chain amino acids*) [1].

Включение тех или иных аминокислот в состав аминокислотных препаратов объясняется прежде всего особенностью их физиологического и терапевтического действия.

Первостепенной функцией питания в активной спортивной деятельности является создание возможностей для строительства активной массы тела, прежде всего за счет мышечной ткани. В мышечную ткань метаболизируются следующие аминокислоты: валин, изолейцин, лейцин, треонин, аргинин, гистидин, глутамин, орнитин [12].

Важной задачей питания спортсмена является достаточное энергообеспечение напряженной мышечной работы. Поскольку работа силового характера является преимущественно анаэробной, основным источником энергии становится мышечный гликоген. Участие в образовании и запасании гликогена в мышцах и печени принимают следующие аминокислоты: валин, метионин, треонин, аланин, глицин, пролин, серин. Непосредственно же в процессах энергопродукции в ходе мышечной работы участвуют такие аминокислоты, как лейцин, аланин, аспарагиновая кислота, глицин, глутамин, глютаминовая кислота, пролин, серин [14, 16].

Отдельные аминокислоты играют важную роль в метаболизации основных источников энергии – углеводов и жиров. В частности, участие в метаболизации сахара принимают: изолейцин, лейцин, аланин, глютаминовая кислота [7].

Липотропным, т.е. жиромобилизующим воздействием обладают: метионин, треонин, глицин, орнитин [14].

Отчетливо снижают уровни жира в теле за счет мобилизации его из жировых депо: аргинин, орнитин, тирозин [14].

Аминокислоты принимают активное участие в синтезе и утилизации витаминов. К числу таких аминокислот относятся: лизин (участвует в образовании карнитина); триптофан (участвует в образовании и утилизации витаминов комплекса В); глутамин (участвует в синтезе рибофлавина, фолиевой кислоты) [14].

Одной из важнейших функций аминокислот является участие в метаболизме головного мозга и прежде всего в деятельности центральной нервной системы. Так, стимулируют умственную деятельность, концентрацию внимания следующие аминокислоты: валин, фенилаланин, аспарагин, глутамин, глютаминовая кислота [7, 26].

Утомляемость снижают следующие аминокислоты: лизин, метионин, аргинин, аспарагиновая кислота, орнитин, цитруллин [10].

Антидепрессивной функцией обладают аминокислоты: триптофан, фенилаланин, глицин, тирозин [14].

Важное значение для функционирования центральной нервной системы и периферийной нервной системы, особенно двигательных нервов, имеют и другие аминокислоты. Так, участие в образовании нейротрансмиттеров принимают: фенилаланин, серин. Ряд аминокислот проявили эф-

фективность в улучшении состояния и функционирования опорно-двигательного аппарата. Так, лизин способствует абсорбции кальция для формирования костной ткани, а треонин, фенилаланин, пролин участвуют в образовании коллагена и эластина.

### 5.2.3. БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНЫЕ ПРОДУКТЫ (ГЕЙНЕРЫ)

Гейнеры – это белково-углеводные продукты (доля белков – 15–30 %, углеводов – 50–80 %) с высокой калорийностью, употребляемые спортсменами с большим расходом энергии во время тренировок и соревнований. Применение гейнеров перед тренировкой позволяет создать оптимальный энергетический фон и повысить запас свободных аминокислот в организме спортсмена. Комплекс углеводов, содержащий длинные, средние и короткие цепочки полисахаридов, обеспечивает длительное действие на протяжении нескольких часов, что позволяет быстро и эффективно восстанавливать энергетические запасы спортсмена и создает благоприятные условия для быстрого восстановления и наращивания мышечной массы. Кроме того, в состав гейнеров очень часто включают витамины и минералы – для стимулирования белкового, жирового, углеводного и энергетического обменов, отдельные аминокислоты и различные биологически активные вещества [6].

Различаются гейнеры в основном процентным содержанием белков и углеводов, а также типом углеводов. По этому признаку гейнеры могут содержать низкогликемические или высокогликемические углеводы.

Высокогликемические углеводы хороши тем, что дают сильное повышение уровня сахара в крови сразу после приема гейнера. Гейнеры на высокогликемических углеводах позволяют набрать большую массу тела за короткий период. В свою очередь, низкогликемические углеводы повышают уровень сахара в крови не сильно, но на продолжительное время. Гейнеры на низкогликемических углеводах способствуют набору сухой мышечной массы.

Благодаря содержанию углеводов, белки из гейнеров усваиваются в разы интенсивнее, чем из простых протеиновых смесей. Обусловлено это тем, что углеводы провоцируют выработку инсулина в организме, который, в свою очередь, как бы открывает клетки мышечных волокон для всасывания белков и других полезных веществ [1, 21].

Следует отметить, что гейнер – высококалорийный продукт и подойти может не всем. Например, если человек склонен к полноте (эндоморф), гейнеры следует принимать внимательно, так как кроме белка гейнеры содержат большое количество углеводов. Таким людям кроме мышечной массы, они могут дать еще и солидную жировую прослойку. Если же человек не склонен к полноте (экторморф), то он может принимать гейнер не опасаясь набрать лишних килограммов.

#### 5.2.4. ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Для активизации и регулирования физиологических и биохимических процессов и поддержания организма спортсмена в период интенсивных тренировок применяются витаминно-минеральные комплексы. Витаминно-минеральные комплексы содержат полный набор витаминов и минеральных веществ, необходимых организму спортсмена, а также могут включать набор ферментов, способствующих их наилучшему усвоению.

Основные формы выпуска витаминов и минералов представлены в виде:

- отдельных минеральных веществ, а также комплексов микро- и макроэлементов;
- отдельных витаминов и витаминных комплексов;
- витаминно-минеральных комплексов;
- антиоксидантных комплексов, включающих витамины А, С, Е, минеральные вещества Zn (цинк), Se (селен), а также различные природные экстракты и биологически активные вещества, обладающие антиоксидантной активностью;
- витаминно-минеральных комплексов, специально разработанных для мужчин и для женщин.

Комплексы минералов и микроэлементов необходимы для обеспечения потребностей как тренирующегося атлета, так и обычного человека. Минералы и микроэлементы выполняют в организме многочисленные регулирующие функции, поэтому их недостаток приводит к нарушениям обмена веществ и здоровья. Например, среди функций, поддерживаемых такими комплексами - укрепление костей и зубов (кальций), синтез белка и соединительной ткани (цинк), поддержка кроветворной функции организма (железо), нервной системы (магний, кальций), сердечной мышцы (магний, селен), желез внутренней секреции (хром, йод), повышение иммунной сопротивляемости организма (селен), антиоксидантное действие (селен). Повышенное содержание кальция необходимо в рационе беременной женщины, а магния и йода – в рационе кормящей матери. При больших физических нагрузках организм с потом теряет не только влагу, но и микроэлементы и минеральные вещества. Чтобы избежать серьезных функциональных нарушений, спортсмены, а также люди, которые много потеют во время отпуска в жарких странах, в сауне или на работе, должны восполнять потерянные жидкость, микроэлементы и минеральные вещества [10, 23].

Антиоксидантные комплексы снижают утомляемость, улучшают восстанавливаемость при высоких уровнях физической нагрузки; улучшают общее функциональное состояние организма, нейтрализуют вредные факторы окружающей среды, повышают сопротивляемость иммунной си-

стемы. Смысл антиоксидантного действия витаминов С и Е заключается в их способности связывать (инактивировать) свободные радикалы, кислородсодержащие молекулярные осколки чрезвычайно высокой реактентностью, инициирующие разрушение клеточных мембран и приводящие к гибели или перерождению клеток. В определенной степени этот процесс приводит к старению организма. Во время интенсивных силовых нагрузок образование свободных радикалов увеличивается [25].

Витаминные комплексы улучшают обмен веществ, регулируют процесс выделения энергии, стимулируют рост клеток, сдерживают накопление жира и снижение мышечной массы, укрепляют нервную и иммунную системы, улучшают состояние кожи, волос, ногтей. При высоких физических нагрузках запасы витаминов в организме быстро расходуются. При этом некоторые витамины имеют непосредственное влияние на процессы обмена веществ в мышцах, на наращивание мышечной массы. Необходимость витаминов, минералов и антиоксидантов трудно преувеличить. Каждодневные факторы, такие как физическая активность, диета, стрессы, экологическое загрязнение, без сомнения, оказывают влияние на организм. Это может привести к дефициту витаминов. Подобный дефицит проявляется в нездоровых волосах, коже, ногтях, неправильном усвоении аминокислот, потере веса, мышечных судорогах, низком уровне энергии, а в дальнейшем – в заболеваниях [23].

Витаминно-минеральные комплексы содержат максимум витаминов, минералов и антиоксидантов, чтобы в полной мере обеспечить организм питательными веществами. Каждая таблетка обычно состоит из жирорастворимых и водорастворимых витаминов длительного действия и быстро высвобождаемых минералов и пищеварительных веществ. Длительное действие водорастворимых витаминов в витаминно-минеральных комплексах обусловлено тем, что они освобождаются и всасываются постепенно в течение всего времени прохождения через пищеварительный тракт. Это постепенное освобождение позволяет водорастворимым витаминам усваиваться наиболее полно. Железо в витаминно-минеральных комплексах обычно защищено специальным покрытием, чтобы избежать желудочных расстройств. Многие формулы витаминно-минеральных комплексов позволяют принимать витамины не более одного раза в день для поддержания необходимого уровня водорастворимых витаминов в крови долгое время, исключают взаимодействие между несочетаемыми питательными веществами. Формулы обычно содержат полный набор витаминов и минералов, необходимых организму, плюс ферменты, способствующие лучшему усваиванию питательных веществ. Недостаток даже какого-либо одного витамина или минерального вещества может серьезно влиять на самочувствие, помешать выполнению программы тренировок, замедлить прогресс, а, возможно, и вовсе не позволит добиться поставленных целей. Все это можно предотвратить, периодически принимая витаминно-



минеральные комплексы. В таблетках одного комплекса может быть заключено более 68 витаминов, минералов и микроэлементов, в том числе редко встречающихся. Витаминно-минеральные комплексы предназначены как для интенсивно тренирующихся спортсменов, так и для всех, кто хочет обеспечить свой организм максимально полным перечнем необходимых элементов [25].

#### *5.2.5. УГЛЕВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ (ЭНЕРГЕТИКИ)*

Энергетики (углеводно-энергетические добавки) представляют собой углеводные концентраты, применяемые спортсменами для поддержания высокого уровня энергии во время тренировок. При интенсивной физической и умственной деятельности организм покрывает потребность в энергии в основном за счет углеводов.

Различные формы и комбинации моно-, олиго- и полисахаридов в этих продуктах обеспечивают на протяжении продолжительного промежутка времени снабжение организма спортсмена энергией. Комплексные углеводы обеспечивают более высокую концентрацию сахара в крови по сравнению с простыми сахарами, вызывающими быстрое повышение уровня глюкозы в крови и столь же быстрое его падение.

Углеводы являются основным источником энергии для организма. При этом не стоит забывать про другие не менее важные функции углеводов:

- без достаточного количества углеводов организм не может поддерживать необходимую для преодоления барьера роста продолжительность тренировок;
- при наличии доступных углеводов создаются условия экономии белка, который идет на построение мышечной ткани;
- углеводы необходимы для быстрого восстановления организма;
- в организме углеводы превращаются в гликоген, запасаемый мышцами и используемый ими;
- утомление мышц во время интенсивного тренинга приводит к анаэробному гликолизу, процессу, при котором запасы углеводов в мышцах исчерпываются и преобразуются с помощью гликолитического фермента в молочную кислоту, что делает необходимым употребление углеводных продуктов для восстановления уровня гликогена;
- восстановление запасов гликогена продолжается в течение 18 часов, однако основная доля гликогена (около 60 %) синтезируется в течение первых 1–2 часов после нагрузок при наличии достаточного количества углеводов.

Часто порция углеводных напитков содержит углеводы из полимеров глюкозы (уникального быстроадсорбирующегося и легкоусвояемого углеводного комплекса) и кристаллической чистой фруктозы. Глюкоза, а

точнее полимеры глюкозы являются непосредственными предшественниками гликогена при его синтезе в мышцах в гораздо большей степени, нежели другие сахара и углеводы. В то же время фруктоза, которая в первую очередь включается печенью в обмен веществ, в 4 раза эффективнее пополняет запасы гликогена в печени. Подобная двойная комбинация углеводов способствует максимальному восстановлению уровня гликогена и в мышцах, и в печени для повышения выносливости. Зачастую углеводные напитки также содержат важные для углеводного обмена питательные вещества – витамины группы В, витамин РР, витамин Н, калий, магний, хром и метаболические оптимизаторы взаимно усиливающего действия, такие как инозин, L-карнитин, кофермент Q<sub>10</sub>, липоевая кислота, пантотенин, пиридоксин- $\alpha$ -кетогутарат, раствор фосфата калия и сукцинаты, цитраты, аспартаты, fumarаты, малаты и  $\alpha$ -кетоглутараты. Эти ключевые метаболиты повышают эффективность цикла лимонной кислоты (ЦТК) – биохимического процесса, который преобразует питательные вещества в энергию [1].

В составе таких продуктов могут также содержаться различные стимулирующие вещества, такие как экстракт гуараны, кофеин и другие травяные экстракты, способствующие повышению тонуса, увеличению выносливости и устойчивости организма к практически любым стрессовым нагрузкам.

#### *5.2.6. ЛИПОТРОПНЫЕ И ТЕРМОГЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ (ЖИРОСЖИГАЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ)*

Жиросжигающие комплексы представляют собой препараты, которые позволяют регулировать уровень подкожного жира и мобилизовать жировой обмен в организме (табл. 8) [1].

Основными действующими компонентами липотропных препаратов являются:

- Chitosan - один из новейших, наиболее революционных жиросжигающих препаратов-блокаторов, которые значительно эффективнее уже известных. Отличие этого продукта от обычных сжигателей жира в том, что он мешает образованию жировой прослойки, не позволяя жировым кислотам связываться между собой и откладываться в жировое депо. Chitosan является волокном, полученным из панцирей ракообразных. С успехом применяется атлетами для набора сухой мышечной массы без жира в условиях высококалорийного питания. Очень часто Chitosan используется как самостоятельная пищевая добавка.

- Пищевая добавка Ruvvat является природным веществом. Данное соединение способствует высвобождению внутриклеточной энергии, как и углеводы, но проникает в клетки без помощи инсулина (этим обеспечивается моментальное усвоение) и поэтому не оказывает негативное влияние

на жировой обмен, что обычно может происходить при приеме большого количества углеводов.

Таблица 8

Состав и принцип действия липотропных и термогенных препаратов

<b>Вид препаратов</b>	<b>ЛИПОТРОПНЫЕ ПРЕПАРАТЫ</b>	<b>ТЕРМОГЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ</b>
<b>Принцип действия</b>	Липотропные препараты блокируют синтез жира в печени, усиливают распад жировой ткани до жирных кислот.	Основан на повышении температуры тела (на 0,5–2 °С), в процессе которого у организма возникает потребность в дополнительных калориях, которые он получает за счет расщепления собственных жиров. Термодженники значительно повышают выносливость.
<b>Основные компоненты</b>	Основными действующими компонентами являются: хитозан, L-карнитин, ацетил L-карнитин, пируват, холин и др.	Основу препаратов составляют экстракты растений: кофеин, экстракт гуараны, экстракт растения Сида Кордифолия, экстракты эфедры хвощей, эфедрины.

- L-Carnitine стимулирует утилизацию подкожного жира и снижение уровня холестерина в крови. Обычно рекомендуется применение в сочетании с разгрузочными диетами. Во время интенсивной тренировки L-Carnitine, способствуя утилизации жиров, вносит свою лепту в обеспечение энергией мышечной работы, и чем больше L-Carnitine находится в организме, тем большее количество ВСАА-аминокислот сохраняется в мышцах. Таким образом, L-Carnitine является мощным фактором, влияющим на обмен сократительных белков во время интенсивных тренировок в сторону их сбережения. Снижение концентрации L-Carnitine в мышцах при больших нагрузках трудно компенсировать путем обычного питания. Добавление L-Carnitine в рацион питания приводит к повышению выносливости организма, улучшению функции сердца, уменьшению подкожного жира, более быстрому восстановлению за счет общего улучшения обменных процессов в клетках. Основная формула выглядит так: ЖИР + КИСЛОРОД + L-CARNITINE = ЭНЕРГИЯ. Таким образом, L-Carnitine является

для всех спортсменов крайне важным посредником в жировом обмене веществ: экономится запас гликогена, повышается выносливость во время тренировок и соревнований, одновременно значительно улучшается насыщение клеток кислородом. Препарат широко применяется как естественная добавка к пище спортсменов при избыточной массе тела [17].

Основными действующими компонентами термогенных препаратов являются:

- Эфедрин и эфедроподобные вещества являются сильными стимуляторами центральной нервной системы и мышечной работоспособности. Эфедроподобные вещества являются эффективными средствами для "сжигания" жировой прослойки и снижения массы тела, а также несколько подавляют аппетит, позволяя безболезненно сократить количество потребляемой пищи.

- Кофеин и гуарана стимулируют центральную мышечную систему. Сам по себе кофеин не оказывает термогенного эффекта, но усиливает действие эфедринсодержащих веществ.

- Хром в термогенных комплексах увеличивает проницаемость клеточных мембран, усиливая действие термогенного компонента и действие L-карнитина.

### *5.2.7. ИЗОТОНИЧЕСКИЕ НАПИТКИ*

Изотонические напитки относят к специализированным напиткам для контингентов с высокими физическими и психо-эмоциональными нагрузками. Они снабжают энергией работающие мышцы, поддерживают или улучшают работоспособность организма, компенсируют потери жидкости при физических нагрузках. Основным отличием напитков спортивного назначения от традиционных напитков общего назначения является их искусственное обогащение витаминами и витаминоподобными веществами, минеральными веществами, микроэлементами, белком, моно- и дисахарами [18].

#### *Требования к изотоническим напиткам для спортсменов*

Употребление спортивных напитков во время физической нагрузки способствует повышению спортивной работоспособности. Основной целью их потребления является возмещение потерь жидкости с потом и доставка субстратов для работающих мышц в форме углеводов. Важным представляется также возмещение потерь электролитов. Основываясь на современных научных данных о рекомендуемых нормах потребления нутриентов в условиях физической нагрузки, а также на результатах отечественных и зарубежных исследований в области спортивной медицины и

рекомендаций НИИ питания РАМН, определены основные требования к спортивным напиткам [18]:

1. *Должны являться источником легкоусвояемых углеводов, регулирующих гликемический индекс* (мальтодекстрин, фруктоза, сахароза). Среди изотонических спортивных напитков предпочтение отдают напиткам, содержащим несколько различных углеводов, поскольку включение в состав напитка глюкозы, сахарозы и мальтодекстрина приводит к увеличению скорости всасывания воды и сахаров, равно как и улучшению вкусовых качеств напитка. Вкусовые ощущения играют также немаловажную роль, так как могут повлиять на количество потребляемого напитка.

Конечная абсорбция углеводов происходит в тонком кишечнике и является активным процессом, связанным с транспортом натрия. Высокие концентрации глюкозы не способствуют дальнейшему увеличению её всасывания в кишечнике по сравнению с более разбавленными растворами.

Рекомендуемая концентрация углеводов составляет 2–8 %. Добавление фруктозы допустимо, но использование высоких её концентраций или одной фруктозы следует избегать, так как всасывание фруктозы происходит хуже, чем глюкозы, и может привести к риску диареи.

2. *Должны содержать витамины и минеральные вещества для обеспечения суточной потребности в них спортсменов с целью регулирования водно-солевого баланса (витаминный и минеральный премикс)*. Четкие рекомендации по восполнению потерь электролитов дать достаточно трудно в связи с большими индивидуальными различиями в составе пота, но пренебрежение вопросом пополнения запасов электролитов (особенно натрия) приведёт к падению их концентрации, снижению осмотического давления, что усилит экскрецию жидкости. Такой диуретический эффект может наблюдаться даже при отрицательном балансе жидкости в организме. В таком случае, если потребляется достаточно соли одновременно с адекватным количеством воды, баланс жидкости восстановится и лишь избыток будет выведен почками.

3. *Осмолярность напитков должна составлять 240–300 ммоль/кг, что соответствует осмолярности плазмы крови*.

4. *Должны стабилизировать терморегуляцию организма*. Согласно рекомендациям Американского колледжа спортивной медицины, напитки должны быть охлаждёнными в целях уменьшения времени задержки жидкости в желудке. В целом анализ литературных данных по данному вопросу позволяет сделать заключение об отсутствии ощутимого эффекта температуры потребляемой жидкости на время задержки её в желудке. Единственным положительным эффектом использования охлаждённых напитков является предпочтение спортсменов и, как следствие, потребление таких напитков в больших объёмах.

5. Максимальный уровень введения компонентов не должен превышать 20–30 % от адекватного уровня потребления пищевых веществ в сутки.

6. Для восполнения потерь рекомендуется употребление объёма жидкости, превышающего по меньшей мере на 50 % её количество, потерянное с потом. Максимальный уровень потребления жидкости не должен превышать 1–1,5 л/ч, поскольку избыток жидкости приводит к противоположному эффекту – снижению работоспособности. Норма потребления жидкости – 100–200 г каждые 10 мин. Следует отметить, что не всем спортсменам подойдёт такая периодичность, так как не все могут отвлекаться на питьё достаточно часто. В этом случае нужно максимально полно использовать каждый перерыв в работе для восполнения потерянной жидкости. В этом случае определить норму потребления жидкости в паузах поможет собственный организм, который чутко отреагирует снижением работоспособности при превышении количества.

#### 5.2.8. СРЕДСТВА ДЛЯ СУСТАВОВ И СВЯЗОК

Средства для суставов и связок – препараты, обеспечивающие питательную поддержку, увеличивающие подвижность, уменьшающие болевые ощущения и предохраняющие суставы и связки от повреждений [1].

Основными действующими компонентами данных препаратов являются гидролизат коллагена, глюкозамин, хондроитин.

Коллаген – важнейший компонент соединительной ткани, он входит в состав хрящей, сухожилий, связок, костей, кожи, зубов, кровеносных сосудов и составляет до 25 % от общей массы белка тела. Усваивается организмом человека только в гидролизованном виде. Гидролизат коллагена – содержит аминокислоты глицин, пролин и аланин, а также модифицированные формы аминокислот пролина и лизина – оксипролин и оксилизин. Поступление этих форм в организм приводит к скорейшему восстановлению и укреплению соединительной ткани, особенно после травм и в послеоперационный период. Назначение: укрепление связок и суставов, особенно при больших нагрузках; повышение упругости кожи; укрепление волос и ногтей.

#### *Комплексы с глюкозамином и хондроитином*

Хондроитина сульфат – это высокомолекулярный полисахарид, который относится к группе гликозаминогликанов, или протеогликанов, и обладает тропностью к хрящевой ткани, инициирует процесс фиксации серы в процессе синтеза хондроитинсерной кислоты, что, в свою очередь, способствует отложению кальция в костях. Особенностью хондроитина сульфата среди протеогликанов является его способность сохранения воды в

толще хряща в виде водных полостей (микропространства – водные подушки), создающих хорошую амортизацию и поглощающих удары, что в итоге повышает прочность соединительной ткани. Важным действием хондроитина сульфата является его способность угнетать действие специфических ферментов, разрушающих соединительную ткань, в том числе лизосомальных ферментов, высвобождающихся в результате разрушения хондроцитов (эластаза, пептидаза, катепсин, интерлейкин-1 и др.). Хондроитин сульфат оказывает противовоспалительное и анальгезирующее действие, уменьшает боли в суставах и позвоночнике в состоянии покоя и при ходьбе.

Регулярное употребление хондроитина сульфата снижает, а иногда и полностью устраняет необходимость приема нестероидных противовоспалительных средств.

Глюкозамина сульфат – натуральный природный продукт, полученный из хитина морских беспозвоночных (панцирей и оболочек крабов, омаров, креветок, ракообразных и др.). Глюкозамин является базовым элементом глюкозаминогликанов, которые формируют основную структуру соединительных тканей, связок, кожи, сухожилий и хрящей. В отличие от противовоспалительных средств, которые лишь облегчают боль в суставах, но не восстанавливают структуру суставов или соединительных волокон, глюкозамин и облегчает боль в суставах, и помогает лечить суставы (поврежденные ткани суставов), поставляя организму сырье для производства GAG. Глюкозамин, в основном, действует как стимулятор процесса восстановления поврежденного хряща. Кроме того, он влияет на обмен веществ в хрящевой ткани сустава и предотвращает ее разложение. Он обладает и некоторым противовоспалительным действием, но в первую очередь снимает боль, опухоль и повышенную чувствительность, потому что восстанавливает отвердевшие и разрушенные суставы, которые и вызывают болезненные ощущения. Глюкозамин защищает старый хрящ от преждевременного разрушения и играет роль строительного материала для создания новой здоровой хрящевой ткани.

Таким образом, введение в рационы хондропротекторов позволяет:

- укрепить суставно-связочный аппарат;
- нормализовать влагонасыщенность хряща и его механико-эластические свойства;
- ингибировать действие протеолитических ферментов, разрушающих хрящ;
- стимулировать синтез гиалуроновой кислоты, укрепляя соединительнотканые структуры;
- снизить риск возникновения травм и воспалительных заболеваний суставного аппарата;
- ускорить реабилитацию спортсменов после перенесенных травм опорно-двигательного аппарата.

## **6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ**

### **6.1. ТЕХНОЛОГИЯ СУХОГО СМЕШИВАНИЯ**

#### *Способы производства сухих специализированных продуктов*

Независимо от способа производства и аппаратного оформления процесса можно выделить основные технологические схемы производства сухих продуктов: смешивание компонентов в жидком виде с последующей сушкой, сухое смешивание компонентов, комбинированный способ. Принципиальное отличие этих технологических схем заключается в том, что в первом случае все компоненты в ходе технологического процесса вносятся в жидкую основу. При этом водорастворимые компоненты растворяются в ней, а жировые эмульгируются. Полученная смесь затем подвергается сушке. Во втором случае предполагается смешивание компонентов в сухом виде в необходимых пропорциях. В третьем случае часть компонентов смешивается в сухом виде, а часть – в жидком.

Технологический процесс производства сухих продуктов по первой технологической схеме (смешивание компонентов осуществляется в жидком виде с последующей сушкой) реализуется в настоящее время на многих промышленных предприятиях. Недостатком данного способа производства являются:

- большая энергоемкость производства вследствие многократной термической обработки как исходных компонентов, так и готового продукта;
- необходимость повышенного внесения в смесь ряда компонентов вследствие их частичной потери в ходе многократных термических воздействий в процессе производства [9].

В соответствии со второй технологической схемой производства сухих продуктов все исходные компоненты поступают на производство в сухом виде и смешиваются в смесителях до получения готового продукта. Недостатком второго способа производства являются:

- сложность получения компонентов с требуемым уровнем микробиологического обсеменения и возможность ухудшения этого показателя в смесительной камере, поэтому этот способ затруднительно использо-



вать при производстве продуктов, к которым предъявляются высокие требования, с точки зрения микробиологии;

- при сухом смешивании качественные показатели готового продукта зависят от качества поступающих компонентов и культуры производства (так как на последнем этапе исключена термическая обработка продукта) [17].

При технологической схеме производства сухих продуктов комбинированным способом сначала готовят с использованием распылительной сушилки готовую сухую основу, а затем отдельные компоненты, например витаминно-минеральный комплекс, вносят способом сухого смешивания.

Недостатком комбинированного способа производства являются:

- отсутствие возможности корректировки состава смеси в процессе производства;
- возможность повторного микробиологического обсеменения продукта при сухом смешивании.

В целом, сравнивая первую и третью схему, следует отметить, что обе схемы наряду с очевидными достоинствами (высокая производительность и уровень автоматизации производства) обладают и существенными недостатками (высокая стоимость оборудования, применение громоздких и энергоемких вакуум-выпарных установок).

Таким образом, анализируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы: сухое смешивание компонентов является более универсальным способом, который при соблюдении определенных микробиологических требований применим как для крупного, так и для небольшого производства. Следует также учитывать, что стоимость аппаратного оформления процесса сухого смешивания значительно ниже, чем при смешивании компонентов в жидком виде с последующей сушкой. А отсутствие в ходе технологического процесса многократных термических операций снимает необходимость повышенного введения функциональных термолабильных ингредиентов, таких как витамины, различные БАВ и др., которые разрушаются при высоких температурах [17].

### ***Аппаратурное оформление процесса сухого смешивания.***

#### ***Выбор критерия качества смешения компонентов***

Процесс смешивания - это механический процесс, в результате которого первоначально находящиеся отдельно компоненты после распределения каждого из них в смешиваемом объеме образуют однородную смесь.

Смесители для получения сухих многокомпонентных продуктов разнообразны по конструкции.

Анализ требований, предъявляемых к смесительному оборудованию, показывает, что в настоящее время на первое место выходит обеспечение стабильно высокого качества готовой смеси.

Эффективность смешивания и, соответственно, качество готового продукта зависит от физико-механических свойств компонентов смеси, а также от технологических и кинематических факторов: соотношения компонентов, степени загрузки смесителя, скорости перемещения рабочих органов, их конструктивных особенностей, форм и параметров. В зависимости от особенностей процесса смешивания промышленностью выпускаются различные типы смесителей, которые можно условно классифицировать по следующим признакам:

- по принципу действия – на непрерывного и периодического действия;
- по расположению рабочего органа – на вертикальные и горизонтальные;
- по конструкции рабочих органов – на шнековые, барабанные, лопастные, турбинные, пропеллерные и комбинированные;
- по количеству рабочих органов – одно-, двух- и безвальные (барабанные);
- по механизму перемешивания частиц – на циркуляционные, объемного и диффузного смешивания [9].

В пищевых производствах наиболее часто используются смесители периодического действия. Это объясняется тем, что, во-первых, при периодическом смешивании можно обеспечить точное соотношение между компонентами (их часто загружают в смеситель по массе), а во-вторых, при большом числе компонентов их дозирование в смеситель непрерывного действия затруднено.

Требования к смесительному оборудованию, как правило, исходящие из конкретных производственных условий, следующие:

- смеситель должен быть периодического действия;
- рабочая камера его должна герметизироваться и исключать контакт обрабатываемого материала с окружающей средой, обеспечивать высокую интенсивность процесса и хорошее качество готовой смеси;
- смеситель должен оказывать мягкое воздействие на обрабатываемую смесь [9].

В настоящее время в фармацевтической и пищевой промышленности при производстве лекарственных средств, биологически активных добавок, биопрепаратов и пищевых продуктов все более широкое распространение получают смесители барабанного типа.

Барабанные смесители относятся к смесителям диффузионного смешивания, которые выпускаются в основном с цилиндрическим корпусом, расположенным горизонтально или с небольшим углом наклона к горизон-

ту, и предназначены для смешивания сыпучих, не склонных к агрегированию, порошкообразных материалов [9].

В основу конструкции смесителей данного типа положен классический принцип смешения "пьяная бочка". В процессе перемешивания происходит активное взаимодействие частиц продукта друг с другом, что является положительным фактором, сказывающимся на качестве и скорости перемешивания компонентов.

Барабанные смесители относятся к тихоходным машинам, так как окружная скорость вращения составляет от 0,17 до 1 м/с. Сыпучие материалы можно подавать в смеситель непрерывно или порционно. Последнее возможно благодаря тому, что барабанный смеситель обладает высокой сглаживающей способностью. В барабанных смесителях рекомендуется поддерживать каскадный режим движения материала в корпусе. При этом режиме частицы материала, находящиеся в глубине слоя, движутся по круговым траекториям вплоть до выхода на поверхность в верхней части ската, образованного свободной поверхностью слоя смешиваемого материала. После выхода частиц на поверхность слоя они откатываются по склону. Вся верхняя часть ската представляет собой слой небольшой толщины, состоящий из хаотически движущихся вниз частиц. Именно в этом тонком слое и происходит в основном процесс смешивания частиц [9].

Преимуществами барабанных смесителей по отношению к другим являются: простота конструкции и надежность в эксплуатации, возможность смешивания материалов без разрушения частиц, широкий диапазон рабочих объемов. Кроме того, перемешивание материала по сложной траектории под действием сил тяжести и заданного разнонаправленного вращения сводит к минимуму негативное действие центробежных сил. Помимо этого, данный способ перемешивания не ведет к образованию «мертвых зон» и разогреву продукта, как в случае со смесителями, оборудованными мешалками [9].

В процессе смешивания в рабочем объеме смесителя происходит взаимное перемещение частиц разных компонентов смеси. В результате перемещений возможно бесконечное разнообразие расположения частиц в рабочем объеме смесителя. В этих условиях соотношение компонентов в микрообъемах смеси – величина случайная, поэтому большая часть известных методов оценки качества смеси основана на методах статистического анализа. Для упрощения расчетов все смеси условно считают двухкомпонентными, состоящими из так называемого ключевого компонента и условного, включающего все остальные компоненты смесей. Подобный прием позволяет оценивать однородность смеси параметрами распределения одной случайной величины – содержанием ключевого компонента в пробах смеси. В качестве ключевого компонента обычно выбирают такой компонент, который либо легко анализировать, либо распределение его в смеси особенно важно по техническим требованиям.

В качестве критерия оценки качества смешивания наиболее часто используют коэффициент вариации (неоднородности)  $V_c$ , который определяется по формуле:

$$V_c = \frac{100}{C_{cp}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_{cp})^2}{n-1}}, \%$$

где  $C_{cp}$  – среднее арифметическое значение концентрации ключевого компонента во всех  $n$  пробах смеси, %;

$C_i$  – концентрация ключевого компонента в  $i$ -й пробе, %,

$n$  – количество проб.

Сухая смесь высокого качества оценивается значениями  $V_c = 0,5 \div 4$  %; среднего качества  $V_c = 4 \div 10$  %; низкого качества  $V_c > 10$  %. Однако подобное деление следует считать условным, так как качество смеси, ее необходимая однородность определяются техническими условиями на готовую смесь [2, 17, 19].

В исследовательской практике коэффициент неоднородности определяют путем предварительного отбора и последующего анализа большого количества проб. Для оценки качества смесей, получаемых в смесительных аппаратах периодического действия, используют в основном два метода отбора проб:

- метод квартования;
- метод точечного отбора.

Чаще всего для изучения кинетики смешивания в барабанных смесителях периодического действия рекомендуется использовать метод точечного отбора проб. Он заключается в отборе проб специальным пробоотборником из разных зон внутреннего объема смеси после остановки смесителя. Отобранные пробы подвергаются количественному анализу на содержание в них ключевого компонента.

Очень часто при получении многокомпонентной смеси наиболее сложной проблемой является равномерное распределение небольшого количества микронутриентов в основной массе материалов. При введении необходимого количества микронутриентов – витаминов, минеральных веществ и БАДов – должно быть гарантировано их присутствие в заданном соотношении в каждом единичном объеме готовой смеси. Поэтому при значительных соотношениях массовых составляющих компонентов ( $1:10^2$  и более), входящих в смесь, эффективная однородность состава конечной смеси достигается за счет последовательного «разбавления» смеси в нескольких аппаратах или путем многоступенчатого смешивания.

## 6.2. ТЕХНОЛОГИЯ ТАБЛЕТИРОВАНИЯ

Таблетки – твердая дозированная форма, получаемая прессованием биологически активных и вспомогательных веществ или формованием специальных масс и предназначенная для внутреннего орального применения. При приеме внутрь таблетки запивают водой, иногда их предварительно растворяют в воде [4].

### *Характеристика таблеток*

Таблетки получили широкое распространение во всем мире. Положительные качества таблеток следующие:

- возможен должный уровень механизации основных стадий и операций производства, способствующий высокой производительности и гигиеничности;
- точность дозирования вводимых в таблетки биологически активных веществ;
- портативность таблеток, удобная для их отпуска, хранения и транспортировки;
- длительная сохранность биологически активных веществ в спрессованном состоянии;
- для веществ недостаточно устойчивых – возможность нанесения защитных оболочек;
- возможность маскировки неприятных органолептических свойств (вкус, запах, красящая способность), что достигается путем нанесения покрытий;
- возможность сочетания биологически активных веществ, несовместимых по их физико-химическим свойствам в других формах;
- локализация действия биологически активного вещества в определенном отделе желудочно-кишечного тракта, достигаемая путем нанесения оболочек, растворимых в кислой или щелочной среде;
- пролонгирование действия биологически активных веществ вследствие нанесения покрытий, использования специальных технологий и состава таблеток-ядер;
- регулирование последовательного всасывания нескольких биологически активных веществ из таблетки в организм в определенные промежутки времени (многослойные таблетки) [2].

Однако таблетки имеют и некоторые недостатки:

- действие биологически активных веществ в таблетках развивается относительно медленно;
- при хранении таблетки могут цементироваться, при этом увеличивается время распадаемости;

- в состав таблеток могут входить вспомогательные вещества, не имеющие ценности, а иногда вызывающие некоторые побочные явления (например, тальк раздражает слизистую оболочку желудка);
- не каждый человек может свободно проглатывать таблетки.

### ***Классификация таблеток***

По способу получения различают два класса таблеток:

1. Прессованные, получаемые путем прессования порошков на таблеточных машинах с различной производительностью. Этот способ является основным.

2. Формованные, или тритурационные таблетки, получаемые формованием таблетуемой массы. Они составляют примерно 1–2 % от всего объема производства таблеток [4].

Классификация таблеток по конструктивному признаку:

1. По составу: простые (однокомпонентные) и сложные (многокомпонентные).

2. По структуре строения: каркасные, однослойные и многослойные (не менее 2-х слоев), с покрытием или без него.

Каркасные, или скелетные таблетки, имеют нерастворимый каркас, пустоты которого заполнены биологически активным веществом. Таблетка представляет собой как бы губку, пропитанную действующим веществом. При приеме каркас ее не растворяется, сохраняя геометрическую форму, а действующее вещество диффундирует в желудочно-кишечный тракт.

Однослойные таблетки состоят из прессованной смеси биологически активных и вспомогательных веществ и однородны по всему объему.

В многослойных таблетках биологически активные вещества располагаются послойно. Применение химически несовместимых веществ обуславливает их минимальное взаимодействие.

Покрытие таблеток классифицируют на: дражированное, пленочное и прессованное сухое.

Промышленностью выпускаются таблетки самых разнообразных форм: цилиндры, шары, кубы, треугольники, четырехугольники и др. Самыми распространенными являются плоскоцилиндрическая форма с фаской и двояковыпуклая форма, удобная для глотания. Кроме того, матрицы для производства таблеток более просты в изготовлении и не вызывают особых затруднений при их установке на таблеточные машины.

### ***Основные группы вспомогательных веществ в производстве таблеток***

*Вспомогательные вещества* используются в таблеточном производстве для придания таблеточной массе необходимых технологических

свойств, обеспечивающих точность дозирования, механическую прочность, распадаемость и стабильность таблеток в процессе хранения [2].

Требования к вспомогательным веществам:

- они должны быть химически индифферентными;
- не должны оказывать отрицательного воздействия на организм, а также на качество таблеток при их приготовлении, транспортировке и хранении [19].

Вспомогательные вещества, используемые в производстве таблеток, подразделяются на группы в зависимости от назначения.

*Наполнители (разбавители)* добавляют для получения определенной массы таблеток. Наполнители определяют технологические свойства массы для таблетирования и физико-механические свойства готовых таблеток.

*Связывающие вещества.* Частицы большинства биологически активных веществ имеют небольшую силу сцепления между собой, поэтому их таблетирование требует высокого давления, которое часто является причиной несвоевременного износа пресс-инструмента таблеточных машин и получения некачественных таблеток. Для достижения необходимой силы сцепления при сравнительно небольших давлениях к таблетлируемым веществам прибавляют связывающие вещества. Заполняя межчастичное пространство, они увеличивают контактную поверхность частиц и когезионную способность [2].

Особое значение имеют связывающие вещества при прессовании сложных порошков. В процессе изготовления таблеток они могут расслаиваться, что приводит к получению таблеток с разным содержанием входящих ингредиентов. Применение вида связывающих веществ, их количество зависит от физико-химических свойств прессуемых веществ.

В качестве связывающих веществ могут быть использованы различные вещества.

Воду применяют во всех случаях, когда простое увлажнение обеспечивает нормальное гранулирование порошкообразной массы.

Спирт этиловый используют для гранулирования гигроскопичных порошков чаще всего тогда, когда в состав массы для таблетирования входят сухие экстракты из растительного сырья – эти вещества с водой и водными растворами образуют клейкую, оплывающую, плохо гранулируемую массу. Концентрация применяемого спирта обычно тем выше, чем более гигроскопичен порошок.

Для порошков, образующих с водой и спиртом рассыпающиеся, негранулируемые массы, применяют растворы высокомолекулярных соединений (ВМС). В данном случае связывающая способность высокомолекулярных соединений определяется не только их концентрацией и вязкостью, но и величиной молекулы.

*Разрыхляющие вещества.* При прессовании биологически активных веществ резко уменьшается пористость и тем самым затрудняется проникновение жидкости внутрь таблетки. Для улучшения распадаемости или растворения применяют разрыхляющие вещества, обеспечивающие механическое разрушение таблеток в жидкой среде, что необходимо для скорейшего высвобождения действующего вещества. Разрыхлители добавляют в состав таблеток также в том случае, если препарат нерастворим в воде или если таблетка способна цементироваться при хранении. В случае использования в качестве разрыхлителя смеси натрия гидрокарбоната с лимонной или винной кислотой необходимо учитывать их взаимодействие друг с другом во влажной среде, а следовательно, правильно выбирать порядок их введения в таблеточную массу при влажной грануляции [2].

Эффективность действия разрыхляющих веществ определяется тремя способами:

- определением скорости поглощения и количества поглощенной воды порошкообразной массой;
- временем распадаемости таблеток, содержащих различные концентрации разрыхляющих веществ;
- определением скорости набухания и максимальной водной емкости разрыхлителей с помощью высокоскоростной фотосъемки под микроскопом.

В целом все разрыхляющие вещества обеспечивают разрушение таблеток на мелкие частички при их контакте с жидкостью, в результате чего происходит резкое увеличение суммарной поверхности частиц, способствующей высвобождению и всасыванию действующих веществ.

*Антифрикционные вещества.* Одной из проблем таблеточного производства является получение хорошей текучести гранулята в питающих устройствах (воронках, бункерах). Полученные гранулы или порошки имеют шероховатую поверхность, что затрудняет их всасывание из загрузочной воронки в матричные гнезда. Кроме того, гранулы могут прилипать к стенкам матрицы и пуансонам вследствие трения, развиваемого в контактных зонах частиц с пресс-инструментом таблеточной машины. Для снятия или уменьшения этих нежелательных явлений применяют антифрикционные вещества, представленные группой скользящих и группой смазывающих.

Скользкие вещества, адсорбируясь на поверхности частиц (гранул), устраняют или уменьшают их шероховатость, повышая их текучесть (сыпучесть). Наибольшей эффективностью скольжения обладают частицы, имеющие сферическую форму.

Смазывающие вещества облегчают выталкивание таблеток из матрицы. Их еще называют антиадгезионными или противосклеивающими веществами.



Смазывающие вещества не только снижают трение на контактных участках, но значительно облегчают деформацию частиц вследствие адсорбционного понижения их прочности за счет проникновения в микрощели. Функция смазывающих средств заключается в преодолении силы трения между гранулами и стенкой матрицы, между спрессованной таблеткой и стенкой матрицы в момент выталкивания нижним пуансоном из матрицы.

Тальк – одно из веществ, представляющих тип пластинчатых силикатов, в основе которых лежат слои плотнейшей гексагональной упаковки. Слои связаны друг с другом остаточными ван-дерваальсовыми силами – наислабейшими из всех химических связей. Благодаря этому свойству и высокой дисперсности частиц они способны к деформации и хорошему скольжению [2, 19].

### *Технологический процесс производства таблеток*

Выбор оптимальной технологической схемы производства таблеток зависит от физико-химических и технологических свойств лекарственных веществ, их количества в составе таблетки устойчивости к воздействию факторов внешней среды и др.

В настоящее время известно два основных метода получения таблеток: путем прямого прессования веществ и через гранулирование.

Наиболее распространены три технологические схемы получения таблеток: с применением влажного или сухого гранулирования и прямое прессование (см. рисунок).

Подготовка исходных материалов к таблетированию сводится к их взвешиванию и просеиванию. Взвешивание сырья осуществляется в вытяжных шкафах с аспирацией. После взвешивания сырье поступает на просеиватели вибрационного принципа действие.

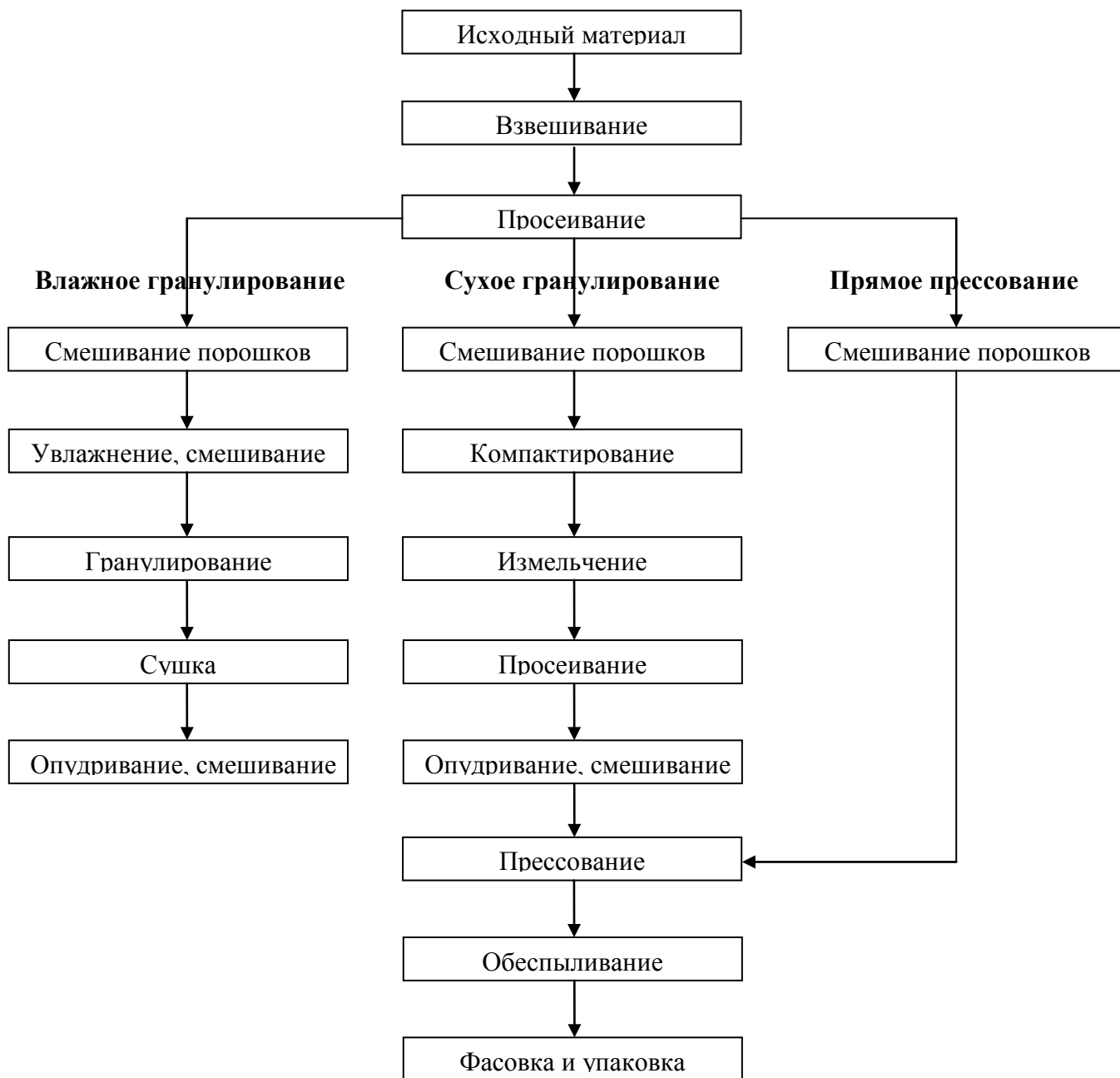
#### *Смешивание*

Составляющие таблеточную смесь лекарственные и вспомогательные вещества необходимо тщательно смешивать для равномерного распределения их в общей массе. В связи с тем, что порошки обладают различными физико-химическими свойствами: дисперсностью, насыпной плотностью, влажностью, текучестью и др. – получение однородной по составу таблеточной смеси является очень важной и довольно сложной технологической операцией. На этой стадии используют смесители периодического действия лопастного типа, форма лопастей может быть различной, но чаще всего – червячная или зетобразная.

#### *Гранулирование*

Это процесс превращения порошкообразного материала в зерна определенной величины, что необходимо для улучшения сыпучести таблетированной смеси и предотвращения ее расслаивания.

Гранулирование может быть «влажным» и «сухим». Первый вид гранулирования связан с использованием жидкостей – растворов вспомогательных веществ; при сухом гранулировании к помощи смачивающих жидкостей или не прибегают, или используют их только на одной определенной стадии подготовки материала к таблетированию.



**Технологический процесс производства таблеток**

Влажное гранулирование состоит из следующих операций:

- *Измельчение веществ в тонкий порошок.* Эту операцию обычно проводят в шаровых мельницах. Порошок просеивают через сито № 38.

- *Увлажнение порошка раствором связывающих веществ.* В качестве связывающих веществ рекомендуют применять воду, спирт, сахарный сироп, раствор желатина и 5%-й крахмальный клейстер. Необходимое количество связывающих веществ устанавливают опытным путем для каждой таблетуемой массы. Для того чтобы порошок вообще гранулировался, он должен быть увлажнен до определенной степени. О достаточности увлажнения судят так: небольшое количество массы (0,5–1 г) сжимают между большим и указательным пальцами; образовавшаяся «лепешка» не должна прилипать к пальцам (чрезмерное увлажнение) и рассыпаться при падении с высоты 15–20 см (недостаточное увлажнение). Увлажнение проводят в смесителе с S (сигма)-образными лопастями, которые вращаются с различной скоростью: передняя – со скоростью 17–24 об/мин, а задняя – 8–11 об/мин, лопасти могут вращаться в обратную сторону. Для опорожнения смесителя корпус его опрокидывают и массу выталкивают с помощью лопастей.

- *Протирание полученной массы через сито* (собственно гранулирование). Гранулирование производят путем протирания полученной массы через сито 3–5 мм (№ 20, 40 и 50). Применяют пробивные сита из нержавеющей стали, латуни или бронзы. Не допускается употребление тканых проволочных сит во избежание попадания в таблеточную массу обрывков проволоки. Протирание производят с помощью специальных протирочных машин – грануляторов. В вертикальный перфорированный цилиндр насыпают гранулируемую массу и протирают через отверстия с помощью пружинящих лопастей.

- *Высушивание и обработка гранулята.* Полученные гранулы рассыпают тонким слоем на поддонах и подсушивают иногда на воздухе при комнатной температуре, но чаще при температуре 30–40 °С в сушильных шкафах или сушильных помещениях. Остаточная влажность в гранулах не должна превышать 2 % [2, 9].

Обычно операции смешивания и равномерного увлажнения порошкообразной смеси различными гранулирующими растворами совмещают и проводят в одном смесителе. Иногда в одном аппарате совмещаются операции смешивания и гранулирования (высокоскоростные смесители-грануляторы). Смешивание обеспечивается за счет энергичного принудительного кругового перемешивания частиц и сталкивания их друг с другом. Процесс перемешивания для получения однородной по составу смеси длится 3–5 мин. Затем к предварительно смешиваемому порошку в смеситель подается гранулирующая жидкость, и смесь перемешивается еще 3–10 мин. После завершения процесса гранулирования открывают разгрузочный клапан, и при медленном вращении скребка готовый продукт высыпается.

Другая конструкция аппарата для совмещения операций смешивания и гранулирования – центробежный смеситель-гранулятор.

По сравнению с сушкой в сушильных шкафах, которые являются малопроизводительными и в которых длительность сушки составляет 20–24 ч, более перспективной считается сушка гранул в кипящем (псевдоожиженном) слое. Основными ее преимуществами являются: высокая интенсивность процесса; уменьшение удельных энергетических затрат; возможность полной автоматизации процесса.

Если операции влажного гранулирования выполняются в отдельных аппаратах, то после сушки гранул следует операция сухой гранулирования. После высушивания гранулят не представляет собой равномерной массы и часто содержит комки из слипшихся гранул. Поэтому гранулят повторно поступает в протирочную машину. После этого от гранулята отсеивают образовавшуюся пыль.

Поскольку гранулы, полученные после сухой грануляции, имеют шероховатую поверхность, что затрудняет в дальнейшем их высыпание из загрузочной воронки в процессе таблетирования, а кроме этого, гранулы могут прилипнуть к матрице и пуансонам таблетпресса, что вызывает, помимо нарушения веса, изъяны в таблетках, прибегают к операции «опудривания» гранулята. Эта операция осуществляется свободным нанесением тонко измельченных веществ на поверхность гранул. Путем опудривания в таблетмассу вводят скользящие и разрыхляющие вещества.

### *Сухое гранулирование*

В некоторых случаях, если активное вещество разлагается в присутствии воды, прибегают к сухому гранулированию. Для этого из порошка прессуют брикеты, которые затем размалывают, получая крупку. После отсеивания от пыли крупку таблетуют. В настоящее время под сухим гранулированием понимают метод, при котором порошкообразный материал подвергают первоначальному уплотнению (прессованию) и получают гранулят, который затем таблетуют – вторичное уплотнение. При первоначальном уплотнении в массу вводят сухие склеивающие вещества, обеспечивающие под давлением сцепление частиц как гидрофильных, так и гидрофобных веществ. Доказана пригодность для сухого гранулирования ПЭО в сочетании с крахмалом и тальком. При использовании одного ПЭО масса прилипает к пуансонам [2].

### *Прессование*

Это процесс образования таблеток из гранулированного или порошкообразного материала под действием давления. В современном фармацевтическом производстве таблетирование осуществляется на специальных прессах – роторных таблеточных машинах (РТМ). Прессование на

таблеточных машинах осуществляется пресс-инструментом, состоящим из матрицы и двух пуансонов. Технологический цикл таблетирования на РТМ складывается из ряда последовательных операций: дозирование материала, прессование – образование таблетки, ее выталкивание и сбрасывание. Все перечисленные операции осуществляются автоматически одна за другой при помощи соответствующих исполнительных механизмов [2].

### *Прямое прессование*

Это процесс прессования негранулированных порошков. Прямое прессование позволяет исключить 3–4 технологические операции и таким образом имеет преимущество перед таблетированием с предварительным гранулированием порошков. Однако, несмотря на кажущиеся преимущества, прямое прессование медленно внедряется в производство. Это объясняется тем, что для производительной работы таблеточных машин прессуемый материал должен обладать оптимальными технологическими характеристиками (сыпучестью, прессуемостью, влажностью и др.) Такими характеристиками обладает лишь небольшое число негранулированных порошков [2].

Одним из методов подготовки биологически активных веществ к прямому прессованию является направленная кристаллизация – получение таблетлируемого вещества в кристаллах заданной сыпучести, прессуемости и влажности путем особых условий кристаллизации. Этим методом получают ацетилсалициловую и аскорбиновую кислоты.

Широкое использование прямого прессования может быть обеспечено повышением сыпучести негранулированных порошков, качественным смешиванием сухих биологически активных и вспомогательных веществ, уменьшением склонности веществ к расслоению.

### *Обеспыливание*

Для удаления с поверхности таблеток, выходящих из пресса, пылевых фракций применяются обеспыливатели. Таблетки проходят через вращающийся перфорированный барабан и очищаются от пыли, которая отсасывается пылесосом.

### ***Факторы, влияющие на основные качества таблеток – механическую прочность, распадаемость и среднюю массу***

*Механическая прочность* таблеток зависит от многих факторов. В случае применения способа прямого прессования прочность таблеток будет зависеть от физико-химических свойств прессуемых веществ.

Прочность таблеток, получаемых методом влажной грануляции, зависит от количества, природы связывающих (склеивающих) веществ, от

величины давления прессования и от влажности таблетированного материала.

Количество склеивающих веществ и оптимальная влажность, как правило, указываются в промышленных регламентах. Давление прессования подбирается для каждого препарата и контролируется путем измерения прочности таблеток и времени распадаемости. Излишнее давление прессования часто приводит к расслаиванию таблеток. Кроме того, происходит резкое уменьшение пор, что снижает проникновение жидкости в таблетку, увеличивает время ее распадаемости. Влагосодержание выше оптимального приводит к прилипанию таблеточной массы к прессинструменту. Недостаточное содержание влаги, т. е. пересушивание материала, приводит к расслаиванию в момент прессования или же к недостаточной механической прочности [2].

*Распадаемость и растворимость* таблеток также зависят от многих факторов:

- количества и природы связывающих веществ;
- количества и природы разрыхляющих веществ, способствующих распадаемости таблеток;
- давления прессования;
- физико-химических свойств веществ, входящих в таблетку – прежде всего от способности их к смачиваемости, набуханию и растворимости [2].

*Средняя масса* таблеток также зависит от ряда составляющих:

- сыпучести материала;
- фракционного состава;
- формы загрузочной воронки и угла ската;
- скорости вращения матричного стола, т. е. от скорости прессования [2, 9].

### ***Влияние вспомогательных веществ и вида грануляции на биодоступность биологически активных веществ из таблеток***

Доказано, что способ получения таблеток во многом определяет стабильность препарата, скорость высвобождения активного вещества, интенсивность всасывания, и в итоге – терапевтическую эффективность.

1. *Условия грануляции* оказывают большое влияние на распадаемость таблеток. Наиболее часто применяемые в промышленности увлажнители – крахмальный клейстер и растворы желатина – для многих препаратов не являются оптимальными, так как увеличивают время их распадаемости. Повышение прочности таблеток с помощью высоковязких гранулирующих жидкостей при прочих равных условиях также приводит к увеличению времени распадаемости; лучшую распадаемость среди высоковязких жид-

костей обычно обеспечивают растворы полимеров: гуммиарабика, метилцеллюлозы (МЦ), оксипропилметилцеллюлозы (ОПМЦ), натрий-карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ).

Вредное влияние гидрофобных скользящих веществ (тальк, магния стеарат и кальция стеарат), ухудшающих распадаемость таблеток из-за затрудненного проникновения пищеварительных жидкостей в пористую структуру таблетки, существенно снижается или полностью устраняется, если таблетлируемые массы содержат сильно набухающие вещества – карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), МЦ [2].

2. *Прессование* оказывает влияние на скорость высвобождения препарата, которая, в свою очередь, может нарушить процесс его абсорбции в местах всасывания.

### ***Покрывание таблеток оболочками***

Покрывание таблеток оболочками преследует следующие цели:

1) защита таблеток от экстремальных факторов внешней среды (ударов, истирания и др.);

2) защита от воздействий окружающей среды (свет, влага, кислород и углекислота воздуха);

3) маскировка неприятного вкуса и запаха биологически активных веществ, содержащихся в таблетках;

4) защита от окрашивающей способности биологически активных веществ, содержащихся в таблетках;

5) защита содержащихся в таблетках биологически активных веществ от кислой реакции желудочного сока;

6) защита слизистой рта, пищевода и желудка от раздражающего действия биологически активных веществ;

7) пролонгирование терапевтического действия биологически активных веществ в таблетках;

8) преодоление несовместимости различных веществ, находящихся в одной таблетке, путем введения их в состав оболочки и ядра;

9) улучшение товарного вида таблеток и удобства их применения.

При покрывании таблеток оболочками применяют различные вспомогательные вещества, условно подразделяющиеся на следующие группы: адгезивы, обеспечивающие прилипание материалов покрытия к ядру и друг к другу (сахарный сироп, КМЦ, МЦ и др.); структурные вещества, создающие каркасы (сахар, магния оксид, кальция оксид, тальк, магния карбонат основной); пластификаторы, которые придают покрытиям свойства пластичности (растительные масла, МЦ, КМЦ, твины и др.); гидрофобизаторы, придающие покрытиям свойства влагостойкости (аэросил, шеллак, полиакриловые смолы); красители, служащие для улучшения внешнего вида или для обозначения терапевтической группы веществ (тропеолин,

тартразин, кислотный красный 2С, индигокармин и др.); корригенты, придающие покрытию приятный вкус (сахар, лимонная кислота, какао, ванилин и др.) [19].

Применяется более 50 наименований пленкообразователей.

Таблеточные покрытия в зависимости от их состава и способа нанесения разделяют на следующие группы:

1. Прессованные (или сухие) покрытия.
2. Пленочные покрытия.
3. Дражированные покрытия (нанесение сахарной оболочки).

### *Прессованные покрытия*

Главным преимуществом данного метода покрытия является исключение использования в технологии растворителей. Поэтому прессованные покрытия рациональны для таблеток гигроскопичных и чувствительных к воздействию влаги веществ.

Для пролонгации эффекта действующего вещества его вводят в состав как ядра, так и покрытия. Покрытие быстро распадается в желудке (начальная доза), а ядро (таблетка) распадается постепенно, поддерживая определенную постоянную концентрацию вещества в организме. Этот метод позволяет преодолеть несовместимость находящихся в одной таблетке различных веществ, вводя их в состав оболочки и ядра.

### *Пленочные покрытия*

Пленочным покрытием называется тонкая (порядка 0,05–0,2 мм) оболочка, образующая на таблетке после высыхания нанесенного на ее поверхность раствора пленкообразующего вещества. Пленочные покрытия имеют следующие преимущества:

1. Возможность избирательной растворимости таблеток в желудке или кишечнике.
2. Регулирование скорости адсорбции биологически активных веществ.
3. Возможность совмещения в одной таблетке несовместимых биологически активных веществ.
4. Сохранение физических, химических и механических свойств ядер таблеток при нанесении пленочных покрытий.
5. Сохранение первоначальных геометрических параметров таблеток, их формы, маркировки, фирменных обозначений.
6. Уменьшение массы объема пленочного покрытия по сравнению с дражировочным.
7. Возможность автоматизации процесса покрытия, интенсификации производства и сокращения производственных площадей.



В зависимости от растворимости пленочные покрытия разделяют на следующие группы:

- а) водорастворимые;
- б) растворимые в желудочном соке;
- в) кишечно-растворимые;
- г) нерастворимые [2, 4].

#### *Водорастворимые и растворимые в желудке покрытия*

Водорастворимые покрытия улучшают внешний вид таблеток, корригируют их вкус и запах, защищают от механических повреждений. Покрытия, растворимые в желудке, предохраняют таблетки от воздействия влаги воздуха; они разрушаются в организме в течение 10–30 мин.

Для получения водорастворимых покрытий полиэтиленоксид и поливинилпирролидон наносят на таблетки в виде 20–30%-х растворов в 50–90%-м этиловом или изопропиловом спирте, метилцеллюлозу и натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы – в виде 4–7%-х водных растворов.

Покрытия, растворимые в желудочном соке: бензиламино- и диэтиламинобензилцеллюлоза, п-аминобензоат, сахароза, глюкоза, фруктоза, маннит, винилпиридин, зеин и желатин [19].

#### *Кишечно-растворимые покрытия*

Кишечно-растворимые покрытия защищают биологически активное вещество, содержащееся в таблетке, от действия кислой реакции желудочного сока, предохраняет слизистую желудка от раздражающего действия некоторых активных веществ, локализуют биологически активное вещество в кишечнике, пролонгируя в определенной степени его действие. Кишечно-растворимые покрытия обладают также более выраженным, чем у перечисленных выше групп покрытий, влагозащитным эффектом.

Для получения кишечно-растворимых покрытий в качестве пленкообразователей используются высокомолекулярные соединения со свойствами полиэлектролитов с большим числом карбоксильных групп. Применяются природные вещества: шеллак, карнаубский воск, казеин, кератин, парафин, церезин, спермацет, цетиловый спирт, – а также синтетические продукты: стеариновая кислота в сочетании с жирами и желчными кислотами, бутилстеарат, фталаты декстрина, моносукцинаты ацетилметилфталилцеллюлозы.

Чаще всего для получения кишечно-растворимых покрытий используют ацетилфталилцеллюлозу как вещество, наиболее устойчивое к воздействию желудочного сока. Перечисленные пленкообразователи наносят на таблетки в виде растворов в этиловом, изопропиловом спирте, ацетоне

или в смесях указанных растворителей. Для получения окрашенных оболочек в растворы добавляют пигменты и красители.

Кишечно-растворимые покрытия выдерживают (2–4 ч и более) воздействия желудочного сока, что позволяет таким таблеткам в неизменном виде пройти через желудок; в кишечном же соке они распадаются в течение 1 ч, обеспечивая высвобождение биологически активного вещества в кишечнике.

### *Нерастворимые покрытия*

Основное назначение покрытий данного типа – защита таблетки от механического повреждения и от воздействия атмосферной влаги, устранение неприятного запаха и вкуса биологически активного вещества, пролонгирование его действия. К покрытиям относят этилцеллюлозу, монолаурат полиэтиленсорбита, поверхностно-активные вещества и др.

Механизм высвобождения биологически активного вещества из таблеток с нерастворимыми оболочками заключается в следующем. После поступления таблетки в желудочно-кишечный тракт пищеварительные соки проникают в нее сквозь микропоры оболочки и вызывают или растворение содержимого таблетки, или ее набухание. В первом случае растворенные вещества диффундируют через пленку в обратном направлении – в сторону желудочно-кишечного тракта под влиянием разности концентраций, во втором случае происходит разрыв оболочки за счет увеличения объема таблетки, после чего биологически активное вещество высвобождается обычным образом.

Требования к пленкообразующим веществам:

1. Полная безвредность для организма.
2. Хорошая растворимость в широко доступных органических растворителях.
3. Хорошие пленкообразующие свойства.
4. Химическая индифферентность,
5. Устойчивость при длительном хранении (сохранение прочности, эластичности и растворимости).
6. Доступность [4].

### *Способы нанесения пленочных покрытий*

Существует 3 способа нанесения пленочных покрытий на таблетки:

1. Погружение таблеток в раствор пленкообразующего вещества.
2. Наслаивание в дражировочном котле.
3. Получение покрытия во взвешенном слое.

Первый способ основан на погружении таблеток поочередно, то одной, то другой стороной в покрывающий раствор. Таблетки фиксируются с

помощью вакуума на металлическом перфорированном листе специальной машины, производительность которой составляет 5–8 тыс. покрытых оболочками таблеток в час. Этот способ достаточно сложен и пригоден лишь для нанесения на таблетки вязких, но не слишком клейких растворов. В настоящее время в связи с недостаточно высокой производительностью он применяется редко.

Наиболее широко применяется способ нанесения пленочных покрытий в дражировочном котле. Этот способ недорог, применим для растворов практически любой вязкости, отличается высокой производительностью. Для нанесения покрытия двояковыпуклые таблетки помещают в дражировочный котел, в период работы он вращается со скоростью 20–25 об/мин. Перед началом процесса покрытия с поверхности таблеток сильной воздушной струей удаляется пыль. Покрывающий раствор вводят в котел путем периодического разбрызгивания с помощью установленных у отверстия котла форсунок. Для сушки оболочек таблетки обдувают в котле воздушной струей.

Для нанесения покрытия в псевдооживленном слое используется установка, конструкция которой почти не отличается от установки типа СГ, применяемой для получения гранулята. Форсунки для разбрызгивания покрывающего раствора устанавливаются в нижней или верхней части рабочей камеры аппарата. Определенное количество таблеток помещают в рабочую камеру, включают вентилятор (компрессор), и под действием образующегося воздушного потока масса таблеток переводится в псевдооживленное состояние, после чего с определенной скоростью в камеру подается покрывающий раствор. Скорость поступления раствора определяется его вязкостью, скорость движения воздуха в аппарате - размером камеры и количеством находящихся в ней таблеток. Продолжительность процесса нанесения покрытия зависит от необходимой толщины оболочки и колеблется от 15 до 45 мин. После прекращения пульверизации раствора скорость движения воздуха слегка увеличивают, при этом образование пленочной оболочки происходит наиболее эффективно, процесс сушки покрытия значительно сокращается по сравнению с остальными способами.

Пленочное покрытие незначительно увеличивает массу таблеток. Благодаря применению летучих органических растворителей, исключается длительная стадия сушки оболочек. Продолжительность процесса нанесения пленочного покрытия составляет 2–4 ч.

### ***Контроль качества таблеток***

Одно из основных условий промышленного производства таблеток – соответствие готовой продукции требованиям действующей нормативно-технической документации. Качество выпускаемых таблеток определяется различными показателями, подразделяющимися на группы:

- 1) органолептические;
- 2) физические;
- 3) химические;
- 4) бактериологические;
- 5) биологические [4].

При определении качества таблеток по их внешнему виду (органолептическим свойствам) учитывают следующие факторы:

- условия прессования;
- адгезионные и когезионные свойства таблетлируемой массы, ее влажность;
- гранулометрический состав;
- поверхность и точность пресс-инструмента;
- способ покрытия и др.

К физическим показателям качества относятся геометрические (форма таблетки, отношение толщины таблетки к ее диаметру и т. д.) и собственно физические показатели (масса таблетки, отклонения от заданной величины массы, показатели прочности, пористости, объемной плотности), а также показатели внешнего вида — окрашенность, пятнистость, целостность, наличие знаков или надписей, отсутствие металлических включений и т. д.

К химическим показателям относятся: распадаемость, растворимость и постоянство химического состава, активность биологически активного вещества, срок годности таблеток, их стабильность при хранении и т. д.

К бактериологическим показателям качества относятся обсемененность таблеток микроорганизмами, спорами и бактериями непатогенного характера с содержанием их не более установленного количества.

Контроль качества готовых таблеток проводят согласно требованиям фармакопейной статьи «Таблетки», а также частным фармакопейным статьям по следующим показателям:

- органолептические свойства;
- механическая прочность;
- распадаемость;
- растворение;
- средняя масса таблеток и отклонение в массе отдельных таблеток;
- содержание лекарственных веществ в таблетках;
- однородность дозирования;
- определение талька, аэросила.

Некоторые дополнительные требования по качеству таблеток изложены в частных фармакопейных статьях.

### *Определение распадаемости таблеток*

Наиболее правильный способ определения распадаемости таблеток - наблюдение данного процесса в желудке человека с помощью рентгенснимков. Однако при массовом производстве таблеток это затруднительно, вследствие чего во всем мире приняты условные методы определения распадаемости таблеток, проводимые вне организма человека.

Более совершенным методом является определение распадаемости таблеток в приборе фирмы «Эрвека» (ФРГ). Отличается этот прибор устройством, производящим автоматическое прекращение колебания корзинки в момент полного распада таблетки. Одновременно автоматически останавливаются часы и фиксируется время распада.

Нормы распадаемости таблеток:

- 1) обычные таблетки – 15 мин;
- 2) таблетки, покрытые оболочками, растворимыми в желудке, – не более 30 мин (если нет других указаний в отдельных фармакопейных статьях). Таблетки, покрытые кишечнорастворимыми оболочками, не должны распадаться в течение 1 ч в растворе кислоты хлористоводородной 0,1 моль/л, а после промывания водой должны распадаться не более чем за 1 ч в щелочном растворе натрия гидрокарбоната;
- 3) сублингвальные таблетки – в воде 30 мин;
- 4) таблетки для приготовления растворов – в воде 5 мин.

#### *Определение механической прочности таблеток*

Определение механической прочности таблеток проводят на приборах. На одних определяют прочность на сжатие (раскол), на других – на истирание. Объективную оценку механических свойств таблеток можно получить, проводя определение их прочности обоими способами. Это объясняется тем, что ряд таблетированных препаратов, удовлетворяя требованиям на сжатие, имеют легко истираемые края и по этой причине оказываются недоброкачественными. Следует отметить, что определение прочности на сжатие не является фармакопейным методом [4].

#### *Фасовка, упаковка и маркировка таблеток*

Применение оптимальной упаковки — основной путь предотвращения снижения качества таблетированных препаратов при хранении. Поэтому выбор вида упаковки и упаковочных материалов решается в каждом конкретном случае индивидуально, в зависимости от физико-химических свойств входящих в состав таблеток веществ [4].

Одним из важнейших требований, предъявляемых к упаковочным материалам, является защита таблеток от воздействия света, атмосферной влаги, кислорода воздуха, микробной обсемененности.

Для упаковки таблеток в настоящее время используются такие традиционные упаковочные материалы, как бумага, картон, металл, стекло (картонные конвалюты, стеклянные пробирки, металлические пеналы, склянки на 50, 100, 200 и 500 таблеток, железные банки с впрессованной крышкой на 100–500 таблеток и др.).

Наряду с традиционными материалами широко применяются пленочные упаковки из целлофана, полиэтилена, полистирола, полипропилена, поливинилхлорида и различных комбинированных пленок на их основе. Наиболее перспективны пленочные контурные упаковки, получаемые на основе комбинированных материалов методом термосваривания: безъячейковая (ленточная) и ячейковая (блистерная).

Для ленточной упаковки широко применяются в различных сочетаниях: ламинированная целлофановая лента, алюминиевая фольга, ламинированная бумага, полимерная пленка, ламинированная полиэстером или нейлоном. Упаковку изготовляют, применяя термосваривание двух совмещенных материалов.

Упаковку осуществляют на специальных автоматах (А1-АУЗ-Т и А1-АУ4-Т).

Ячейковая упаковка состоит из двух основных элементов: пленки, из которой термоформованием получают ячейки, и термосвариваемой или самоклеящейся пленки для заклеивания ячеек упаковок после заполнения их таблетками. В качестве термоформуемой пленки чаще всего применяется жесткий (непластифицированный) или слабо пластифицированный поливинилхлорид (ПВХ) толщиной 0,2–0,35 мм и более. Пленка ПВХ хорошо формуется и термосклеивается с различными материалами (фольгой, бумагой, картоном, покрытыми термолаковым слоем). Это наиболее распространенный материал, используемый для упаковки негигроскопичных таблеток.

Покрытие пленки из поливинилхлорида поливинилхлоридом или галогенированным этиленом уменьшает газо- и паропроницаемость; ламинирование поливинилхлорида полиэстером или нейлоном применяется для изготовления ячейковой упаковки, безопасной для детей.

На все виды упаковок наносят следующие сведения:

- наименование продукта;
- наименование и местонахождение изготовителя (юридический адрес, включая страну, и при несовпадении с юридическим адресом – адрес(а) производств(а) и организации в РФ, уполномоченной изготовителем на принятие претензий от потребителей на её территории)
- товарный знак изготовителя (при наличии);
- масса нетто или объем продукта;
- состав продукта, в том числе пищевые добавки, ароматизаторы, биологически активные добавки к пище, ингредиенты нетрадиционного состава;

- пищевая и энергетическая ценность;
- условия хранения;
- дата изготовления и дата упаковывания;
- срок годности;
- способы и условия приготовления;
- условия применения, противопоказания;
- обозначение настоящих технических условий, в соответствии с которыми выпускается данный продукт;
- информация о подтверждении соответствия.

На транспортную тару наносится следующая маркировка:

- наименование продукта;
- наименование и местонахождение предприятия изготовителя (юридический адрес, фактический адрес);
- количество пачек и масса нетто единицы продукции в потребительской упаковке;
- масса нетто;
- масса брутто;
- товарный знак изготовителя (при наличии);
- состав продукта, в т.ч. пищевые добавки, ароматизаторы и др. (при производстве в качестве сырья для функциональных продуктов питания);
- дата изготовления и дата упаковывания;
- обозначение настоящих технических условий;
- количество единиц в транспортной таре.

### ***Условия хранения таблеток***

Условия хранения во многом влияют на стабильность таблеток и на их физико-химические показатели (прочность, распадаемость).

При хранении в чрезмерно сухом воздухе таблетки теряют влагу, что является одной из основных причин их цементации и, как следствие, почти полной потери способности распадаться. При повышенной влажности воздуха обычно уменьшается прочность таблеток, время распадаемости при этом может как увеличиваться, так и уменьшаться.

Отрицательное влияние на качество таблеток также оказывают повышение температуры воздуха и действие прямых солнечных лучей. Поэтому таблетки хранят при комнатной температуре в сухом, защищенном от света месте. По истечении года хранения проверяют распадаемость таблеток.

### ***Пути совершенствования таблеток***

Разработка методов нанесения оболочек на таблетки путем прессования, а также использование ряда других технологических принципов значительно расширили проблему таблетирования и открыли пути для совершенствования таблеток как лекарственной формы и для создания новых препаратов пролонгированного действия.

### *Многослойные таблетки*

Многослойные (слоистые) таблетки дают возможность сочетать биологически активные вещества, несовместимые по физико-химическим свойствам, пролонгировать действие биологически активных веществ в определенные промежутки времени и регулировать последовательность их всасывания.

Популярность многослойных таблеток возрастает по мере совершенствования оборудования и накопления опыта в их изготовлении и применении. Для их изготовления применяют циклические таблеточные машины с многократным насыпанием. Их применение позволяет проводить трехкратное насыпание, выполняемое с различными гранулятами. Различают двухслойные и трехслойные таблетки.

Метод сухого напрессовывания позволяет использовать вместе несовместимые вещества, поместив одно биологически активное вещество в середину таблетки, а другое – в ее оболочку (например, витамины В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub> – витамин С). Устойчивость таблетки к действию желудочного сока можно увеличить, добавляя к грануляту, образующему оболочку, 20 % ацетилфталилцеллюлозы.

С помощью многослойных таблеток можно добиться пролонгирования действия активного вещества. Очевидно, что вначале окажет действие доза вещества, помещенная в оболочке, а затем (предположим, через 3 ч) начнет проявлять действие доза того же активного вещества, помещенная в середине таблетки. Если в слоях таблетки будут находиться разные активные вещества, то действие их проявится дифференцированно, последовательно, в порядке растворения слоев.

### *Таблетки с нерастворимым скелетом*

Перспективны также таблетки с нерастворимым скелетом. Активное вещество из него постепенно высвобождается вымыванием. Таковую таблетку сравнивают с губкой, поры которой заполнены растворимой субстанцией (смесью биологически активного вещества с растворимым наполнителем – сахаром, лактозой, полиэтиленгликолем и т. д.). Таблетки не распа-



даются в пищеварительном тракте и сохраняют геометрическую форму. Материалом для скелета служат некоторые неорганические (сульфат бария, гипс, дву- и трехзамещенный фосфат кальция, титана диоксид) и органические (полиэтилен, полихлорвинил, тугоплавкие воски, мыла алюминиевые и др.) вещества. Скелетные таблетки могут быть получены путем простого прессования биологически активных веществ, образующих скелет. Они могут быть также многослойными, например трехслойными, причем биологически активное вещество находится преимущественно в среднем слое. Растворение его начинается с боковой поверхности таблетки, в то время как с больших поверхностей (верхней и нижней) вначале диффундируют только вспомогательные вещества из среднего слоя через капилляры, образовавшиеся в наружных слоях.

### 6.3. ТЕХНОЛОГИЯ КАПСУЛИРОВАНИЯ

Капсулы (от лат. *capsula* – футляр или оболочка) – это дозированная форма, состоящая из биологически активного вещества, заключенного в оболочку.

В настоящее время капсулированные препараты приобретают все большее значение.

#### *Классификация капсул*

В зависимости от содержания пластификаторов и по технологическому принципу различают два типа капсул:

- твердые;
- мягкие, с цельной оболочкой.

Мягкие капсулы получили свое название, потому что наполнитель помещается в еще мягкую эластичную оболочку в процессе их изготовления. Затем капсулы подвергаются дальнейшим технологическим процессам, в результате которых первоначальная эластичность оболочки может теряться частично или полностью. Такие капсулы имеют цельную оболочку, которая бывает эластичной или жесткой. Иногда в состав оболочки мягких капсул входит действующее вещество.

Твердые капсулы заполняют после того, как полностью пройдет весь технологический процесс формования, и они приобретут соответствующую упругость и жесткость. Твердые капсулы имеют двухсекционное строение и могут быть изготовлены заранее, а наполнение их биологически активными веществами осуществляется по мере необходимости.

В зависимости от локализации активного вещества капсулы подразделяются на:

- сублингвальные;
- желудочнорастворимые;

- кишечнорастворимые [4].

Отдельную группу составляют капсулы с регулируемой скоростью и полнотой (продолжительностью) высвобождения активных веществ – ретард-капсулы. Капсулы с модифицированным высвобождением имеют в составе содержимого или оболочки (или и в том и другом одновременно) специальные вспомогательные вещества, предназначенные для изменения скорости или места высвобождения действующих веществ [4].

Кишечнорастворимые капсулы также относят к средствам с модифицированным высвобождением, которые должны быть устойчивыми в желудочном соке и высвобождать действующие вещества в кишечнике. Они изготавливаются путем покрытия твердых или мягких капсул кислотоустойчивой оболочкой или наполнением капсул гранулами либо частицами, покрытыми кислотоустойчивыми оболочками.

Интерес к желатиновым капсулам объясняется их высокой биодоступностью и целым рядом преимуществ: они имеют красивый внешний вид; легко проглатываются; проницаемы для пищеварительных соков; терапевтическое действие содержимого проявляется через 5–10 мин после введения; оболочка из желатина непроницаема для летучих жидкостей, газов, кислорода воздуха (что очень важно для сохранности легкоокисляющихся средств); заключение в оболочку удобно для отпуска веществ, имеющих красящий эффект или неприятный вкус и запах, поскольку разрушение оболочки и высвобождение действующих веществ происходит в определенном отделе желудочно-кишечной системы. Поэтому капсулы весьма перспективны для применения.

Как преимущество капсул следует отметить возможность с их помощью улучшать терапевтическую активность действующих веществ, способствовать их пролонгированию, обеспечивать растворение в определенном отделе ЖКТ.

При производстве капсулированных средств соблюдается высокая точность дозирования, так как изготовление их почти полностью механизировано и автоматизировано.

В мягких и твердых капсулах можно капсулировать препараты в неизменном виде, не подвергая их влажной грануляции, тепловому воздействию, давлению, как в случае производства таблеток. Кроме того, число факторов, влияющих на процессы высвобождения и всасывания биологически активных веществ из капсул, значительно меньше, чем, например, у таблеток.

### *Автоматы для наполнения капсул*

Наполнение мягких желатиновых капсул происходит с помощью поршневых вакуумных автоматов, отличающихся большой точностью дозирования (2–3 %) и высокой производительностью.

Для наполнения твердых желатиновых капсул используют автоматы различных фирм, отличающиеся производительностью (от 20 до 150 тыс./ч), точностью дозирования (2–5 %) и строением дозатора. В зависимости от сыпучести и степени дисперсности (зернистости) фасуемого препарата автоматы работают со шнековыми, вакуумными или вибрационными дозаторами [9].

Наполнение твердых желатиновых капсул проводится в пять операций:

1. Ориентировка пустых капсул.
2. Разделение (вскрытие) пустых капсул.
3. Наполнение корпуса капсулы.
4. Соединение и закрытие тела и крышечки капсулы.
5. Выброс наполненных капсул.

Наполнение корпуса капсул – наиболее ответственная из операций. Точность дозирования зависит от характеристики наполнителя, метода наполнения и типа заполняющей машины.

Активные вещества для наполнения в твердые желатиновые капсулы должны отвечать следующим требованиям:

1. Содержимое должно освобождаться из капсулы, обеспечивая высокую биодоступность.

2. При использовании автоматических наполняющих машин вещества должны обладать определенными физико-химическими и технологическими свойствами, такими как:

- определенная величина и форма частиц;
- однородность размера частиц;
- гомогенность смешивания;
- сыпучесть (текучесть);
- содержание влаги;
- способность к компактному формированию под давлением [9].

Для придания активным компонентам необходимых технологических свойств к ним добавляют вспомогательные вещества.

Если необходимо улучшить сыпучие свойства наполнителя, то добавляют скользящие вспомогательные вещества. Например, введение 0,1–0,3 % аэросила или магния стеарата с 0,5–1,0 % талька может быть достаточным.

В большинстве случаев активные вещества капсулируют в форме порошков или гранул. Однако микрокапсулы, микродраже, таблетки (покрытые и непокрытые оболочками), маленькие желатиновые капсулы, пасты и жидкости с высокой вязкостью по отдельности или в различных комбинациях также можно капсулировать без особых трудностей.

Наполнение капсул сферическими гранулами, микродраже и микрокапсулами с жировой и пленочной оболочкой, которые имеют хорошие сыпучие свойства, позволяет использовать меньший объем, чем порошко-

выми формами. Кроме того, наличие желатиновых оболочек дает возможность защищать материал от неблагоприятных факторов и контролировать высвобождение активных веществ как по скорости, так и по локализации действия. Еще одним преимуществом твердых желатиновых капсул является возможность комбинации (сочетания) нескольких несовместимых веществ в одной мягкой капсуле.

### *Методы капсулирования*

В настоящее время в мировой практике используют несколько методов ручного наполнения капсул, на полуавтоматических машинах и на высокоскоростных автоматах с производительностью около 150 тыс. капсул в час.

*Наполнение вдавливанием.* Этот метод применяется при ручном наполнении капсул или при использовании простейших полуавтоматических машин. Отвешенным количеством порошка или гранул заполняют корпус капсул, а оставшийся наполнитель вдавливается специальными пуансонами в требуемое число капсул. Данный метод используется для наполнения испытательных образцов капсул в исследовательских проектах и при изготовлении небольших партий препаратов.

*Дисковый метод дозирования.* Дозировочный диск с шестью группами отверстий образует основание вместилища. Наполнитель, распределенный через эти отверстия, прессуется пятью отдельно отрегулированными уплотняющими устройствам (станциями). Шестая станция служит для перемещения утрамбованного порошка в корпус капсулы.

Метод позволяет корректировать дозировку, если порошок имеет плохую сыпучесть и тенденцию к формированию комков.

Масса наполнителя может регулироваться изменением давления и повышением или понижением уровня наполнителя. Это позволяет наполнять капсулы минимальными дозами препаратов [19].

*Поршневые методы дозирования* основаны на объемном дозировании при использовании дозировочных блоков различной конструкции.

При поршневом скользящем методе наполнитель передается из загрузочного бункера в дозировочный блок, состоящий из сборника и двенадцати параллельных дозировочных цилиндров, отделенных от сборника прокладкой. При движении прокладки наполнитель проходит через отверстия в ней и поступает в цилиндры, которые имеют поршни. Дальнейшее движение прокладки перекрывает подачу наполнителя из сборника, после чего поршни опускаются, открывая отверстия в цилиндрах. Через эти отверстия происходит подача наполнителя в корпус капсулы.

Поршневой дозировочный метод основан на объемном дозировании с помощью специального дозировочного цилиндра. Наполнитель поступает из бункера в дозировочный блок, расположенный вместе с дозировочными цилиндрами. При наполнении цилиндры перемещаются вверх через сборник наполнителя, после чего поднимается поршень до верхней точки цилиндра, способствуя перемещению наполнителя через специальные каналы в корпус капсулы [19].

*Трубочный дозировочный метод.* Здесь используют трубки специальной формы (дозатор и поршень), углубляющиеся в порошкообразный или гранулированный наполнитель. После удаления трубки из наполнителя дозировочный блок поворачивается на 180° и спрессованный порошок выталкивается дозировочным поршнем в корпус капсулы.

Сжатие порошка может регулироваться таким образом, что создается требуемая высота и форма наполнителя.

*Метод двойного скольжения* базируется на принципе объемного дозирования. Наполнитель дозируют в специальные отделения, из которых он впоследствии поступает в корпус капсулы.

Метод позволяет частично заполнять капсулы. Это существенно, когда капсула должна быть наполнена ингредиентами нескольких типов (например, микрокапсулы) [2].

*Метод дозировочных цилиндров* предназначен для дозирования двух наполнителей в одну капсулу.

Наполнители поступают из бункеров в дозировочные устройства, прикрепленные к плоской пластине с овальными отверстиями для дозирования наполнителей. Базовая пластина прилегает к подвижным дозирующим цилиндрам, имеющим боковые каналы и поршни. После наполнения первым порошком цилиндр передвигается ко второму дозирующему устройству, где происходит дальнейшее заполнение цилиндра вторым наполнителем. Затем поршень скользит вниз, открывая боковой канал, через который смесь наполнителей попадает в корпус капсулы.

*Метод дозировочных трубок.* Еще один объемный метод, при котором наполнитель переносится в капсулу с помощью вакуума. Вакуум подведен к дозировочным трубкам, последовательно погружающимся внутрь вращающегося дозировочного желоба. Объем дозировочной камеры внутри трубки контролируется поршнем.

*Метод наполнения капсул твердыми формами* (метод формирования катков). Особенностью данного метода является наличие наполнителей, представленных таблетками, ядрами, таблетками с оболочками, драже, капсулами строго определенных размеров [2].

### ***Контроль качества производства желатиновых капсул***

При оценке качества капсул определяют среднюю массу, однородность дозирования, распадаемость и растворение [19].

*Определение средней массы.* Взвешивают 20 невскрытых капсул и определяют их среднюю массу, затем — каждую отдельно и сравнивают массу каждой капсулы со средней. Отклонение не должно превышать  $\pm 10\%$ .

*Определение однородности дозирования.* При содержании в капсуле 0,05 г и менее активного вещества испытания проводят согласно статье «Таблетки», если нет других указаний в частных статьях.

*Определение распадаемости и растворения* проводят также согласно статье «Таблетки». Если нет других указаний в частных статьях, капсулы должны распадаться или растворяться в желудочно-кишечном тракте не дольше 20 мин. Серия считается удовлетворительной при растворении в воде не менее 75 % действующего вещества за 45 мин, при перемешивании со скоростью 100 об/мин.

*Упаковка.* Капсулы должны выпускаться в плотно закрытой упаковке, предохраняющей от воздействия влаги.

*Хранение.* Капсулы следует хранить в сухом, прохладном месте, в соответствии с указанием нормативно-технической документации на препарат.

### ***Факторы, влияющие на биологическую доступность биологически активных веществ в желатиновых капсулах***

В связи с развитием производства капсулированных форм большое внимание уделяется биодоступности биологически активных веществ в капсулах.

На биологическую доступность капсулированных препаратов оказывают влияние основные и вспомогательные вещества как в составе содержимого капсул, так и в составе желатиновой оболочки, а также методы получения капсул.

Усиливающийся интерес к капсулам объясняется тем, что они обладают высокой биодоступностью, быстро набухая и растворяясь в желудочно-кишечном тракте. Биополимерная желатиновая оболочка медленно, порция за порцией, освобождает действующее вещество, обеспечивая его полноценное всасывание. Сам желатин как основное сырье для капсул легко и быстро усваивается даже при тяжелых нарушениях функций желудочно-кишечной системы человека.

Важнейшими специфическими методами оценки капсулированных форм «in vitro» является определение их распадаемости и растворимости, которые при условии корреляции с данными «in vivo» могут служить методами оценки биологической доступности.

Механизм распадаемости твердых и мягких желатиновых капсул существенно отличается. На скорость растворения препаратов в твердых капсулах обычно влияет только их содержимое. Особое влияние на кинетику высвобождения биологически активных веществ из таких капсул оказывают вспомогательные вещества, их природа, количество, соотношение в составе содержимого. Таким образом, выбор размера капсулы и величина уплотнения массы (плотности набивки капсул), с учетом природы и величины частиц основного и вспомогательных веществ, существенно влияют на биодоступность капсулированных препаратов в твердых капсулах.

Для мягких капсул, в отличие от твердых, кинетика растворения связана с началом высвобождения содержимого. По мере растворения оболочки или вскрытия по месту шва происходит постепенное выделение содержимого капсул. Тогда как для твердых капсул после быстрого растворения оболочки начинается, как правило, замедленный распад содержимого в зависимости от его структуры и составных частей. Время высвобождения содержимого из мягких желатиновых капсул зависит от состава желатиновой оболочки и метода получения капсулы.

Таким образом, желатиновые капсулы, благодаря ценным свойствам и многим преимуществам, являются незаменимой формой для многих препаратов и в настоящее время находят свое дальнейшее развитие в пищевой и фармацевтической промышленности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На современном этапе развития пищевой промышленности одним из приоритетных направлений является развитие научных подходов к созданию продуктов для питания спортсменов и их практическая реализация. Основой для развития данного направления в нашей стране и за рубежом является стремительное развитие научных исследований в области физиологии, биохимии, биотехнологии и других фундаментальных наук.

Реализация научных основ разработки продуктов спортивного питания позволяет решать ряд важных проблем, существующих в спорте:

- принцип энергетического баланса;
- соблюдение принципов полноценного сбалансированного питания;
- адекватность и системность питания;
- учет биохимической индивидуальности спортсмена;
- учет динамики образа жизни и др.

В последние годы в области разработки и применения специализированных продуктов для питания спортсменов наметилось стремительное развитие. В настоящее время, преимущественно за рубежом, разработан и выпускается достаточно широкий ассортимент данной группы продуктов,

однако их промышленное производство в нашей стране весьма ограничено.

При этом необходимо заметить, что в состав многих импортных продуктов включены повышенные дозы витаминов, минеральных веществ, а также различных компонентов, ценность которых зачастую сомнительна. Очень часто указанные производителями рекомендуемые дозировки употребления продуктов не соответствуют принятым в РФ требованиям по норме потребления пищевых веществ, что в конечном итоге приводит к ухудшению усвоения продукта и возникновению нежелательных побочных эффектов.

Кроме того, медико-биологические требования к этим продуктам изменяются в связи с нарастающими спортивными нагрузками и по мере развития научных представлений о питании лиц, подверженных интенсивным физическим нагрузкам. В настоящее время метаболизм спортсменов достаточно хорошо изучен и может быть положен в основу решения практической задачи создания новых специализированных продуктов.

Технология производства специализированных высокобелковых продуктов для питания спортсменов должна предусматривать высокоэффективные технологические процессы, максимально сохраняющие пищевую ценность исходного сырья и обеспечивающие получение продукта с заданными целевыми свойствами. При разработке данного вида продуктов должны использоваться экологически безопасное сырьё животного и растительного происхождения, биологически активные добавки, улучшающие их функциональные и потребительские качества.

Полагаем, что изложенные в учебном пособии сведения будут полезны как студентам вузов, так и магистрам, аспирантам и специалистам, заинтересованным в данной тематике, и послужат основанием для дальнейшего развития перспективного направления по созданию продуктов спортивного питания.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Какие функции выполняет спорт в современном мире?
2. Что такое спорт массовый, любительский, профессиональный?
3. Какие нормативно-правовые акты регулируют спортивную деятельность?
4. Что такое допинг и в чем его отрицательное влияние на спорт? Кратко опишите систему антидопингового контроля.
5. Опишите строение и функции скелетной мускулатуры, ее связь с другими системами организма.
6. Назовите режимы энергообеспечения при мышечной деятельности.
7. Сколько АТФ получается на 1 молекулу субстрата при анаэроб-



ном гликолизе, аэробном гликолизе, липолизе?

8. Назовите известные вам классификации видов спорта по группам.

9. Чем питание спортсмена отличается от питания физкультурника или нормального здорового человека?

10. Каковы основные задачи спортивного питания?

11. Назовите 4 уровня спортивного питания.

12. Как рассчитываются суточные энергозатраты спортсмена?

13. Что такое основной обмен и метаболический эквивалент, как их определяют?

14. Каковы основные функции белков в организме?

15. Каковы основные функции липидов в организме?

16. Каковы основные функции углеводов в организме?

17. Охарактеризуйте водный обмен в организме спортсмена, его отличия от водного обмена в организме нормального человека.

18. Что такое «непищевые вещества» и какова их роль в питании?

19. Каковы потребности спортсменов циклических видов спорта в пищевых веществах?

20. Каковы потребности спортсменов скоростно-силовых видов спорта в пищевых веществах?

21. Каковы потребности спортсменов-единоборцев в пищевых веществах?

22. Каковы потребности спортсменов-игровиков в пищевых веществах?

23. Каковы потребности спортсменов технических видов спорта в пищевых веществах?

24. В чем состоят особенности питания спортсменов циклических видов спорта?

25. В чем состоят особенности питания спортсменов скоростно-силовых видов спорта?

26. В чем состоят особенности питания спортсменов-единоборцев?

27. В чем состоят особенности питания спортсменов-игровиков?

28. В чем состоят особенности питания спортсменов технических видов спорта?

29. Каковы особенности питания у юных спортсменов?

30. Как организуется групповое питание спортсменов (в спортшколах, клубах и др.)?

31. Что такое «метод углеводного удара» (тайпер)?

32. Опишите особенности построения рациона спортсмена в разные периоды тренировочно-соревновательной деятельности?

33. Какова роль водного обмена у спортсменов и физкультурников?

34. Как организовать питание спортсмена во время соревнований?

35. Как организовать питание спортсмена во время перелетов или

переездов на большие расстояния?

36. Каковы различия в построении рациона спортсменов при различных климатических условиях?

37. Что такое БАД к пище и каковы цели их использования в спорте?

38. Назовите основные классы БАД, применяемых в спорте, с примерами.

39. Назовите формы выпуска БАД спортивной направленности, кратко охарактеризуйте их достоинства и недостатки.

40. Что такое функциональные продукты, их применение в спорте?

41. Чем отличается производство БАД спортивной направленности от производства других специализированных продуктов питания, в чем сходство?

42. Какие технологические процессы применяются в производстве БАД спортивной направленности?

43. Назовите основные виды сырья, применяемого в производстве БАД спортивной направленности.

44. Какими нормативными актами регулируется производство БАД спортивной направленности?

45. Как проводятся испытания БАД спортивной направленности?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борисова О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации / О.О. Борисова. – М. : Советский спорт, 2007. – 132 с.

2. Вилесов Н.Г. Процессы гранулирования в промышленности / Н.Г. Вилесов, В.Я. Скрипко, В.Л. Ломазов, И.М. Танченко // Техника. – 1976. – 192 с.

3. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко, С.Н. Корсун. – Киев : Олимпийская литература, 2000. – 503 с.

4. Государственная фармакопея СССР. Общие методы анализа. Лекарственное и растительное сырье. – Издание 11, выпуск 2. – М. : Медицина, 1990. – 385 с.

5. Дубровский В.И. Спортивная медицина : учебник для студентов вузов, обучающихся по педагогическим специальностям / В.И. Дубровский. – 3-е изд., доп. – М. : Гумманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 528 с.

6. Колеман Э. Питание для выносливости: [пер. с англ.] / Э. Колеман. – Мурманск : Тулома, 2005. – 192 с.

7. Кояц Я.М. Спортивная физиология / Я.М. Кояц. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 207 с.

8. Кулиненков О.С. Фармакология спорта / О.С. Кулиненков. – М. : Советский спорт, 2001. – 200 с.
9. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов / Ю.И. Макаров. – М. : Машиностроение, 1973. – 328 с.
10. Мартинчик А.Н. Питание человека (основы нутрициологии) / А.Н. Мартинчик, И.В. Маев, А.Б. Петухов. – М. : ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2002. – 576 с.
11. МР 2.3.1.1915-04 Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. Издание официальное. Минздрав России. Утв., Введ. 02.07.04. – 46 с.
12. Михайлов С.А. Спортивная биохимия / С.А. Михайлов. – М. : Советский спорт, 2006. – 260 с.
13. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: МР 2.3.1.2432-08 : приняты Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) 18.12.2008.
14. Олейник С.А. Спортивная фармакология и диетология / С.А. Олейник [и др.]. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 256 с.
15. Остапенко Л. Анаболические средства в современном силовом спорте / Л. Остапенко, М. Клестов. – М. : Спорт Сервис, 2002. – 288 с.
16. Павлов С.Е. Восстановление в спорте. Теоретические и практические аспекты / С.Е. Павлов, М.В. Павлова, Т.Н. Кузнецова // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 1. – С. 29–36.
17. Пилат Т.Л. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение) / Т.Л. Пилат, А.А. Иванов. – М. : Аввалон, 2002. – 710 с.
18. Полиевский С.А. Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов / С.А. Полиевский. – М. : Физкультура и Спорт, 2005. – 384 с.
19. Рогинский Г.А. Дозирование сыпучих материалов / Г.А. Рогинский. – М. : Химия, 1978. – 176 с.
20. Рогозкин В.А. Биохимическая диагностика в спорте / В.А. Рогозкин. – Л. : Наука, 1988. – 50 с.
21. Розенблюм А. Питание спортсменов. Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми / А. Розенблюм. – Киев : Олимпийская литература, 2005. – 535 с.
22. Сарубин Э. Популярные пищевые добавки : справочник по распространенным пищевым добавкам: [перевод с англ.] / Э. Сарубин. – Киев : Олимпийская литература, 2005. – 477 с.
23. Скальный А.В. Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии / А.В. Скальный, И.А. Рудаков, С.В. Нотова, Т.И. Бурцева, В.В. Скальный, О.В. Баранова. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2005. – 117 с.

24. Солодков А.С. Физиология спорта : учебное пособие / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – СПб. : СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта, 1999. – 345 с.

25. Тутельян В.А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека (справочное руководство по витаминам и минеральным веществам) / В.А. Тутельян, В.Б. Спиричев, Б.П. Суханов, В.А. Кудашева. – М. : Колос, 2002. – 424 с.

26. Уилмор Дж. Х. Физиология спорта / Дж. Х. Уилмор, Д.Л. Костил. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 506 с.

27. Харгривс М. Метаболизм в процессе физической деятельности / М. Харгривс. – Киев : Олимпийская литература, 1998. – 285 с.

## Термины и определения

**Адаптогены** – вещества, повышающие устойчивость организма к различным экстремальным факторам. Способствуют восстановлению функций организма, измененных при нагрузке; наиболее эффективны при работе, связанной с большими нервными напряжениями, при нагрузке скоростно-силового характера, а также в видах спорта, требующих сложно-координационных действий.

**Анаболизм (ассимиляция)** – усвоение необходимых для организма веществ и синтез специфических для организма соединений. Протекает с поглощением энергии.

**Анаболики** – химические вещества, часто гормональной природы, которые стимулируют синтез белка в тканях организма и увеличивают мышечную массу, ускоряя восстановление организма.

**Анаэробный механизм энергообеспечения мышечной деятельности** – механизм, обеспечивающий непрерывный синтез АТФ в течение нескольких минут (1–3 мин), когда кислород, необходимый для аэробного метаболизма, отсутствует в активных мышцах. Система анаэробного гликолиза использует для окисления только глюкозу, которую можно извлечь из накопленного гликогена или из глюкозы крови. Во время этого процесса глюкоза распадается на две молекулы пирувата.

**Антиоксиданты** – вещества, тормозящие реакции перекисного окисления мембранных липидов. Используются в практике спорта и клинике для предотвращения накопления токсичных перекисей водорода в тканях.

**Аэробный механизм энергообеспечения мышечной деятельности** – механизм, связанный с возможностью выполнения работы за счет окисления энергетических субстратов, в качестве которых могут использоваться углеводы, жиры, белки при одновременном увеличении доставки и утилизации кислорода в работающих мышцах. Осуществляется в митохондриях.

**Анаэробно-аэробный режим энергообеспечения** – работа в смешанном режиме, характеризующаяся более низким уровнем лактата в крови, чем при анаэробном режиме, и относительно некомпенсированным ацидозом.

**Биологически активные вещества** – общее название веществ, имеющих выраженную физиологическую активность. Термин объединяет вещества, оказывающие заметное стимулирующее либо подавляющее воздействие на биохимические процессы «in vivo» или «in vitro». К биологически активным веществам относятся гормоны, ферменты, биолины и др.

**Биологически активные добавки** – природные (идентичные природным) биологически активные вещества, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевых продуктов.

**Гликемический индекс** – реакция глюкозы крови на 50-граммовую порцию углеводов в продукте, выраженная в процентах к такому же количеству углеводов из стандартного или сравниваемого продукта (обычно белый хлеб или глюкоза).

**Гликоген** – полисахарид (полимер глюкозы), являющийся основным энергетическим запасом организма, в форме которого глюкоза накапливается в тканях (в основном в печени и мышцах). При недостаточном поступлении глюкозы извне или при повышенных энергетических затратах организма (например, тяжелый физический труд) гликоген превращается в глюкозу.

**Гликолиз (гликогенолиз)** – анаэробное окисление углеводов.

**Гликонеогенез** – процесс биосинтеза глюкозы и восстановления полисахаридов в тканях организма из веществ неуглеводной природы.

**Гомеостаз** – постоянство состава внутренней среды организма, относительная стабильность биохимических показателей метаболизма.

**Изотонические растворы** – растворы, имеющие при одинаковых условиях равное осмотическое давление.

**Катаболизм (диссимиляция)** – совокупность биохимических реакций, обеспечивающих распад веществ, извлечение из них энергии и выделение продуктов распада во внешнюю среду.

**Креатинфосфатная энергетическая система** – это первый энергетический резерв мышцы, действует как немедленный источник ресинтеза АТФ. Обладает наибольшей мощностью, но наименьшей емкостью (около 5 секунд). Система не требует наличия кислорода.

**Лактат (молочная кислота)** – конечный продукт анаэробного окисления углеводов – гликолиза.

**Макронутриенты** – общий термин для питательных веществ, необходимых организму в относительно больших количествах для получения энергии, — белков, жиров и углеводов.

**Метаболический эквивалент (МЭТ)** – величина, используемая для измерения мощности нагрузки на разных стадиях ступенчато изменяющегося теста. Один МЭТ скорости метаболизма в покое составляет порядка 3,5 мл O<sub>2</sub>/кг·мин. Ниже приведена формула определения МЭТ для специфического упражнения:

$$\text{МЭТ} = \frac{\text{Кислород, требуемый для упражнения}}{\text{Кислород, требуемый в покое}} \times 3,5 \text{ мл O}_2 / \text{кг} \cdot \text{мин}$$

**Метаболизм (обмен веществ)** – комплекс биохимических и физиологических процессов, которые обеспечивают поступление в организм веществ из окружающей среды, усвоение их, превращение в тканях, выведение продуктов обмена (метаболитов) из организма во внешнюю среду.

**МПК (максимальное потребление кислорода)** – основной показатель, отражающий функциональные способности сердечно-сосудистой и дыхательной систем и физическое состояние организма в целом, то есть аэробную способность. МПК – такое количество кислорода, которое организм способен усвоить (потребить) в единицу времени (берется за 1 минуту). Является основным показателем продуктивности кардиореспираторной системы. Люди, имеющие уровень максимального потребления кислорода 42 мл/мин/кг и выше, не страдают хроническими заболеваниями и имеют показатели артериального давления в пределах нормы.

**Микронутриенты** – относятся к незаменимым пищевым веществам (витамины, микроэлементы). Они абсолютно необходимы для нормального осуществления обмена веществ, роста и развития организма, защиты от болезней и вредных факторов внешней среды, надежного обеспечения всех жизненных функций.

**Пищевая ценность** – содержание углеводов, жиров и белков в 100 граммах продукта.

**Работа субмаксимальной мощности** – это работа с околопредельной для данного организма интенсивностью. Работа такой интенсивности может продолжаться не более 3–5 минут.

**Рацион питания** – суточное количество пищи, рассчитанное на одного человека.

**Суперкомпенсация (сверхвосстановление)** – восстановление энергетических источников выше дорабочего уровня в определенный период отдыха после физической работы.

**Физиологически функциональный ингредиент** – вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического или минерального происхождения в составе функционального пищевого продукта, обладающее способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, метаболических и/или поведенческих реакций организма человека при систематическом употреблении в количествах, не превышающих 50 % от суточной физиологической потребности.

**ЦТК (цикл трикарбоновых кислот, цикл Кребса, цикл лимонной кислоты)** – центральная часть общего пути катаболизма, циклический биохимический аэробный процесс, в ходе которого происходит превращение двух- и трёхуглеродных соединений, образующихся как промежуточные продукты в живых организмах при распаде углеводов, жиров и белков до CO<sub>2</sub>. При этом освобождённый водород направляется в цепь тканевого

дыхания, где в дальнейшем окисляется до воды, принимая непосредственное участие в синтезе универсального источника энергии – АТФ.

**Энергетическая ценность, или калорийность** – количество энергии, высвобождаемой в организме человека из продуктов питания в процессе пищеварения. Энергетическая ценность продукта измеряется в килокалориях (ккал) или кило-джоулях (кДж) в расчете на 100 граммов продукта.

**Эргогенные средства** – разрешенные и запрещенные средства стимуляции работоспособности и восстановительных процессов, формирования адаптационных систем организма, в том числе повышения спортивных результатов.

**Эссенциальные компоненты питания** – естественные элементы питания, обеспечивающие строение, рост и нормальное функционирование органов и систем организма.



**Способы определения необходимого количества белка**

Калорийность рациона, кДж (ккал)	Кол-во энергии за счет белков, %	Кол-во белков, г/день	Масса тела (кг)							
			40	50	60	70	80	90	100	110
			Кол-во белка на кг массы тела (г/кг в день)							
6000 (1435)	15	53	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5
	25	88	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
	35	124	3,1	2,5	2,1	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1
8000 (1915)	15	71	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
	25	118	2,9	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1
	35	165	4,1	3,3	2,7	2,4	2,1	1,8	1,6	1,5
10 000 (2392)	15	88	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
	25	147	3,7	2,9	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3
	35	206	5,1	4,1	3,4	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9
12 000 (2870)	15	106	2,6	2,1	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
	25	176	4,4	3,5	2,9	2,5	2,2	2,0	1,8	1,6
	35	247	6,2	4,9	4,1	3,5	3,1	2,7	2,5	2,2
14 000 (3350)	15	124	3,1	2,5	2,1	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1
	25	206	5,1	4,1	3,4	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9
	35	288	7,2	5,8	4,8	4,1	3,6	3,2	2,9	2,6

**Суточная потребность спортсменов в некоторых  
минеральных веществах**

Вид спорта	Минеральные вещества, мг				
	Кальций	Фосфор	Железо	Магний	Калий
Гимнастика, фигурное катание	1000-1400	1250-1750	25-35	400-700	4000-5000
Легкая атлетика: бег на короткие дистанции и прыжки	1200-2100	1500-2500	25-40	500-700	4500-5500
бег на средние и длинные ди- станции	1600-2300	2000-2800	30-45	600-800	5000-6500
бег на сверхдлинные дистанции и спортивная ходьба на 20 и 50 км	1800-2800	2200-3500	35-45	600-800	5500-7000
Плавание и водное поло	1200-2100	1500-2600	25-40	500-700	4500-5500
Борьба и бокс	2000-2400	2500-3000	20-35	500-700	5000-6000
Тяжелая атлетика, метания	2000-2400	2500-3000	20-35	500-700	4000-6500
Велоспорт: гонки на треке	1300-2300	1600-2800	25-30	500-700	4500-6000
гонки на шоссе	1800-2700	2250-3400	30-40	600-800	5000-7000
Конькобежный спорт	1200-2300	1500-2800	25-40	500-700	4500-6500
Футбол, хоккей	1200-1800	1500-2250	25-30	450-650	4500-5500
Баскетбол, волейбол	1200-1900	1500-2370	25-40	450-650	4000-6000
Лыжный спорт: короткие дистанции	1200-2300	1500-2800	25-40	500-700	4500-5500
длинные дистанции	1800-2600	2300-3250	30-45	600-800	5000-7000

## Суточная потребность спортсменов в витаминах

Вид спорта	С, мг	В <sub>1</sub> , мг	В <sub>2</sub> , мг	В <sub>3</sub> , мг	В <sub>6</sub> , мг	В <sub>9</sub> , мкг	В <sub>12</sub> , мг	РР, мг	А, мг	Е, мг
Гимнастика, фигурное катание	120-175	2,5-3,5	3,0-4,0	16	5-7	400-500	0,003-0,006	21-35	2,0-3,0	15-30
Легкая атлетика: бег на короткие дистанции и прыжки	150-200	2,8-3,6	3,6-4,2	18	5-8	400-500	0,004-0,008	30-36	2,5-3,5	22-26
бег на средние и длинные дистанции	180-250	3,0-4,0	3,6-4,8	17	6-9	500-600	0,005-0,01	32-42	3,0-3,8	25-40
бег на сверхдлинные дистанции и спортивная ходьба на 20 и 50 км	200-350	3,2-5,0	3,5-5,0	19	7-10	500-600	0,006-0,01	32-45	3,2-3,8	28-45
Плавание и водное поло	150-250	2,9-3,9	3,4-4,5	18	6-8	400-500	0,004-0,008	25-40	3,0-3,8	28-40
Борьба и бокс	175-250	2,4-4,0	3,8-5,2	20	6-10	450-600	0,004-0,009	25-45	3,0-3,8	20-30
Тяжелая атлетика, метания	175-210	2,5-4,0	4,0-5,5	20	7-10	450-600	0,004-0,009	25-35	2,8-3,8	20-35
Велоспорт: гонки на треке,	150-250	3,5-4,0	4,0-4,6	17	6-7	400-500	0,005-0,01	23-40	2,8-3,6	28-35
гонки на шоссе	200-350	4,0-4,8	4,6-5,2	19	7-10	500-600	0,005-0,01	32-45	3,0-3,8	30-45
Конькобежный спорт	150-200	3,4-3,9	3,8-4,4	18	7-9	400-550	0,004-0,01	30-40	2,5-3,5	20-40
Футбол, хоккей	180-220	3,0-3,9	3,9-4,4	18	5-8	400-500	0,004-0,008	30-35	3,0-3,6	25-30
Баскетбол, волейбол	190-240	3,0-4,2	3,8-4,8	18	6-9	450-550	0,005-0,008	30-40	3,2-3,7	25-35
Лыжный спорт: короткие дистанции,	150-210	3,4-4,4	3,8-4,6	18	7-9	450-500	0,005-0,008	30-40	3,0-3,6	20-40
длинные дистанции	200-350	3,8-4,9	4,3-5,6	19	6-9	500-600	0,006-0,01	34-45	3,0-3,8	30-45

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Значение питания в системе подготовки спортсменов .....	4
2. Общие принципы питания спортсменов. Медико-биологические и технологические требования, предъявляемые к питанию спортсменов.....	5
3. Биохимические сдвиги в организме при мышечной работе.....	9
3.1. Основные механизмы нервно-гормональной регуляции мышечной деятельности .....	10
3.2. Биохимические изменения в скелетных мышцах.....	13
3.3. Биохимические сдвиги в головном мозге.....	14
3.4. Биохимические сдвиги в миокарде .....	14
3.5. Биохимические сдвиги в печени .....	15
3.6. Биохимические сдвиги в крови .....	16
4. Особенности питания спортсменов различных видов спорта.....	18
4.1. Особенности питания представителей игровых видов спорта .....	18
4.2. Особенности питания представителей сложно-координационных видов спорта.....	22
4.3. Особенности питания представителей циклических видов спорта .....	27
4.4. Особенности питания представителей силовых и скоростно-силовых видов спорта.....	32
4.5. Особенности питания представителей единоборств.....	36
5. Современное представление о специализированных продуктах для питания спортсменов .....	43
5.1. Обоснование использования специализированных продуктов питания в спорте.....	44
5.2. Классификация специализированных продуктов для питания спортсменов .....	46
5.2.1. Высокобелковые продукты (протеины) .....	46
5.2.2. Аминокислотные препараты.....	51
5.2.3. Белково-углеводные продукты (гейнеры).....	53
5.2.4. Витаминно-минеральные комплексы .....	53
5.2.5. Углеводно-энергетические добавки (энергетики).....	56
5.2.6. Липотропные и термогенные препараты (жироксигающие комплексы) .....	57
5.2.7. Изотонические напитки.....	59
5.2.8. Средства для суставов и связок .....	61
6. Технология производства специализированных продуктов для питания спортсменов .....	63
6.1. Технология сухого смешивания .....	63
6.2. Технология таблетирования.....	67

6.3. Технология капсулирования .....	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	94
Вопросы для самопроверки.....	95
Библиографический список.....	97
Приложение 1. Термины и определения.....	99
Приложение 2. Способы определения необходимого количества белка.....	103
Приложение 3. Суточная потребность спортсменов в некоторых минеральных веществах .....	104
Приложение 4. Суточная потребность спортсменов в витаминах.....	105

Учебное издание

Токаев Энвер Саидович  
Мироедов Роман Юрьевич  
Некрасов Евгений Александрович  
Хасанов Адам Алиевич

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Учебное пособие  
для студентов специальности 260505 –  
Технология детского и функционального питания

Редактор И.А. Мырсина

Подписано в печать 17.12.10 Усл. печ. л. 6,75. Тираж 200 экз.  
Заказ . Изд. № 146  
МГУПБ. 109316. Москва, ул. Талалихина, 33.