

**Н.В. СТЕПЫЧЕВА**

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

**ЧАСТЬ 1.**

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

**Учебное пособие**



**Иваново 2012**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Ивановский государственный химико-технологический университет

**Н.В. СТЕПЫЧЕВА**

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

**ЧАСТЬ 1  
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

**Учебное пособие**

Иваново 2012

УДК 664

**Степычева, Н.В.**

Разработка функциональных продуктов питания. Ч.1. Научные основы создания продуктов функционального питания: учеб. пособие / Н.В. Степычева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2012. – 81 с. ISBN 978-5-9616-0445-0

Учебное пособие включает основные положения первой части лекционного курса по дисциплине «Разработка функциональных продуктов питания» входящей в цикл предметов специальной подготовки студентов направления 240700. В пособии изложены основные положения концепции функционального питания, основы научного подхода к созданию продуктов функционального питания, характеристика функциональных ингредиентов, технологические приемы, используемые при создании продуктов здорового питания.

Предназначено для подготовки студентов дневной и заочной форм обучения направления 240700 «Биотехнология» профиля подготовки «Пищевая биотехнология».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

**Рецензенты:**

ООО «Гарнец» г. Иваново; доктор химических наук М.Е. Ключева  
(ГБОУ ВПО Ивановская государственная медицинская академия)

ISBN 978-5-9616-0445-0

© Степычева Н.В., 2012

© Ивановский государственный химико-технологический университет, 2012

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Стремление к здоровому образу жизни набирает силу. Население высокоразвитых индустриальных стран особенно открыто ко всему, что делает людей здоровыми. На этой волне пищевая индустрия переориентируется на производство продуктов питания с новыми качествами, улучшающими здоровье. Название нового пути: функциональное питание.

Функциональное питание включает в себя продукты, свойства которых изменены при добавлении в них некоторых полезных пищевых ингредиентов. В результате такие продукты начинают приносить пользу и служат не только для удовлетворения потребностей человека в белках, жирах, углеводах, микро- и макроэлементах, но и реализуют другие цели: повышают иммунитет, улучшают работу кишечника, сердца, способствуют снижению или повышению массы тела и многое другое.

В производстве функциональных продуктов применяются, как правило, уникальные биотехнологии, позволяющие максимально сохранить и улучшить полезные природные свойства используемых при их изготовлении растительных или животных компонентов. В отличие от обычных продуктов питания, функциональная пища содержит гораздо больше жизненно важных биологически активных веществ, которые всегда хорошо сбалансированы между собой. Поэтому продукты функционального питания, имеющие несравнимо большую биологическую ценность по сравнению с традиционными продуктами, по мнению ведущих учёных, следует широко использовать для активной коррекции питания человека в XXI веке.

В будущем продукты функционального питания, несомненно, войдут в повседневную жизнь каждого человека. Это единственный способ, реально позволяющий решить глобальную проблему оптимизации питания, сохранения здоровья и продления жизни людей. Поэтому сегодня усилия учёных всего мира направлены на разработку и производство новейших функциональных продуктов, позволяющих наиболее эффективно решать эту задачу.

Целью данного учебного пособия является формирование у будущих специалистов объема базовых теоретических знаний и практических навыков в областях пищевой биотехнологии, которые позволят разработать научно обоснованные технологии создания продуктов функционального питания и организовать их промышленное производство.

В данной части пособия изложены основные положения концепции функционального питания, основы научного подхода к созданию продуктов функционального питания, дана характеристика функциональных ингредиентов, технологические приемы, используемые при производстве продуктов здорового питания.

# 1. Питание и здоровье человека

## 1.1. Факторы, влияющие на изменение состояния здоровья населения

В ряду глобальных проблем нового века наиболее серьезными и острыми будут энергетика, питание, питьевая вода и здоровье населения.

Здоровье – самое ценное достояние человека, так как определяет его работоспособность в современном обществе и, соответственно, уровень жизни и благополучия. "Здоровье – это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических недугов" (Устав Всемирной организации здравоохранения).

Две группы факторов играют сегодня ведущую роль в изменении состояния здоровья населения: образ жизни и состояние окружающей среды (рис.1).



Рис.1. Основные факторы, влияющие на состояние здоровья населения

Первая группа факторов – образ жизни современного человека. К негативным последствиям современного образа жизни относят стресс, гиподинамию и ожирение, нарушение структуры питания, аутопатогению (склонность к вредным привычкам) и добровольную хроническую депривацию сна.

По данным Роберта Элиота, руководителя Института медицины стресса (США), значительная и все возрастающая часть человечества живет в условиях так называемого СНС-фактора (сомнение, неопределенность, страх), что и является основной причиной длительных, хронических психоэмоциональных стрессов и дистрессов (третья стадия стресса – стадия истощения резервных возможностей разных систем – нервной, эндокринной, иммунной и др.).



Именно третья стадия стресса может служить пусковым механизмом различных хронических заболеваний.

Многие факторы цивилизации (многочасовая работа за компьютером, езда в автомобиле, авиационные перелеты) привели к беспрецедентному распространению гиподинамии, что стало прямой причиной эпидемии ожирения, охватившей наше общество. В крупнейших федеральных округах России от 20 до 23 % взрослого населения имеет индекс массы тела более 30 при норме 20...25.

Проблема не ограничивается взрослыми, около 12 % детей в возрасте от 7 до 10 лет подвержены той или иной степени ожирения. Ожирение – не только проблема лишнего веса, с ним связаны серьезные расстройства здоровья, такие как диабет, заболевание сердца и суставов и др. Статистика показывает, что люди, имеющие избыточную массу тела, раньше стареют и меньше живут. Подсчитано, что при ожирении II степени продолжительность жизни короче в среднем на 5 лет, а при ожирении III степени в среднем на 10...15 лет короче, чем у лиц с нормальной массой тела.

Все большее содержание в продуктах питания пищевых добавок искусственного происхождения (более 5000 наименований) повлияло на качественный состав потребляемой человеком пищи, что, в свою очередь, привело к появлению новых и значительному увеличению числа старых известных заболеваний, связанных с питанием.

Вторая группа факторов – состояние окружающей среды. В перечень агентов окружающей среды, разрушающих здоровье человека входят: загрязнение окружающей среды солями тяжелых металлов, выхлопными газами автомобилей, радиоактивное загрязнение, вредные вещества питьевой воды, пищевых продуктов и т.д.

Современный человек живет в среде обитания, в значительной мере сформированной им самим, причем эта среда враждебна биологической сущности человека. По данным президента Международного независимого эколого-политологического университета В. Данилова-Данильяна в России 40 % населения живет в городах, где загрязнение воздуха превышает допустимые нормы. Загрязнение воздуха выше предельно допустимой концентрации (ПДК) наблюдается более чем в 200 городах с общим населением свыше 60 млн человек. Случаи пятикратного превышения ПДК отмечены более чем в 120 городах.

По данным американских исследователей 80 % почв США не могут в настоящее время удовлетворять потребностям сельскохозяйственных культур в минералах и их комплексах. Например, если в начале XX века в 100 г шпината содержалось 157 мг железа, в 1968 г. – 27 мг, 1979 г. – 12 мг, то в настоящее время менее 2 мг.

Для удовлетворения суточной потребности взрослого россиянина в железе в Брянской области, перед первой мировой войной, достаточно было съесть два крупных яблока. В настоящее время даже употребление 1 кг яблок не восполнит суточной потребности в этом минерале.

Таким образом, в настоящее время причиной многих заболеваний выступают не классические возбудители – вирусы, грибы, бактерии и их токсины, а стиль и условия жизни современного человека. Поэтому данная группа заболеваний получила название неинфекционных, или болезней цивилизации. К ним относят: ожирение, диабет, гипертонию, атеросклероз, онкологические заболевания, психическую возрастную депрессию, аутоиммунные заболевания. По оценкам экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) на неинфекционные болезни приходится 60 % из 58 млн. случаев смерти ежегодно.

К основным факторам риска возникновения и развития болезней цивилизации относится неправильное или недостаточное питание, что было документально подтверждено в 2004 году на пятьдесят седьмой сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения принятием документа, названного "Глобальная стратегия ВОЗ по питанию, физической активности и здоровью". Этот документ официально включает рацион питания (наряду с низкой физической активностью) в число факторов риска неинфекционных заболеваний. Поэтому питание рассматривается как важнейший показатель качества жизни населения, связанный со здоровьем и в значительной степени определяющий физическое и психологическое состояние человека.

## **1.2. Проблемы современного питания**

Из двух групп описанных выше факторов (образ жизни и состояние окружающей среды), оказывающих влияние на адаптационные процессы организма и приводящих к возникновению и развитию неинфекционных болезней современного человека, предмету данного курса лекций более всего близка проблема структуры питания человека.

За 2,5 тыс. лет, с тех самых пор как Гиппократ произнес: "Пусть ваша еда будет для вас лекарством, а лекарство – едой", человечество на различных этапах эволюции неоднократно возвращалось к этой формуле. Сегодня оно, остро ощутившее на себе все негативные последствия технического прогресса, вновь переживает такой эволюционный возврат.

Современное отношение к питанию – это итог многовековых наблюдений, исследований, анализа, обобщений в совокупности и породивших осмысленную научную теорию питания с новым пониманием формулы Гиппократа. Собственно прогресс в пищевой индустрии и стал основным побудительным фактором "возврата в прошлое".

Уравнение "здоровье есть функция питания" является базовым для современной пищевой науки. Сегодня уже не только у специалистов, но у обычных потребителей не вызывает сомнений тот факт, что здоровье человека непосредственно связано с пищей, которую он ежедневно потребляет.

В настоящее время на мировом продовольственном рынке циркулируют более 100 000 различных продуктов питания. Каждый человек, как рассчитали ученые, съедает за свою жизнь около 60 тонн продуктов, и, вне всякого сомнения, пища вносит существенный вклад в состояние здоровья, который в несколько раз превышает влияние лекарственных препаратов. "Человек рождается здоровым, все болезни приходят к нему с пищей" (Гиппократ).

В 1985 году зарубежные исследователи S.V. Eaton, M.Konner высказали гипотезу, что рост болезней цивилизации во второй половине XX века обусловлен тем, что гены современного человека, адаптированные в течение почти миллиона лет эволюции к жизненным устоям и пище древних предшественников, оказались недостаточно устойчивыми к резким изменениям жизни человека за последние 100...200 лет.

Какие же существенные изменения произошли в составе и структуре питания населения за последние 200 лет?

- ✓ Употребление рафинированного сахара в популяции человека увеличилось с нуля в середине XVIII века до 45 кг на душу населения к концу XX века. Сахар дает человеку столько калорий, сколько ему надо бы было съесть, если бы он трижды в неделю на протяжении года пробегал марафонскую дистанцию. Так как образ жизни современного человека характеризуется малой подвижностью и снижением физического труда, то это приводит к нарушению функции поджелудочной железы, повышенному выбросу инсулина и как следствие к развитию сахарного диабета, сердечно-сосудистых нарушений, ожирению.
- ✓ Наши предки употребляли в 2 раза больше минеральных солей, в 4...10 раз пищевых волокон, в 10 раз антиоксидантов.
- ✓ Предки для сохранности продуктов использовали естественные способы консервирования: высушивание или природную ферментацию. В результате ферментации многие продукты обогащались миллиардами молочнокислых бактерий, которые, попав в пищеварительный тракт, вносили существенный вклад в поддержание здоровья. Из-за внедрения термической обработки, консервантов, антибиотиков сроки размножения нормальной микрофлоры в пищеварительном тракте резко возросли.

Нарушение структуры питания, наряду с недоступностью качественного медицинского обслуживания и особенностями образа жизни, привело к следующим результатам:

- ✓ Снизилась продолжительность жизни россиян. За 1991-2002 гг. этот показатель сократился на 4 года и в настоящее время составляет в среднем 58,5 лет для мужчин и 72 года для женщин.
- ✓ В России наблюдается самый высокий в Европе уровень смертности (в 1,5 раза выше, чем в других экономически развитых странах). Ежегодные показатели естественной убыли населения в нашей стране составили в 2002 году 6,5 на 1000 человек, против 1 в Германии, 0,8 в Италии, 0,7 в Швеции. С 1992 года наблюдается депопуляция жителей



России, при которой превышение числа умерших над числом родившихся достигло к концу десятилетия почти 1 млн человек.

- ✓ Прослеживается стойкая тенденция к росту заболеваемости детского населения. В настоящее время лишь 15 % детей практически здоровы, 50 % имеют отклонения в здоровье, 35 % хронически больны. Доля здоровых детей к концу обучения в школе не превышает 20...25 %.
- ✓ По уровню жизни в соответствии с "индексом развития человеческого потенциала" (методика ООН), в котором питание имеет важнейшее значение, наша страна опустилась за последние десять лет с 7 на 65 место в мире (из 169 государств).

Для поддержания здоровья, работоспособности и долголетия человека очень важно соблюдать три основных принципа рационального питания (рис.2).



Рис.2. Принципы рационального питания

При современном малоподвижном образе жизни большинству жителей города требуется гораздо меньше энергии. Рекомендуемое суточное потребление энергии сейчас составляет для женщин около 1900 ккал, а для мужчин 2400 ккал. Для сравнения в 70-х годах прошлого века рекомендуемое суточное потребление энергии составляло для мужчин 3000...3200 ккал (в зависимости от условий и типа труда), для женщин до 2800 ккал. Среди последствий такой ситуации – развитие и распространение различных нарушений обмена веществ, в том числе ожирение.

Результаты мониторинга состояния питания показывают, что структура питания населения России характеризуется продолжающимся снижением потребления наиболее ценных в биологическом отношении пищевых продуктов, таких как мясные и молочные продукты, яйца, рыбопродукты, растительные масла, фрукты и овощи, при существенном увеличении потребления хлеба и хлебопродуктов, картофеля. Так, потребление населением страны мяса и мясопродуктов составляет около 50 кг в год (при норме 74...80 кг), молока и молокопродуктов 200 кг (норма 390 кг), яиц 200 шт. (норма

291 шт.), рыбы и рыбопродуктов 7 кг (норма 23,7 кг), масла растительного 8 кг (норма 13 кг), фруктов и ягод 27 кг (норма 80 кг).

Уровень потребления основных продуктов питания в стране значительно уступает рекомендуемым рациональным нормам по общей энергетической ценности и структуре рациона. В результате среднесуточное потребление белков в расчете на одного человека составляет 61 г, при физиологической потребности в белке от 65 до 117 г для мужчин и от 58 до 87 г для женщин; жиров 73 г, при физиологической потребности в жирах от 70 до 154 г для мужчин и от 60 до 102 г для женщин; углеводов 335 г при физиологической потребности в усвояемых углеводах для взрослого человека от 257 до 586 г.

Как следствие сложившейся структуры питания на первый план выходят следующие нарушения пищевого рациона: дефицит животных белков, достигающий 15...20 % от рекомендуемых величин; недостаток полиненасыщенных жирных кислот на фоне избыточного поступления насыщенных жирных кислот. Дефицит микронутриентов затрагивает все слои населения: у 40...100 % населения России определяется дефицит витамина С, у 20...70 % дефицит  $\beta$ -каротина и витамина А, почти у 40...80 % витаминов группы В, повсеместный недостаток йода, у 10...30 % недостаток железа, кальция, в ряде регионов недостаток фтора и селена.

Дефицит времени для большинства людей стал причиной нарушения ритмичного поступления в организм питательных веществ, привел к качественному и количественному нарушению режима и рациона питания и, как следствие, к нарушению здоровья.

Кроме того, установлена прямая взаимосвязь между отдельными пищевыми ингредиентами и здоровьем человека. "Злоупотребление" продуктами, содержащими "вредные" ингредиенты, может способствовать возникновению заболеваний. К ингредиентам, входящим в число факторов риска относятся: для сердечно-сосудистых заболеваний – холестерин, диабета – глюкоза, инсульта – поваренная соль и насыщенные жирные кислоты, для онкологических заболеваний – нитрозамины и полициклические углеводороды, содержащиеся в копченостях, и т.д.

Наряду с факторами риска существуют и "здоровые" ингредиенты пищи. Сердечно-сосудистым заболеваниям противостоят витамины-антиоксиданты С и Е, каротиноиды, флавоноиды, пищевые волокна; раку желудка – витамин С, раку легких –  $\beta$ -каротин, остеопорозу – кальций, витамины К, С, В<sub>6</sub> и элемент бор. Причем можно заметить, что некоторые ингредиенты эффективны для противостояния сразу нескольким заболеваниям (табл.1).

## Пищевые ингредиенты с защитными функциями

Факторы риска	Возрастные заболевания	Пищевые ингредиенты с защитными функциями
Курение, повышенное содержание холестерина, низкий уровень антиоксидантов – витаминов Е и С в пище	Сердечно-сосудистые заболевания	Линолевая кислота, омега-3-жирные кислоты, витамины-антиоксиданты, флавоноиды, пищевые волокна, минеральные вещества
Потребление сверхжирной пищи, недостаточное количество фруктов и овощей (витаминов, пищевых волокон), избыточное количество вяленого, солёного, копчёного мяса, содержащее нитрозамины, ациклические углеводороды	Рак	Витамин С, β-каротин, пищевые волокна, фитоэлементы, витамин D, кальций
Наследственность, избыточный вес, вирусная инфекция, потребление избыточного количества сахара, молочных белков	Сахарный диабет	Пищевые волокна, витамин D, хром
Повышенное давление, избыточное количество поваренной соли, насыщенных кислот в пище	Инсульт	Витамин Е, омега-3-жирные кислоты, витамин А, флавоноиды, хиноны
Солнечная радиация, плохая экология, диабет, галактоземические расстройства, потребление некоторых лекарств	Катаракта	Витамин С, Каротиноиды, витамины группы В
Недостаток физической активности, пониженное содержание эстрогена, кальция в организме	Остеопороз	Витамины С, В <sub>6</sub> , D, К, кальций, фосфор, бор, магний
Свободные радикалы, алюминий, пестициды, потребление некоторых лекарств	Болезни мозга и нервной системы, в том числе Паркинсона	Витамины-антиоксиданты
Избыточное потребление высококалорийной пищи, нарушение оптимального соотношения нутриентов	Ожирение	Пищевые волокна, Витамины, минеральные вещества

Выявление все новых данных о взаимосвязи отдельных пищевых ингредиентов и здоровья человека, обобщение и анализ результатов различных исследований привели к появлению новых направлений в науке о питании.

### 1.3. Теории питания

В настоящее время появилось много научных направлений по разработке теории питания. Правильнее их называть не теория сбалансированного питания, теория адекватного питания, а научные основы, соответственно, сбалансированного и адекватного питания. Для выбора своей методики питания важно знать ее сильные и слабые стороны. В каждой из приведенных концепций есть рациональное зерно. По мнению многих специалистов-диетологов идея сбалансированного питания легла в основу всех современных научно-обоснованных концепций питания. Рассмотрим некоторые из них.

**Концепция рационального питания.** В основе данной концепции лежат два закона: первый – соответствие энергозатрат энергопотреблению, второй – обязательность потребления основных питательных веществ (белков, жиров, углеводов) в физиологически необходимых соотношениях, что позволяет удовлетворить потребности человека в незаменимых компонентах питания. Нарушение любого из этих положений (недостаточное или избыточное потребление пищи или отдельных компонентов питания) неизбежно приводит к отрицательным изменениям пищевого статуса и, как следствие, – к алиментарно-зависимым заболеваниям.

Концепция рационального питания была сформулирована проф. М.Н. Шатерниковым. В основу данной концепции лег принцип калорийности, который был впервые выдвинут в 1930 г. американскими врачами Л. Ньюбургом и М. Джонстоном.

**Теория сбалансированного питания** преобладала в диетологии до последнего времени. Согласно этой теории, предпочтительным считается питание, при котором приток питательных веществ в организм соответствует их расходу. Сбалансированное питание – это учет всего комплекса факторов питания, их взаимосвязи в обменных процессах, а также индивидуальности ферментных систем и химических превращений в организме. Обмен веществ у человека определяется уровнем концентрации аминокислот, моносахаридов, жирных кислот, витаминов и минеральных веществ, следовательно, можно создать так называемые элементы диеты.

Концепция сбалансированного питания была научно обоснована в 1964 г. академиком А.А. Покровским. На основе данной концепции были разработаны рационы питания для различных групп населения с учетом физических нагрузок, климатических и других условий. Главным итогом данной работы было установление корреляционной зависимости между усвоением пищи и степенью сбалансированности ее химического состава.

**Теория адекватного питания** расширила представления о компонентном составе рациона питания. Основные ее положения эквивалентны теории сбалансированного питания и подкрепляют последнюю лишь результатами расшифровки некоторых механизмов усвоения пищевых веществ. Питательные вещества образуются из пищи при ферментативном расщеплении ее макромолекул за счет полостного и мембранного пищеварения, а также формирования в кишечнике новых химических компонентов, в том числе и

незаменимых. Питание обусловлено не одним потоком полезных веществ из желудочно-кишечного тракта во внутреннюю среду организма, а несколькими потоками питательных и регуляторных веществ.

Необходимыми компонентами пищи являются не только полезные, но и балластные вещества (пищевые волокна). Значительная роль в процессах пищеварения и всасывания питательных веществ принадлежит симбиотической микрофлоре – важному функциональному элементу внутренней среды человеческого организма. В разработку теории адекватного питания существенный вклад внес академик А.М. Уголев.

Практической реализацией теории адекватного питания являются законы рационального приема пищи:

- необходимо соблюдать равновесие между поступающей с пищей энергией (калорийностью пищи) и энергетическими затратами организма;
- желательно придерживаться сбалансированности между поступающими в организм белками, жирами, углеводами, витаминами, минеральными и балластными веществами;
- целесообразно соблюдать режим питания – регулярность и оптимальное распределение пищи в течение дня;
- следовать в питании возрастным потребностям организма и двигательной активности, учитывать профилактическую направленность рациона питания.

**Концепция оптимального питания** не является самостоятельной в строгом смысле этого слова. Ее название использовали, как правило, в научно-популярной литературе при обосновании важности индивидуализации питания. Большой вклад в оптимизацию индивидуального питания внес академик А.А. Покровский, который разработал прибор, позволяющий сравнительно просто рассчитать ориентировочные потребности каждого человека в основных пищевых веществах и энергии, исходя из так называемой идеальной массы тела, пола, возраста, характера труда и других показателей. Полученные данные могут стать ориентиром для разработки конкретной диеты с учетом стереотипов питания, ассортимента доступной пищевой продукции, избранного режима питания и т.д. В основе современных представлений о здоровом питании должна лежать концепция оптимального питания, предусматривающая необходимость полного обеспечения потребностей организма не только в энергии, эссенциальных макро- и микронутриентах, но и в целом ряде необходимых минорных непищевых биологически активных компонентов пищи, перечень и значение которых нельзя считать окончательно установленными.

**Вегетарианство** относится к наиболее древним альтернативным теориям питания, исключая или ограничивающим потребление продуктов животного происхождения. Термин "вегетарианство" происходит от латинского "vegetarius" – растительный. Различают чистое, или строгое, вегетарианство и нестрогое вегетарианство. Сторонники строгого вегетарианства исключают из пищевого рациона не только мясо и рыбу, но и молоко, яйца, икру. Нестрогое

вегетарианство допускает употребление молока, яиц, т.е. продуктов живых животных.

В последние два-три десятилетия диетологи начали уделять серьезное внимание диете, ориентированной больше на растительную пищу, считая ее не только приемлемой, но и более полезной для здоровья. При такой диете реже наблюдаются поражения сердечно-сосудистой системы, ниже уровень холестерина в крови, уровень артериального давления и, соответственно, меньше случаев гипертонической болезни. Достоинством вегетарианства по сравнению с обычным питанием является уменьшение риска заболевания атеросклерозом. Реже отмечаются опухолевые заболевания кишечника. Улучшаются отток желчи и функция печени. Наблюдаются и другие положительные эффекты.

При питании исключительно растительной пищей, т.е. при строгом вегетарианстве, возникают значительные трудности в достаточном обеспечении организма некоторыми витаминами. При соблюдении принципов строгого вегетарианства необходимо потреблять чрезмерный объем растительной пищи в соответствии с потребностями организма в энергии. При длительном строгом вегетарианстве возникает перегрузка деятельности пищеварительной системы большим количеством пищи, что обуславливает высокую вероятность возникновения дисбактериоза, гиповитаминоза и белковой недостаточности.

**Концепция питания предков.** В основе концепции лежат особенности питания древнего человека. Последователи этого направления подразделяются на "сыроедов" и "сухоедов".

"Сыроеды" исключают термическую или другие виды обработки пищи, объясняя это сохранением пищевой ценности продуктов, более эффективным воздействием питания на организм здорового и больного человека. Естественно, что потребление экологически чистых овощей, фруктов и зелени полезно и необходимо, тогда как потребление сырого мяса, рыбы, других продуктов небезопасно, так как не исключается возможность заражения кишечной инфекцией (например, сальмонеллезом). Некоторые пищевые продукты, подвергнутые кулинарной обработке, более эффективно усваиваются организмом человека (например, яйца).

"Сухоеды" предпочитают сушеные продукты, тем самым исключая из рациона одно из самых необходимых веществ – воду. С этих позиций длительное сухоедение не выдерживает никакой критики.

Сыроедение и сухоедение в течение короткого срока используется в современной медицине при лечении определенных заболеваний.

Концепция питания предков не отвечает основным принципам рационального и сбалансированного питания, противоречит самой природе человека с его биохимической и психологической индивидуальностью, привычками и наклонностями.

**Концепция дифференцированного питания (по группам крови)** основана на наиболее современных данных о составе пищевых продуктов и на биологическом генотипе человека.

Основателем методики питания по группам крови является американский врач Питер д'Адамо. Согласно его теории, генетический код человека связан с эффективностью усвоения пищи.

Сторонники этой концепции рассматривают состав продуктов и индивидуальные особенности обмена в качестве основных условий, определяющих рацион питания, в то время как сторонники традиционного питания учитывают только состав продуктов. У каждого человека должен быть свой тип питания, свои методы борьбы с лишним весом, основанные на диетах, которые передали нам далекие предки вместе с группой крови. Исключение из рациона веществ, несовместимых с кровью определенной группы, уменьшает зашлакованность организма, улучшает работу внутренних органов, способствует похудению. Потребление же "чужеродных" продуктов приводит к зашлакованности организма и быстрому росту жировых отложений.

Успех дифференцированного питания может зависеть только от методов оценки пищевого статуса во взаимосвязи с особенностями обмена веществ и факторами окружающей среды. К сожалению, эффективных методов оценки до настоящего времени не разработано.

**Концепция раздельного питания** строго регламентирует совместимость и несовместимость пищевых продуктов. Согласно этой концепции, нельзя одновременно потреблять белки и углеводы (мясо, рыбу, молоко – с хлебом, крупами, кашами и т.д.). Ее основатель – американский диетолог Герберт Шелтон объясняет это особенностями пищеварения в желудке. В частности, белки перевариваются под воздействием ферментов только в кислой среде в нижнем отделе желудка, а крахмалы – в верхних его частях под воздействием ферментов слюны в щелочной среде. В кислой среде желудка активность ферментов слюны угнетается, и переваривание крахмала прекращается. Автор не принимает во внимание другие стороны физиологии и биохимии пищеварения. Основной процесс пищеварения происходит не в желудке, а в кишечнике, состав ферментов пищеварительного сока обеспечивает переваривание многокомпонентной пищи. В природе не существует пищевых продуктов, состоящих только из белков, жиров или углеводов, как правило, они содержат множество питательных веществ.

**Концепция макробиотического питания.** Эта система питания известна издревле. Её до сих пор используют в монастырях дзен-буддизма в Японии, где она называется "сводзин риори" – "кухня, которая улучшает суждения". Современную концепцию макробиотики ("макробиот" в переводе с греческого означает "долгожитель") разработал японский военный врач Сагэн Итидзука. В 1897 году он опубликовал свой большой труд "Химическая теория питания и долголетия". В 1908 году группа его последователей организовала "Общество лечения пищей", которое можно было назвать первой макробиотической организацией. На Западе макробиотика стала распространяться в середине 60-х годов. В основу современной макробиотики положена система восточной философии, которая опирается на принципы равновесия Ян и Инь. Согласно данной концепции здоровье обеспечивается

гармонией между базовыми энергиями Вселенной. Все болезни, как и все продукты, макробиотики делят условно на Ян и Инь. Инь-заболевания рекомендуется лечить Ян-пищей и наоборот. Употребляя в пищу соответственно Инь- или Ян-продукты, можно поддерживать в организме динамическое равновесие этих энергий.

**Концепция функционального питания.** Концепция функционального питания стала разрабатываться в последние три десятилетия в связи с получением новых данных в области метаболических аспектов фармакологии и токсикологии пищи. По мере расшифровки химического состава продовольственного сырья и пищевых продуктов и выявления корреляционных зависимостей между содержанием в них отдельных микронутриентов и биологически активных веществ и состоянием здоровья населения был сформулирован новый взгляд на пищу как на средство профилактики и лечения некоторых заболеваний. Все продукты позитивного (функционального) питания должны содержать ингредиенты, придающие им функциональные свойства. Согласно теории Д. Поттера, на сегодняшнем этапе эффективно используются 7 основных видов функциональных ингредиентов: пищевые волокна, витамины, антиоксиданты, минеральные вещества, бифидобактерии, полиненасыщенные жирные кислоты, олигосахариды, как субстрат для полезных бактерий. На основании изложенного была сформулирована концепция функционального питания, принципы которой и будут изложены в данном учебном пособии.

#### **1.4. Основы физиологии пищеварения и обмена веществ**

Пищеварительная система – совокупность органов, обеспечивающих усвоение организмом питательных веществ, необходимых ему в качестве источника энергии для обновления клеток и роста. Различают полостное и мембранное пищеварение. Полостное осуществляется в полости рта, желудка, тонкого и толстого кишечника. Мембранное – на уровне поверхности мембраны клетки и межклеточного пространства, характерного для тонкого кишечника. Поступающие с пищей белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества не могут быть усвоены организмом, его тканями и клетками в неизменном виде. Сложные пищевые вещества расщепляются ферментами-гидролазами, выделяющимися в полость пищеварительного тракта в определенных участках. В процессе пищеварения из высокомолекулярных соединений они постепенно превращаются в низкомолекулярные, растворимые в воде. Белки расщепляются протеазами до аминокислот, жиры – липазами до глицерина и жирных кислот, углеводы – амилазами до моносахаридов. Все эти вещества всасываются в пищеварительном тракте и поступают в кровь и лимфу, т. е. в жидкие среды организма, откуда они извлекаются клетками тканей. Конечные продукты пищеварения, которые всасываются в кровь, – это простые сахара, аминокислоты, жирные кислоты и глицерин. Витамины, макро- и микроэлементы в пищеварительной системе могут освобождаться из



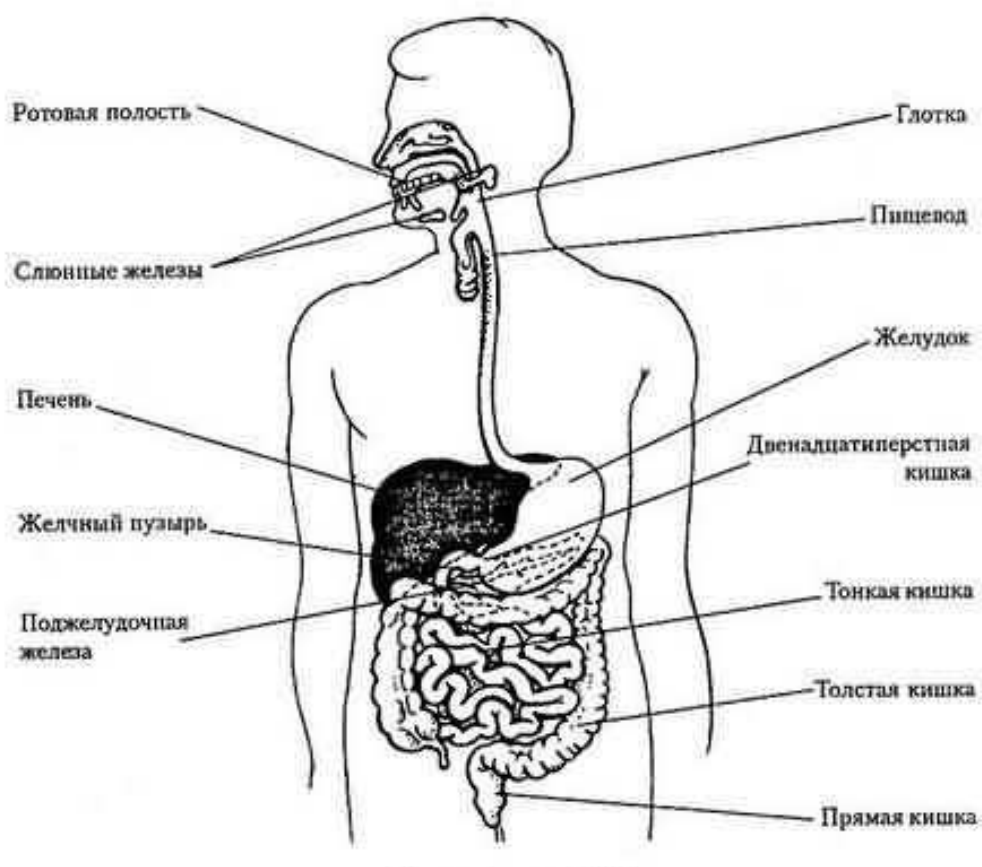


Рис.3. Схема пищеварительной системы

связанного состояния, в котором они находятся в пищевых продуктах, но сами молекулы не расщепляются.

Пищеварительная система состоит из нескольких частей: это ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкая, толстая и прямая кишка (рис.3).

**Пищеварение во рту.** Пищеварение начинается во рту с измельчения пищи, увлажнения ее слюной (за сутки образуется 0,5...2 л), взаимодействия ее с микроорганизмами полости рта и первичной метаболизации и трансформации ферментами (амилазами, протеазами, липазами, фосфатазами) микробного и клеточного происхождения. В слюне содержится фермент амилаза, который расщепляет крахмал до простых сахаров. Белки и жиры не расщепляются во рту. Средняя продолжительность пребывания пищи в полости рта 15...20 с. Далее пищевой комок (обычно объемом 5...15 см<sup>3</sup>) продвигается в желудок. Средняя продолжительность времени прохождения пищевого комка через пищевод составляет 2...9 с и зависит от плотности пищи. Пищеварительный тракт обеспечен специальными клапанами для предотвращения обратного тока, а также для разграниченного воздействия пищеварительных ферментов.

**Пищеварение в желудке.** Желудок – самая широкая часть пищеварительного тракта, он способен увеличиваться в размерах и вмещать большое количество пищи. Благодаря ритмическому сокращению мышц стенок желудка пища тщательно смешивается с кислым желудочным соком.

Пищевой комок, попав в желудок, пребывает в нем в течение 3...5 ч и подвергается механической и химической обработке. Пища подвергается воздействию желудочного сока (за сутки выделяется 2...2,5 л) и присутствующих в нем соляной кислоты (обеспечивает кислую среду в желудке), пепсина (переваривает белки) и других кислых протеаз типа ренина (химозина).

Пепсиногены (предшественники пепсина) делятся на две группы. Первая после активации соляной кислотой и превращения в пепсины гидролизует определенные типы белков с образованием крупных пептидов при рН 1,5...2,0. Вторая фракция после активации соляной кислотой превращается в гастриксин, гидролизующий белки пищи при рН 3,2...3,5.

Ферменты желудочного сока переваривают белки до низкомолекулярных пептидов и аминокислот. Переваривание углеводов, начавшееся во рту, в желудке приостанавливается, т.к. в кислой среде амилаза теряет свою активность. Желудочный сок содержит липазу, расщепляющую жиры. В желудке большую роль играет соляная кислота желудочного сока. Она повышает активность ферментов, вызывает денатурацию и набухание белков, оказывает бактерицидное действие.

В норме кислотность желудочного сока колеблется в пределах рН от 1,6 до 1,8. Отклонение от нормы используется в диагностике язвы желудка, анемии, опухолей.

Пища, богатая углеводами, находится в желудке около 2 ч, эвакуируется быстрее, чем белковая или жировая, которая задерживается в желудке на 8...10 ч. Перемешанная с желудочным соком и частично переваренная пища небольшими порциями, через определенные промежутки времени, когда ее консистенция становится жидкой или полужидкой, переходит в тонкий кишечник.

**Пищеварение в тонком кишечнике.** Длина тонкого кишечника у взрослого человека достигает 6,5 м. Кишечный сок в этом отделе пищеварительного тракта имеет щелочную среду за счет поступления в тонкий кишечник желчи, сока поджелудочной железы и выделений стенок кишечника. У некоторых лиц отмечается недостаточность фермента лактазы, гидролизующего молочный сахар (лактозу), с чем связана неусвояемость цельного молока. Всего в кишечном соке присутствует более 20 ферментов (энтерокиназа, пептидазы, фосфатазы, нуклеазы, липаза, амилаза, лактаза, сахараза и др.).

Тонкий кишечник имеет три переходящих друг в друга отдела – двенадцатиперстную кишку, тощую и подвздошную кишки. В двенадцатиперстную кишку выделяется желчь, которая образуется в печени. Здесь пища подвергается действию поджелудочного сока и желчи. Выделяемый поджелудочной железой сок представляет собой прозрачную жидкость с рН 7,8...8,4. Поджелудочный (панкреатический) сок содержит ферменты, расщепляющие белки и полипептиды: трипсин, химотрипсин, эластазу, карбоксипептидазы и аминопептидазы. Также присутствуют: липаза,

расщепляющая жиры; амилаза, заканчивающая полное расщепление крахмала до дисахарида – мальтозы; рибонуклеаза и дезоксирибонуклеаза, расщепляющие рибонуклеиновые и дезоксирибонуклеиновые кислоты. Секретция поджелудочного сока в зависимости от состава пищи продолжается 6...14 ч, она наиболее длительна при приеме жирной пищи.

Важную роль в процессе пищеварения играет печень, где происходит образование желчи (в сутки 0,5...1,5 л). Желчь способствует эмульгированию жиров, всасыванию триглицеридов, активирует липазу, стимулирует перистальтику, инактивирует пепсин в двенадцатиперстной кишке, оказывает бактерицидное и бактериостатическое действие, усиливает гидролиз и всасывание белков и углеводов.

Желчь не содержит пищеварительных ферментов, но необходима для растворения и всасывания жиров и жирорастворимых витаминов. При недостаточной выработке желчи или ее выделении в кишечник нарушаются пищеварение и всасывание жиров и увеличивается их выделение в неизменном виде с калом.

Окончательное переваривание углеводов, остатков белков, жиров происходит в тощей и подвздошной кишках при помощи ферментов, которые вырабатываются клетками слизистой оболочки самой кишки. Выросты стенки тонкого кишечника покрыты энтероцитами – ворсинками. Через множество ворсинок с его поверхности продукты расщепления белков и углеводов поступают в кровь, а продукты расщепления жиров – в лимфу. Благодаря большому количеству особых складок и ворсинок общая всасывающая поверхность кишечника составляет около 500 м<sup>2</sup>.

В тонком кишечнике происходит всасывание основной массы простых химических фрагментов пищи.

**Пищеварение в толстом кишечнике.** Непереваренные остатки пищи далее поступают в толстый кишечник, в котором они могут находиться от 10 до 15 ч. В этом отделе пищеварительного тракта осуществляются процессы всасывания воды и микробной метаболизации питательных веществ.

Длина толстого кишечника у взрослого человека в среднем 1,5 м. Он состоит из трех частей – слепой, поперечно-ободочной и прямой кишки.

В толстом кишечнике преобладают процессы обратного всасывания. В нем всасываются глюкоза, витамины и аминокислоты, вырабатываемые бактериями кишечной полости.

Важную роль в процессах пищеварения играют балластные вещества пищи. К ним относятся неперевариваемые биохимические компоненты: клетчатка, гемицеллюлоза, лигнин, камеди, смолы, воски.

Устойчивый к действию протеолитических ферментов белок коллаген выполняет в процессах пищеварения сходные с пищевыми волокнами физиологические функции. Такими же свойствами обладают и не гидролизуемые в кишечнике мукополисахариды, содержащиеся в межклеточном веществе животных тканей. Наибольшее количество этих

структурных полисахаридов находится в соединительной ткани, легких и крови.

Пища, содержащая балластные компоненты, обеспечивает формирование гелеобразных структур, что играет существенную роль в контроле опорожнения желудка. Структурирование пищи влияет на скорость всасывания в тонкой кишке и продолжительность транзита через желудочно-кишечный тракт.

Пищевые волокна и продукты термогидролиза коллагена обладают способностью удерживать большое количество воды, что существенно влияет на давление, массу и электролитный состав фекалий, способствуя формированию мягких фекалий. Пищевые волокна и неперевариваемые соединительнотканые белки входят в число основных компонентов, составляющих среду, в которой обитают полезные кишечные бактерии.

Пищевые волокна и элементы соединительной ткани имеют большое значение для электролитного обмена в желудочно-кишечном тракте. Это связано с тем, что коллаген, как и полисахариды, обладает катионообменными свойствами и способствует выведению из организма различных вредных соединений.

Пищевые балластные вещества в питании людей снижают риск развития опухолевых заболеваний, язвенной болезни, заболеваний двенадцатиперстной кишки, диабета, сердечно-сосудистых заболеваний, оказывают благотворное влияние на организм людей с избыточной массой тела, страдающих атеросклерозом, гипертонией и другими заболеваниями.

Пищевые волокна, не расщепленные ферментами желудочно-кишечного тракта, частично разрушаются под влиянием микрофлоры. В толстой кишке формируются каловые массы, состоящие из непереваренных остатков пищи, слизи, отмерших клеток слизистой оболочки и микробов, которые непрерывно размножаются в кишечнике, вызывая процессы брожения и газообразования.

Общая масса кишечной микрофлоры человека составляет 1,5...2,0 кг. В состав флоры содержимого толстого кишечника входят анаэробные виды микроорганизмов: бифидобактерии ( $10^8 \dots 10^{10}$  КОЕ/г у взрослых,  $10^9 \dots 10^{10}$  КОЕ/г у детей), бактероиды ( $10^9 \dots 10^{10}$  КОЕ/г у взрослых,  $10^6 \dots 10^8$  КОЕ/г у детей), лактобактерии ( $10^6 \dots 10^7$  КОЕ/г у взрослых,  $10^6 \dots 10^8$  КОЕ/г у детей), пептострептококки, клостридии, что составляет до 99 % всего состава. Около 1 % микрофлоры толстого кишечника представлены аэробами: кишечной палочкой, энтеробактериями, энтерококками, стафилококками, дрожжеподобными грибами. Количество каждого вида колеблется в пределах  $10^4 \dots 10^8$  КОЕ/г.

**Всасывание пищевых веществ.** Всасывание – это прохождение пищевых веществ из полости пищеварительной трубки внутрь клеток кишечного эпителия, а затем в кровь. Всасывание осуществляется на всем протяжении пищеварительного тракта, поверхность которого покрыта ворсинками. На  $1 \text{ мм}^2$  слизистой приходится 30...40 ворсинок. При этом 50...60 % продуктов метаболизации белков всасываются в двенадцатиперстной

кишке; 30 % – в тонкой и 10 % – в толстой. Углеводы всасываются только в виде моносахаридов. Продукты метаболизации жиров, так же как большинство поступающих с пищей водо- и жирорастворимых витаминов, всасываются в тонкой кишке. Для всасывания жирорастворимых веществ, в частности жирорастворимых витаминов, необходимо присутствие в кишечнике жиров и желчи. При всасывании водорастворимых продуктов (аминокислот, моносахаридов, минеральных ионов) используются кровеносные капилляры. При образовании продуктов гидролиза липидов абсорбция происходит в основном через лимфатические сосуды ворсинок. Всасывание с участием солей желчных кислот гидролизата жиров (жирных кислот, глицерина, моно- и диглицеридов) осуществляется слизистой оболочкой тонкого кишечника. Затем глицериды соединяются с белками, образуют липопротеидные комплексы, поступающие в лимфоток. Продолжительность процесса пищеварения у здорового взрослого человека составляет 24...36 ч.

**Обмен веществ (метаболизм).** Пищевые вещества (аминокислоты, жирные кислоты, глюкоза и другие простые сахара), витамины, минеральные вещества распределяются по органам и тканям, где подвергаются биохимическим превращениям. Совокупность таких превращений называют обменом веществ (метаболизмом). Метаболизм аминокислот, сахаров, жирных кислот может идти в двух направлениях. Во-первых, они окисляются для получения энергии с выделением диоксида углерода и воды – процесс катаболизма (распад молекул). В другом случае простые вещества используются как строительный материал для образования более сложных молекул и клеток, а также запасных веществ. Такое превращение пищевых веществ называется анаболизмом. В обоих процессах участвуют витамины и минеральные вещества, регулирующие биохимические реакции катаболизма и анаболизма. Нарушение равновесия между катаболизмом и анаболизмом обычно является признаком неправильного питания, которое ведёт к развитию различных заболеваний. Правильное питание исключает возможность возникновения заболеваний.

### **1.5. Виды питания**

В современной нутрициологии различают следующие виды питания: традиционное, профилактическое, лечебно-профилактическое, лечебное, специализированное, функциональное и нетрадиционное.

Характеристика и назначение различных видов питания приведены в табл. 2.

## Виды питания и их назначение

<b>Виды питания</b>	<b>Назначение питания</b>	<b>Способы оптимизации питания</b>	<b>Группы населения</b>
<b>Традиционное</b>	Сохранение здоровья, снижение риска развития заболеваний	Оптимально подобранный набор традиционных продуктов питания, обогащенные продукты, БАД	Здоровые люди, группы риска
<b>Профилактическое</b>	Профилактика заболеваний, вызванных воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды	Оптимально подобранный набор традиционных продуктов питания, обогащенные продукты, БАД	Группы риска
<b>Лечебно-профилактическое</b>	Профилактика и лечение заболеваний, вызванных вредными условиями жизни и производства	Лечебно-профилактические рационы, диеты, обогащенные продукты, БАД	Группы риска с вредными условиями жизни и производства
<b>Лечебное</b>	Лечение заболеваний в острой, хронической стадии и в стадии обострения	Один из типов лечебной диеты, лечебно-профилактические продукты, обогащенные продукты, БАД	Больные
<b>Специализированное</b>	Обеспечение оптимального функционирования организма с учетом индивидуальных физиологических потребностей организма в особых условиях	Специальные диеты, обогащенные продукты, БАД	Определенные группы населения: дети, беременные женщины, пожилые люди, спортсмены и др.
<b>Функциональное</b>	Сохранение здоровья, снижение риска развития заболеваний, оздоровление организма	Функциональные продукты	Все группы населения, группы риска
<b>Нетрадиционное</b>	Сохранение здоровья с учетом индивидуальных воззрений	Использование нетрадиционных диет, БАД	Все группы

Каждый из данных видов питания не является исчерпывающим, имеет свои достоинства и недостатки. При использовании любого из указанных видов питания должен сохраняться индивидуальный подход с учетом состояния здоровья, среды обитания, образа жизни, социальной обеспеченности, характера, привычек и многих других факторов, т.е. должна проводиться оптимизация рациона питания для каждого человека отдельно.

### Контрольные вопросы:



1. Какие факторы, играют решающую роль в изменении здоровья населения?
2. Прокомментируйте понятие "болезнь цивилизации".
3. Какие же существенные изменения произошли в составе и структуре питания населения за последние 200 лет?
4. Назовите три основных принципа рационального питания.
5. Перечислите основные теории и концепции питания.
6. Какие виды питания Вы знаете?

## 2. Функциональные пищевые продукты в современном питании

### 2.1. Функциональное питание: история развития

Концепция функционального питания стала разрабатываться в последние три десятилетия. По мере расшифровки химического состава продуктов и выявления корреляционных зависимостей между содержанием в них отдельных микронутриентов и биологически активных веществ и состоянием здоровья населения был сформулирован новый взгляд на пищу как на средство профилактики и лечения некоторых заболеваний.

Основные положения концепции функционального питания отражены на рис.4. Основные этапы становления функционального питания в некоторых странах представлены в табл.3.

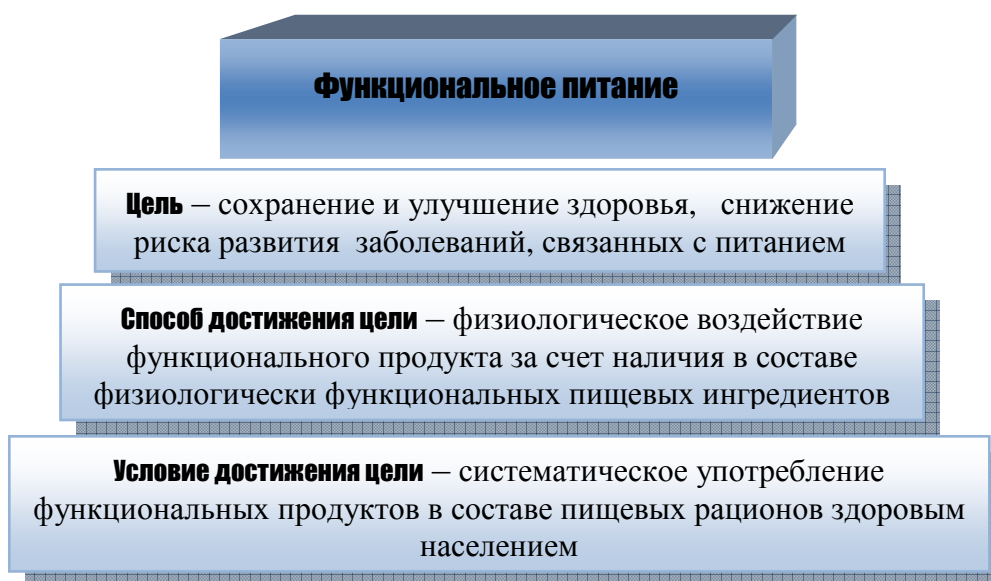


Рис.4. Концепция функционального питания

Некоторые этапы развития концепции "функциональное питание"  
в различных странах

<p><b>Япония</b> 1955 г. – разработан первый ферментированный кисломолочный продукт на основе лактобацилл, который вышел на рынок под лозунгом "Хорошая микрофлора кишечника обеспечивает здоровый организм". 1989 г. – внедрение в научную литературу термина "функциональное питание". 1991 г. – разработана концепция "пищевые продукты, специально используемые для поддержания здоровья" (Food for specified health use – FOSHU) (продукты, содержащие бифидобактерии, олигосахариды, пищевые волокна, эйкозапентаеновую кислоту)</p>
<p><b>США</b> 1993 г. – выделение из состава пищевых продуктов специальной группы пищевых субстанций, употребление которых снижает риск возникновения определенных заболеваний. 1998 г. – установлена связь между одиннадцатью пищевыми субстанциями и определенными заболеваниями (кальций и остеопороз, насыщенные жирные кислоты, холестерин, жир, пищевые волокна и сердечно-сосудистые заболевания, сахар и кариес зубов и т.д.)</p>
<p><b>Швеция</b> 1985 г. – разработана концепция о взаимосвязи микрофлоры пищеварительного тракта с различными функциями макроорганизма (МАС – микроорганизм – ассоциированные характеристики и ГАС – характеристики, не связанные с микроорганизмами). 1990-1996 гг. – установлена взаимосвязь между употреблением углеводов и ожирением, натрия и кровяным давлением, пищевых волокон и запором, кальцием и остеопорозом, жира определенного состава и атеросклерозом, легко ферментированных углеводов и кариесом зубов, железом и железодефицитностью</p>
<p><b>СССР</b> 1972 г. – разработан препарат на основе живых бифидобактерий и установлена его эффективность для профилактики и лечения острых кишечных инфекций у детей. 1970-1990 гг. – предложены биопрепараты на основе представителей нормальной кишечной микрофлоры для профилактики и лечения острых и хронических кишечных инфекций, запоров, аллергий, нейродерматитов, внутрибольничных инфекций, дисбактериозов различного происхождения. 1989 г. – издан приказ Министерства здравоохранения о производстве кисломолочного бифидумбактерина на всех молочных кухнях для профилактики инфекционных заболеваний у детей раннего возраста</p>



**Россия**

2005-2006 г.г. – утвержден Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 мая 2005 г. №138-ст. первый национальный терминологический стандарт ГОСТ Р 52349-2005 "Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения". Стандарт введен в действие 01 июля 2006 г.

2008 г. – создан Технический комитет по стандартизации 036 "Функциональные пищевые продукты" (Приказ № 2402 от 04.08.2008)  
Председатель ТК: академик РАМН В.А. Тутельян

Россия стала первой европейской страной, в которой на государственном уровне были закреплены термины и определения, касающиеся функциональных пищевых продуктов. Специалистами Московского государственного университета пищевых производств был разработан Национальный стандарт ГОСТ Р 52349-2005 "Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определение".

В настоящее время продукты функционального питания являются самой актуальной и быстро растущей категорией пищевых продуктов. По сравнению с годовым ростом всего продуктового рынка, равным 3...4 %, объем продаж продуктов здорового питания растет на 10...12 %.

По данным Союза производителей пищевых ингредиентов России, с 1998 по 2008 г. объем мирового рынка функциональных продуктов вырос с 27,6 до 58,9 млрд долларов США, т.е. более чем в 2 раза, и этот рост, очевидно, будет продолжаться ускоренными темпами. По официальным данным около 40 % рынка этих продуктов принадлежит Соединенным Штатам Америки, почти 25 % – Японии и более 32 % – странам Центральной Европы, где наиболее активными участниками его формирования являются Германия, Великобритания и Франция.

Согласно прогнозам ведущих специалистов мира в области питания и медицины, в ближайшие один-два десятилетия доля функциональных продуктов достигнет 30 % от общего количества пищевой продукции.

## 2.2. Функциональное питание и его место в структуре современного питания

Правовой основой, регулирующей различные аспекты применения функциональных продуктов питания (ФПП), стал первый национальный терминологический стандарт ГОСТ Р 52349-2005 "Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определение". Этот стандарт впервые в России законодательно устанавливает термины и определения в области ФПП, которые предназначены для применения во всех видах



документации и литературы по ФПП и физиологически функциональным пищевым ингредиентам. В стандарте даны определения следующим терминам.

*Функциональный пищевой продукт*: пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

*Обогащенный пищевой продукт*: функциональный пищевой продукт, получаемый добавлением одного или нескольких физиологически активных пищевых ингредиентов к традиционным пищевым продуктам с целью предотвращения возникновения или исправления у человека дефицита питательных веществ, имеющегося в организме.

*Физиологически функциональный пищевой ингредиент*: вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, а также живые микроорганизмы, входящие в состав функционального пищевого продукта, обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении в количествах, составляющих от 10 % до 50 % от суточной физиологической потребности.

*К физиологически функциональным пищевым ингредиентам* относят биологически активные и/или физиологически ценные, безопасные для здоровья, имеющие точные физико-химические характеристики ингредиенты, для которых выявлены и научно обоснованы свойства, установлены нормы ежедневного потребления в составе пищевых продуктов, полезные для сохранения и улучшения здоровья: пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики или синбиотики.

Таким образом, в настоящее время в структуре современного питания можно выделить три группы продуктов.

*Продукты массового потребления* – пищевые продукты, предназначенные для питания основных групп населения, выработанные по традиционной технологии.

*Функциональные пищевые продукты* – пищевые продукты, предназначенные для питания основных групп населения, полезные для здоровья.

*Продукты лечебного питания* – пищевые продукты специального назначения (для отдельных групп населения) в качестве лечебного приема в комплексной терапии заболеваний, характеризующиеся измененными химическим составом и физическими свойствами.

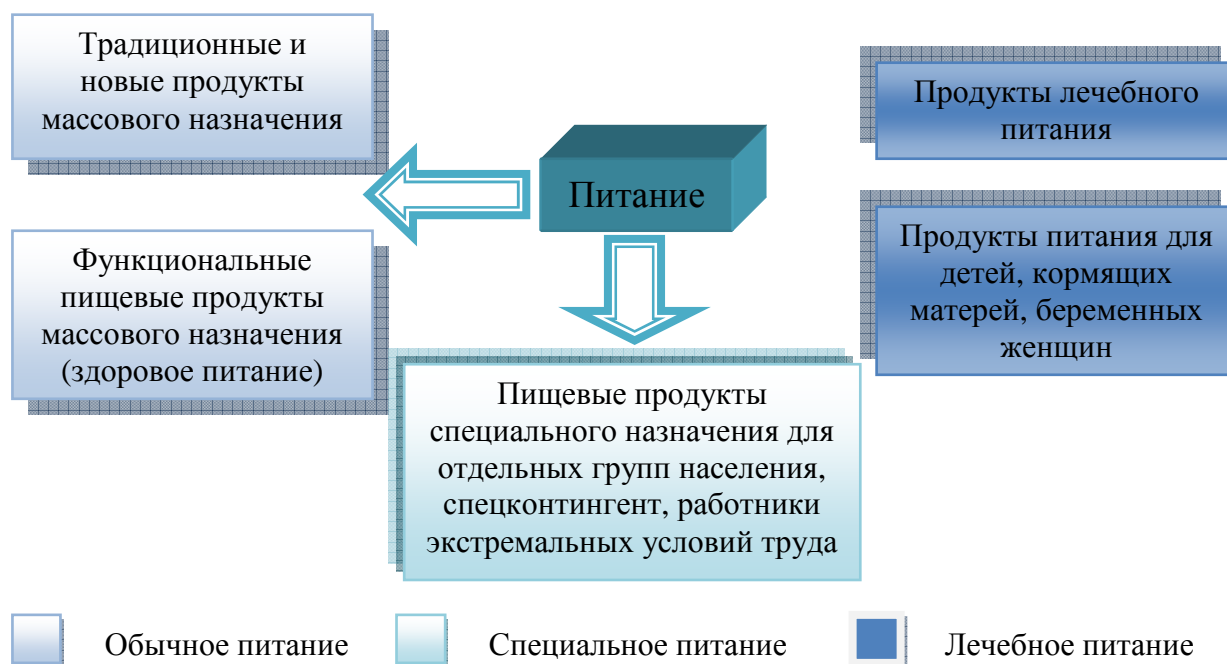


Рис. 5. Функциональные продукты в соизменном питании

В структуре современного питания ФПП занимают среднее место между обычными продуктами, которые выбираются исходя из пищевых привычек и финансовых возможностей человека с целью быть сытым, и продуктами, которые предписывает человеку, уже как пациенту, врач в составе лечебной диеты в период лечения (рис.5).

По своему предназначению они относятся к продуктам массового потребления, т.е. имеют вид традиционной пищи и предназначены для питания в составе обычного рациона основных групп населения, но содержат функциональные ингредиенты, оказывающие физиологически значимое позитивное воздействие на здоровый организм в ходе происходящих в нем обменных процессов. Потребление таких продуктов не является лечебным приемом в комплексной терапии заболеваний, что определяет продукты лечебного питания, но помогает предупредить некоторые болезни и старение организма, обитающего в условиях экологического неблагополучия.

Таким образом, в отличие от традиционных продуктов питания, потребительские свойства ФПП, наряду с пищевой полезностью и вкусовыми качествами, включают понятие физиологического воздействия (рис.6).

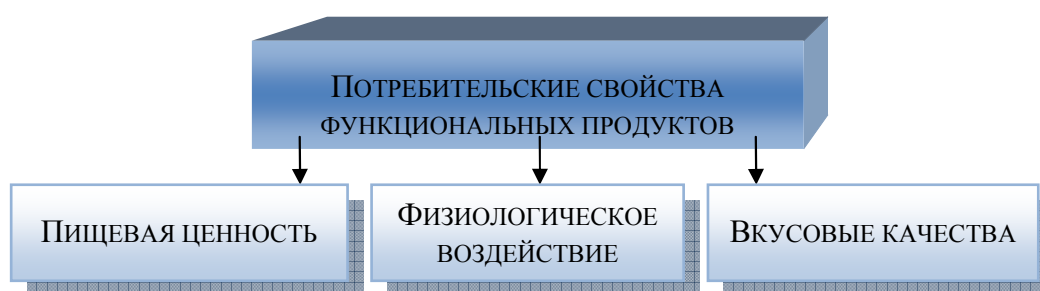


Рис. 6. Совокупность потребительских свойств функциональных продуктов

Определены несколько физиологических функций, позитивное воздействие на которые позволило бы относить продукты питания и входящие в них отдельные функциональные ингредиенты к той или иной категории ФПП:

- ✓ рост, развитие и дифференциация (рост и развитие плода, рост и развитие ребенка);
- ✓ метаболизм тех или иных субстратов;
- ✓ защита против соединений, обладающих оксидантной активностью;
- ✓ деятельность сердечно-сосудистой системы;
- ✓ физиология и функция желудочно-кишечного тракта;
- ✓ поведенческие реакции и состояние психического здоровья;
- ✓ состояние нормальной микрофлоры;
- ✓ состояние костной ткани;
- ✓ состояние иммунной системы;
- ✓ сахарный диабет и ожирение.

По мнению M.B.Roberfroid в категорию функциональных пищевых продуктов следует включать:

- натуральные продукты, естественно содержащие требуемые количества функционального ингредиента или группы ингредиентов;
- натуральные продукты, из которых удален компонент, препятствующий проявлению физиологической активности присутствующих в них функциональных ингредиентов;
- натуральные продукты, в которых исходные потенциальные функциональные ингредиенты модифицированы таким образом, что они начинают проявлять свою биологическую или физиологическую активность или эта активность усиливается;
- натуральные пищевые продукты, в которых в результате тех или иных модификаций биодоступность входящих в них функциональных ингредиентов увеличивается;
- натуральные продукты, дополнительно обогащенные каким-либо функциональным ингредиентом или группой ингредиентов;
- натуральные или искусственные продукты, которые в результате применения комбинации вышеуказанных технологических приемов, приобретают способность сохранять и улучшать здоровье человека и/или снижать риск возникновения заболеваний.

Таким образом, ФПП представляются важным элементом сбалансированного, здорового питания. Они играют большую роль в оптимизации рационов питания населения как средство предупреждения, ранней коррекции и профилактики различных заболеваний. Если несбалансированный рацион питания является одним из главных факторов риска в отношении ряда неинфекционных заболеваний, то систематическое употребление разнообразных ФПП может повысить качество рациона питания как фактора, поддерживающего здоровье.

### **2.3. Научные основы создания функциональных продуктов питания**

Методология конструирования ФПП предполагает параллельное решение двух задач.

Первая задача касается формирования свойств, оказывающих выраженное полезное действие на здоровье человека. Эта выраженная польза определяется отсутствием вредных для здоровья веществ или наличием в составе продукта физиологически функциональных ингредиентов в количествах, сопоставимых с уровнями потребления указанных веществ, рекомендованными Институтом питания РАМН в методических указаниях МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" и достоверно обеспечивающих позитивный эффект.

В нашей стране обоснованием актуальности выбора необходимых функциональных ингредиентов и перспективных для обогащения видов пищевых продуктов служат данные о фактическом питании населения, постоянно собираемые в ходе масштабных эпидемиологических исследований, проводимых НИИ питания РАМН и другими профильными организациями. В рамках проведения постоянного мониторинга фактического питания создаётся банк данных о структуре питания и пищевом статусе населения, в частности, о потреблении разнообразного ассортимента пищевых продуктов, об обеспечении макро- и микронутриентами. Анализ полученных результатов становится основой научного прогнозирования состава и свойств ФПП, предназначенных для профилактики алиментарно-зависимых заболеваний и укрепления здоровья различных групп населения страны.

Вторая задача связана с технологическим процессом формирования потребительских свойств пищевого продукта. При всей оригинальности и новизне созданного продукта его потребительские, особенно органолептические свойства, должны оставаться традиционными, соответствующими сложившимся пищевым предпочтениям покупателей, не требующими длительного привыкания.

На этапе разработки технологии нового продукта и ее практической реализации уточняются рецептура, параметры технологического процесса, показатели качества готового продукта, сохранность физиологически функциональных ингредиентов в условиях производства и хранения.

На заключительном этапе создания ФПП с помощью методов доказательной медицины проверяется клиническая эффективность ФПП, в том числе определяется биодоступность обогащающего ингредиента, степень коррекции дефицита и улучшения состояния здоровья при регулярном употреблении полученных функциональных продуктов.

Ниже приведен алгоритм разработки ФПП:

- выбор и обоснование направленности ФПП;
- изучение медико-биологических требований, предъявляемых к данному виду ФПП;
- выбор основы ФПП (мясной, молочной и т.п.);
- выбор и обоснование применения добавок;
- изучение прямого, вредного и побочного влияния и аллергического действия добавок;
- выбор и обоснование дозы добавки или группы применяемых добавок;
- моделирование рецептуры разрабатываемого продукта;
- моделирование технологии продукта с обработкой технологических режимов;
- разработка технологии получения ФПП;
- исследование качественных и количественных показателей продукта;
- разработка рекомендаций по применению ФПП;
- разработка нормативной документации на продукт;
- клинические испытания ФПП;
- выработка опытной партии ФПП;
- сертификация ФПП.

#### 2.4. Основные категории функциональных пищевых продуктов

С учетом технологической специфики получения ФПП, по сравнению с традиционными, можно выделить условно три основные категории функциональных продуктов (рис. 7).

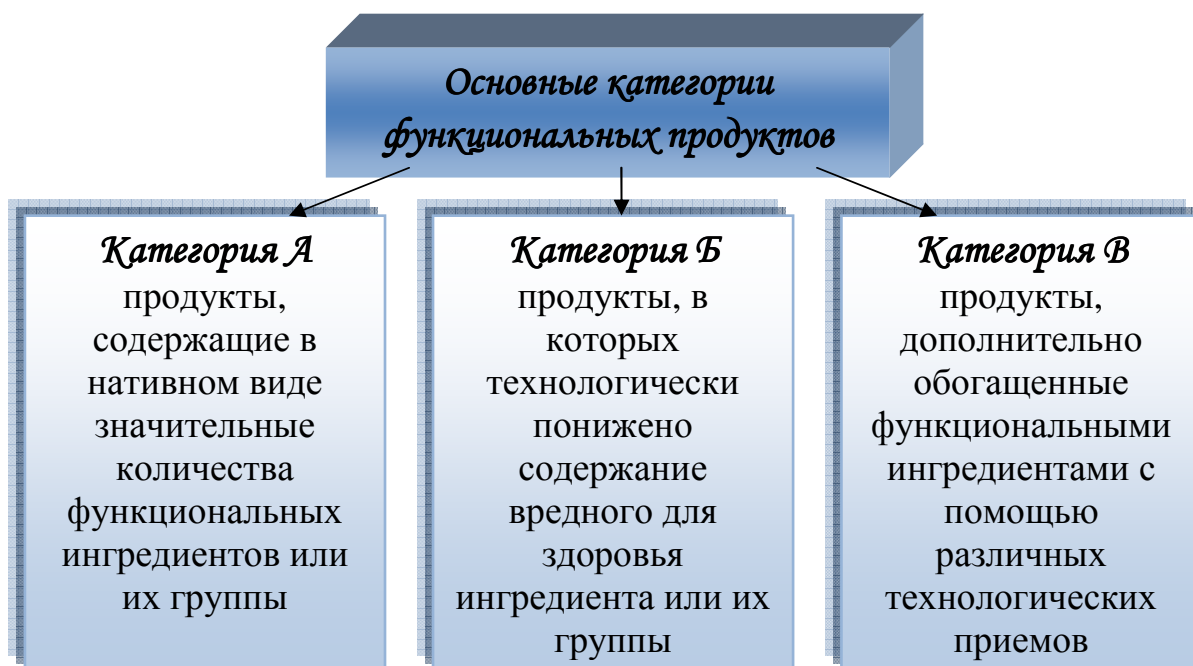


Рис. 7. Основные категории функциональных продуктов

К первой категории ФПП (категории А) относятся продукты, которые содержат в нативном виде значительное количество функциональных ингредиентов. В этой категории могут быть упомянуты некоторые продукты, позиционируемые как "органические". Это наименование допустимо использовать только для тех продуктов, масса которых, исключая воду и соль, по меньшей мере, на 95 % состоит из органических ингредиентов. В технологиях таких продуктов исключается применение антибиотиков, гормонов роста, пестицидов, удобрений на основе нефти или сточных вод, методов биоинженерии или ионизирующей радиации.

Необходимо отметить, что термины "функциональные" и "органические" не являются синонимами. Не следует уравнивать эти понятия, считая, что "органический" по определению соответствует критериям "полезный для здоровья". Сравнительный анализ многочисленных исследований по продуктам растениеводства свидетельствует о том, что выращенные органическим путем фрукты, овощи и злаки являются более полезными, поскольку содержат значительно больше витамина С, железа, магния и фосфора.

Примером ФПП первой категории являются соки, полученные непосредственно из фруктового или овощного сырья путем его механической переработки (соки прямого отжима). В соках прямого отжима сохранение ценных нутриентов обеспечивается на уровне их содержания в исходном сырье. В восстановленных соках (соках, полученных из концентратов), из-за особенностей технологии их получения, содержание витаминов может оказаться пониженным в среднем на 20 %, а витамина С – даже на 40 %.

Ко второй категории ФПП (категории В) относятся продукты, в которых, в отличие от традиционных, технологически понижено содержание вредных для здоровья ингредиентов. В перечень таких ингредиентов включены холестерин, животные жиры с высоким содержанием насыщенных жирных кислот, гидрированные масла, содержащие трансизомерные жирные кислоты, низкомолекулярные углеводы (сахароза), натрий, источником которого служит поваренная соль, и некоторые другие. Избыточное потребление перечисленных пищевых ингредиентов вредно для здоровья и причислено к факторам риска возникновения заболеваний, в частности, сердечно-сосудистых.

Классический подход к решению технологической задачи по получению функциональных продуктов этой категории состоит в избирательном извлечении или разрушении таких ингредиентов. Известный технологический прием извлечения вредного компонента из пищевого объекта – селективная экстракция. Существует, в частности, способ СО<sub>2</sub>-экстракции холестерина из яичных желтков, которые во многих случаях служат основным источником его избыточного поступления в организм человека.

В число технологических приемов, нацеленных на избирательное разрушение, входят некоторые виды ферментативной обработки пищевого сырья. Подобная обработка позволяет, в частности, технологически понизить содержание компонентов, присутствие которых в продукте препятствует

проявлению биологической, или физиологической активности, или биосуваемости входящих в его состав функциональных ингредиентов. Например, обработка злаков ферментом фитазой приводит к деструкции содержащегося в них фитата, который способен прочно связывать такие важные для питания человека элементы, как кальций, цинк и железо, что затрудняет их всасывание в кишечнике. После ферментативной обработки зерен злаков обеспеченность организма этими элементами при потреблении зерновых продуктов повышается.

Иной прием модификации лежит в основе создания жировых продуктов, в которых технологически понижено содержание животных жиров, холестерина или гидрированных жиров, включающих трансизомерные жирные кислоты. Технологическим приемом модификации традиционных продуктов этой группы в функциональные является частичная или полная замена вредных для здоровья ингредиентов другими, более ценными жировыми компонентами, например растительными маслами, или частичное замещение их с использованием метода эмульгирования на нежировую, например водную или молочную фазы, а также применение ферментных технологий, при которых получение трансизомерных жирных кислот сведено к минимуму.

Аналогичные технологические задачи решаются при модификации в ФПП продуктов с высоким содержанием сахара. Например, в конфитюрах, традиционно содержащих не менее 65 % сахарозы, возможно существенное сокращение последней, если процесс гелеобразования будет осуществлен с использованием низкоэтерифицированного пектина в присутствии солей кальция. При этом формирование традиционных потребительских свойств (прочность и текстура геля) будет зависеть, в том числе, от концентрации упомянутых пищевых добавок.

Вреден для здоровья при высоких уровнях потребления натрия, снижение содержания которого в пищевых продуктах может быть обеспечено путем замены части хлорида натрия, например, на соли калия. Сохранение традиционного вкуса в этом случае будет связано с правильным выбором соотношения солей.

*К третьей категории ФПП (категории В) относятся обогащенные пищевые продукты. В зависимости от количества ингредиента, вносимого в обогащаемый им продукт, могут решаться две задачи:*

- ✓ восстановление частично или полностью потерянного в технологическом процессе ингредиента до исходного уровня (уровня содержания в исходном сырье), при условии, что этот восстановленный уровень способен обеспечить (за счет обычно употребляемой порции такого продукта) удовлетворение не менее 10...15 % средней суточной потребности в восстановленном ингредиенте;
- ✓ обогащение, т.е. введение в состав продукта полезного ингредиента в количестве, превышающем нормальный уровень его содержания в исходном сырье (или продукте, не подвергавшемся традиционной технологической переработке).



Технологические особенности обогащения традиционных пищевых продуктов функциональными ингредиентами зависят от рецептурного состава и агрегатного состояния подлежащей обогащению пищевой системы, физических и химических свойств (включая термическую и химическую устойчивость) обогащающих ингредиентов, технологических условий получения готового пищевого продукта.

Выбор конкретного обогащающего ингредиента или комбинации ингредиентов должен осуществляться с учетом их совместимости между собой, а также с другими ингредиентами, входящими в состав пищевого продукта, и исключать ухудшение органолептических свойств или вероятность нежелательных взаимодействий, способных препятствовать проявлению биологической, или физиологической активности, или биоусвояемости введенных ингредиентов.

### Контрольные вопросы



1. Назовите основные положения концепции функционального питания.
2. Дайте определение "функционального пищевого продукта" и "физиологически функционального пищевого ингредиента".
3. Перечислите ингредиенты которые отнесены к функциональным согласно ГОСТ Р 52349-2005.
4. Назовите потребительские свойства функциональных продуктов.
5. Приведите алгоритм разработки функционального пищевого продукта.
6. Охарактеризуйте основные категории функциональных продуктов.

## 3. Основные группы физиологически функциональных пищевых ингредиентов

### 3.1. Требования, предъявляемые к физиологически функциональным пищевым ингредиентам

Оптимальное питание определяется количеством и соотношением макро- и микронутриентов, а также большим числом других биологически активных веществ. Многие из них современная теория функционального питания позиционирует как физиологически функциональные ингредиенты.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 "Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определение", физиологически функциональный пищевой ингредиент – это вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или

идентичные натуральным, а также живые микроорганизмы, входящие в состав функционального пищевого продукта, обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении в количествах, составляющих от 10 % до 50 % от суточной физиологической потребности.

В данном стандарте определены и основные группы функциональных ингредиентов – это пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики и пребиотики.

Роль функциональных ингредиентов в организме человека, как правило, не ограничивается выполнением одной функции, т.к. они могут участвовать в различных биохимических процессах, обеспечивая широкое и разнообразное физиологическое действие. Поэтому для того чтобы обеспечить реальную физиологическую эффективность продукта, функциональные ингредиенты должны отвечать ряду требований:

- ✓ они должны быть полезными для питания и здоровья;
- ✓ их полезные качества должны быть научно обоснованы;
- ✓ их ежедневные дозы должны быть одобрены специалистами по медицине и питанию;
- ✓ они должны быть безопасными с точки зрения сбалансированного питания;
- ✓ должны иметь точные физико-химические показатели и точные методики их определения;
- ✓ не должны уменьшать питательную ценность пищевых продуктов;
- ✓ должны употребляться перорально (как обычная пища);
- ✓ не должны выпускаться в таких лекарственных формах, как таблетки, капсулы, порошки;
- ✓ должны быть натуральными.

Количество функционального ингредиента в готовом пищевом продукте должно составлять от 10 % до 50 % от суточной физиологической потребности в них, но в то же время не должно ухудшать потребительские свойства продукта – его внешний вид, вкус, аромат, консистенцию и др.

С целью обеспечения оптимального питания в настоящее время уточнены адекватные и максимальные уровни потребления пищевых и биологически активных веществ в соответствии с физиологическими нормами их потребления для современного человека с учетом его пола, возраста, физиологического состояния, физической нагрузки и некоторых других факторов. Официальным государственным документом, определяющим понятия адекватных и максимальных уровней и их количественные значения для всех известных компонентов пищи, являются Методические указания МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации".

*Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ* включают два показателя – адекватный уровень потребления и

верхний допустимый уровень потребления, которые установлены с помощью эпидемиологических методов и расчетов с учетом химического состава рациона питания современного человека при его сниженных энергозатратах (2300 ккал в сутки).

*Адекватный уровень потребления* – уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, который установлен на основании расчетных, или экспериментально определенных величин, или оценок потребления этих веществ группой/группами практически здоровых людей (с использованием эпидемиологических методов), для которых данное потребление (с учетом показателей состояния здоровья) считается адекватным. Данное понятие используется в тех случаях, когда рекомендуемая величина (норма) потребления пищевых и биологически активных веществ не может быть определена.

*Верхний допустимый уровень потребления* – наибольший уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, который не представляет опасности развития неблагоприятных воздействий на состояние здоровья практически у всех лиц из общей (конкретной) популяции. По мере увеличения потребления сверх этих величин потенциальный риск неблагоприятных воздействий возрастает.

В условиях самостоятельного свободного выбора пищевых продуктов и формирования рациона с учетом правил рационального питания ВОЗ не рекомендует потребителям принимать неоправданно большие дозы препаратов витаминов, витаминно-минеральных комплексов, белков, аминокислот, пищевых волокон и других добавок к пище. Причиной этой рекомендации является тот факт, что, как правило, в торговых формах указанных веществ (драже, таблетках и т.п.) содержится доза, полностью обеспечивающая суточную потребность или даже превышающая ее, что достаточно для профилактики нутриентного дефицита. Избыточное потребление одного пищевого или биологически активного вещества может стать причиной нарушения обмена другого или создать дополнительную нагрузку на почки при выведении из организма его излишка. С этой точки зрения употребление в пищу продуктов, содержащих ограниченные количества функциональных ингредиентов, исключает подобные риски. Ниже будет дана характеристика каждого физиологически функционального пищевого ингредиента.

### **3.2. Характеристика функциональных свойств пищевых волокон**

Пищевые волокна (ПВ) в настоящее время признаны необходимым компонентом питания. По определению, данному в 1986 г. Trowell и Burchitt, которые являются одними из первых исследователей ПВ, "пищевое волокно – это остатки растительных клеток, способные противостоять гидролизу, осуществляемому пищеварительными ферментами человека".

Технический комитет Американской ассоциации химиков-зерновиков (American Association of Cereal Chemists – ААСС) в 2000 г. принял следующее определение пищевых волокон: "пищевое волокно – это съедобные части

растений или аналогичные углеводы, устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике. Пищевые волокна включают полисахариды, олигосахариды, лигнин и ассоциированные растительные вещества. Пищевые волокна проявляют положительные физиологические эффекты: слабительный эффект и/или уменьшение содержания холестерина и/или глюкозы в крови".

По данным Департамента по питанию и пище при Академии наук США (The Food Nutrition Board of National Academy – FNB) установлена физиологическая потребность в ПВ взрослого человека от 25 до 38 г/сутки.

Нормы физиологической потребности в пищевых волокнах для взрослого человека в Российской Федерации установлены на уровне 20 г/сутки. К сожалению, в настоящее время жители крупных городов в среднем получают в своем рационе около 10 г ПВ в день. Содержание пищевых волокон в ряде продуктов питания представлено в табл. 4.

Таблица 4

Содержание клетчатки в пищевых продуктах

Содержание клетчатки	Пищевые продукты
Очень большое (2, 5 г и более)	Отруби пшеничные, фасоль, овсяная крупа, орехи, финики, клубника, смородина, малина, инжир, клюква, крыжовник, сухофрукты
Большое (1...2 г)	Крупа гречневая, перловая, ячневая, горох лущеный, картофель, морковь, капуста белокочанная, горошек зеленый, перец сладкий, тыква, щавель, апельсины, лимоны, брусника, грибы
Умеренное (0,6...0,9 г)	Хлеб ржаной, пшено, крупа кукурузная, лук зеленый, огурцы, свекла, томаты, редис, капуста цветная, дыня, абрикосы, груши, персики, яблоки, виноград, бананы, мандарины
Малое (0,3...0,5 г)	Хлеб пшеничный из муки 2 сорта и обойной, рис, крупа пшеничная, кабачки, салат, арбуз, вишня, слива, черешня
Очень малое (0,1...0,2 г)	Хлеб пшеничный из муки 1 и высшего сортов, манная крупа, макароны, печенье

Пищевые волокна классифицируют по следующим признакам:

- химическому строению (полисахариды, неуглеводные ПВ);
- сырьевым источникам (традиционные высшие растения, нетрадиционные высшие растения, низшие растения, грибы, синтетические полисахариды);
- методам выделения из сырья (неочищенные, очищенные);
- растворимости в воде (растворимые, нерастворимые);

- степени микробной ферментации в толстой кишке (полностью ферментируемые, частично ферментируемые, неферментируемые);
- основным медико-биологическим эффектам (ускоряющие и повышающие чувство насыщения, ингибирующие эвакуаторную функцию желудка, стимулирующие моторную функцию толстой кишки, сорбирующие желчные кислоты, холестерин, токсины и радионуклиды, замедляющие всасывание углеводов, снижающие уровень глюкозы и инсулина в крови, оказывающие антиоксидантное действие, обладающие пребиотическими свойствами).

В пищевых технологиях находят применение: пектины, камеди, каррагинаны, альгинаты, целлюлоза и ее производные (монокристаллическая целлюлоза, метилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза, гидроксипропилцеллюлоза, метилэтилцеллюлоза) и др.

#### *Физиологические аспекты применения пищевых волокон.*

Функциональные свойства ПВ приведены на рис.8. Позитивное физиологическое воздействие ПВ на организм человека связано в основном с работой желудочно-кишечного тракта. Растворимые и нерастворимые ПВ влияют на функции пищеварительного тракта разными путями. Так как в желудочно-кишечном тракте отсутствуют ферменты, расщепляющие волокна, последние достигают толстого кишечника в неизменном виде. Содержащиеся здесь бактерии обладают ферментами, способными метаболизировать некоторые волокна и, в первую очередь, растворимые. За счет ферментации бактерии получают энергию для размножения и строительства новых клеток.

Нерастворимые компоненты волокон, которые не подвергаются действию ферментов бактерий, удерживают воду в кишечнике. Благодаря водопоглотительной способности ПВ стимулируют перистальтику, способствуют продвижению остатков пищи вследствие большого объема стула.

Позитивное физиологическое воздействие ПВ на организм человека не ограничивается эффектами, связанными с функционированием пищеварительного тракта. Здоровье человека и возникновение таких заболеваний, как рак толстой кишки, геморрой, запоры, полипы кишечника, язвенный колит, аппендицит, ожирение, диабет, сосудистые заболевания сердца, тромбозы сосудов в значительной степени коррелируют с количеством присутствующих в пище человека растительных волокон.

#### *Технологические аспекты применения пищевых волокон.*

Помимо функциональных свойств ПВ обладают очень интересными технологическими свойствами, позволяя получать продукты с пониженным содержанием жира, улучшенными текстурой, стабильностью и вкусовыми ощущениями. Примеры технологического использования ПВ в производстве мучных и кондитерских изделий, молочных и жировых продуктов, напитков приведены в табл.5.

Таблица 5

## Пищевые волокна в производстве пищевых продуктов

Продукт	Пищевое волокно	Технологическое действие
Молочные десерты	Пектины	Повышение вязкости, стабилизация, образование геля
Йогурты	Камедь рожкового дерева	Образование эластичных гелей, стабилизация
Мороженое	Каррагинаны, гуаровая камедь, альгинаты	Повышение вязкости при низких температурах
Шоколадное молоко	Каррагинаны	Повышение вязкости, стабилизация
Майонезы	Каррагинаны, альгинаты	Повышение вязкости при низких температурах и нагревании
Соусы для салатов	Каррагинаны, альгинаты	Повышение вязкости, гелеобразование и стабилизация
Хлебобулочные изделия	Микрокристаллическая целлюлоза	Увеличение выхода продукта за счет высокой водосвязывающей и водоудерживающей способности, замедление процесса черствения, продление срока хранения готовых изделий
Замороженные полуфабрикаты	То же	Улучшение стабильности теста в процессе замораживания, оттаивания и выпечки, увеличение выхода готовой продукции, предотвращение образования крупных кристаллов, высыхания поверхности при хранении тестовых заготовок в холодильной камере
Вафли	То же	Уменьшение ломкости и гигроскопичности вафельного листа, готовые вафли более нежные и хрустящие. Продление сохранности, снижение расхода эмульгатора и количества возвратных отходов
Пряники, печенье, бисквиты, кексы, эклеры	Пектины, гуммиарабик	Предохранение продуктов от высыхания, продление срока хранения за счет высокой водопоглощительной способности
Фруктовые начинки	Пектины, каррагинаны	Повышение стабильности начинки при выпечке. Предотвращение вытекания фруктовых начинок из теста, разрывов на поверхности; снижение миграции влаги из начинки в готовое изделие, гелеобразование, повышение вязкости
Экструдированные продукты	Микрокристаллическая целлюлоза	Получение равномерной пористой текстуры поверхности изделия за счет усиления волокнами, более длительное сохранение хрустящих свойств при смешивании с жидкостью, снижение расхода глазури за счет менее пористой поверхности продукта, образование в продуктах с начинкой тонкого изолирующего слоя между начинкой и продуктом, что снижает миграцию влаги из начинки и позволяет добиться удачного сочетания мягкой и сочной начинки с хрустящей оболочкой изделия
Десерты	Каррагинаны	Повышение вязкости и стабилизация структуры, гелеобразование
Макаронные изделия	Микрокристаллическая целлюлоза	Улучшение текстуры изделия, увеличение выхода
Фруктовые напитки	Альгинаты	Стабилизация суспензий
Безалкогольные напитки	Пектины, гуммиарабик	Стабилизация многокомпонентных дисперсных систем, суспензий, эмульсий, сохранение консистенций и вкусовых свойств

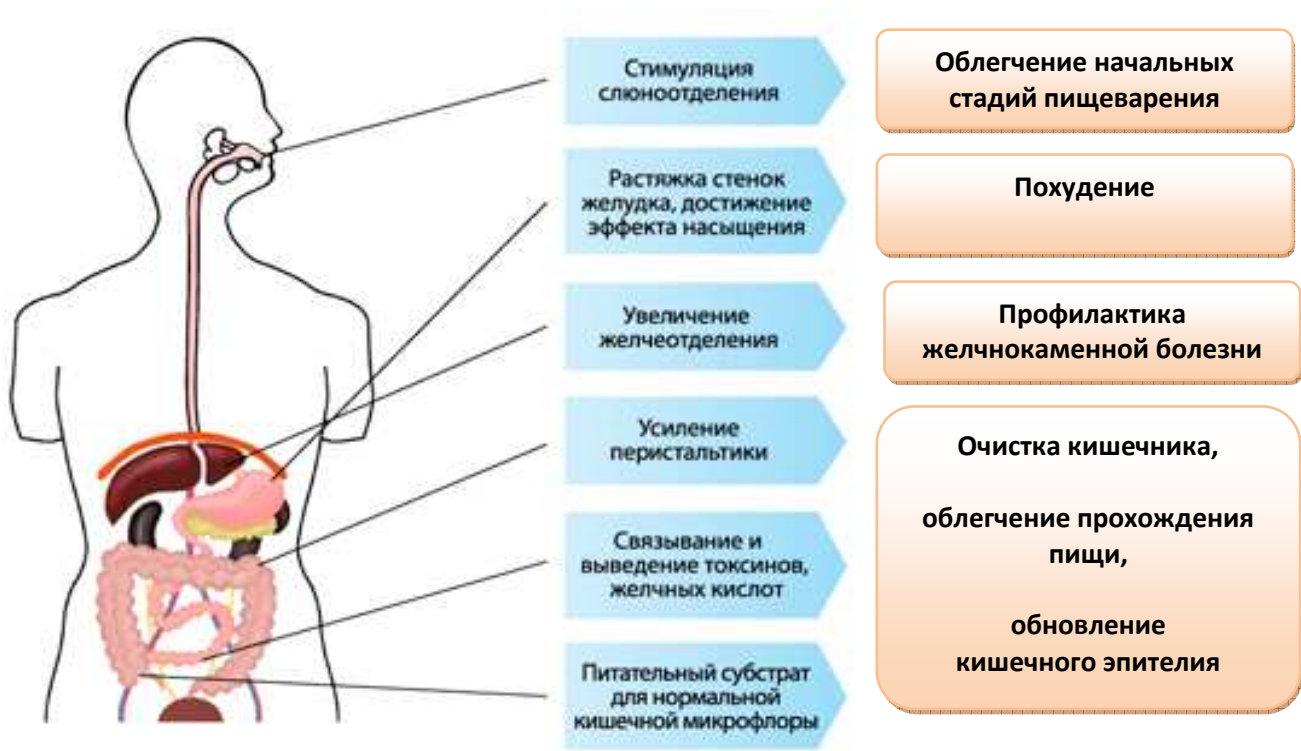


Рис. 8. Действие пищевых волокон на организм человека

Основной задачей, стоящей перед технологами, создающими новые продукты с ПВ, является балансирование между удовлетворением потребностей организма человека в ПВ как в функциональном ингредиенте и сохранением традиционного качества обогащенного продукта.

Дело в том, что введение ПВ в продукт в качестве функционального ингредиента целесообразно в физиологически значимых количествах, сопоставимых с суточной нормой, а применение их в качестве пищевой добавки требует минимальных количеств, необходимых для достижения конкретных технологических целей.

Согласно рекомендациям НИИ питания РАМН, потребление обогащенного продукта должно покрывать с общепринятой порцией 10...50 % суточной физиологической потребности организма в том или ином микронутриенте. В соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ продукт, в 100 г которого содержится 3 г ПВ, рассматривается как источник этого функционального ингредиента, при содержании 6 г ПВ в 100 г продукта – считается обогащенным ПВ.

Таким образом, разработка новых функциональных продуктов с ПВ требует решения целого ряда технологических задач, к которым относятся:

- выбор вида обогащаемого продукта;
- подбор ПВ с учетом его известных физико-химических параметров, исходных свойств обогащаемого продукта и технологических режимов его получения;
- исследование влияния физиологически значимых концентраций ПВ на качество разрабатываемого продукта;
- корректировка рецептуры продукта с целью нивелирования возможных изменений, вызванных введением ПВ.

Существуют различные способы обогащения продуктов ПВ (рис. 9), каждый из которых обладает определенными достоинствами и недостатками.



Рис.9. Основные способы обогащения продуктов пищевыми волокнами



1. *Использование в полном объеме сырья, содержащего пищевые волокна.* Чаще всего таким сырьем служит цельное зерно. В 2000 г. ААСС приняла четкое определение этого понятия: "цельным считается неповрежденное, дробленое или расплющенное зерно, главные анатомические компоненты которого – крахмальный эндосперм, зародыш (семя) и отруби – присутствуют в таких же относительных пропорциях, в каких они существуют в исходном зерне".

В последнее время с целью обогащения ПВ широко используется мука из цельносмолотого зерна пшеницы и ржи, мука грубого помола, нетрадиционные виды муки (овсяная, ячменная, гороховая, пшенная), а также текстурированная мука, полученная с применением экструзионных методов обработки зерна.

2. *Добавление вторичных продуктов с высоким содержанием пищевых волокон.* Такими источниками ПВ служат овощные, крупяные, фруктовые добавки, отруби злаковых. Этот способ широко применяется для обогащения продуктов на основе злаков, кондитерских изделий, напитков.

3. *Введение очищенных препаратов пищевых волокон.* Предварительное выделение из злаков, вторичного растительного сырья или различных нетрадиционных растительных источников концентратов ПВ позволяет использовать их в виде очищенных препаратов. Сегодня на рынке пищевых ингредиентов представлено большое количество очищенных препаратов ПВ. Некоторые из них иллюстрирует табл. 6. Отмечая сравнительно высокую стоимость этих препаратов, следует учитывать, что во многих случаях она компенсируется высоким содержанием основного вещества, простотой использования препарата в технологическом процессе, а также снижением затрат, связанных с его хранением. Все это дает возможность регулировать цену обогащенных продуктов в рамках средних цен на определенные виды пищевых изделий. При этом наряду с обогащением продукта, решается технологическая задача формирования необходимой консистенции или улучшения свойств продукта.

Достоинства и недостатки различных способов обогащения продуктов пищевыми волокнами приведены на рис.10.

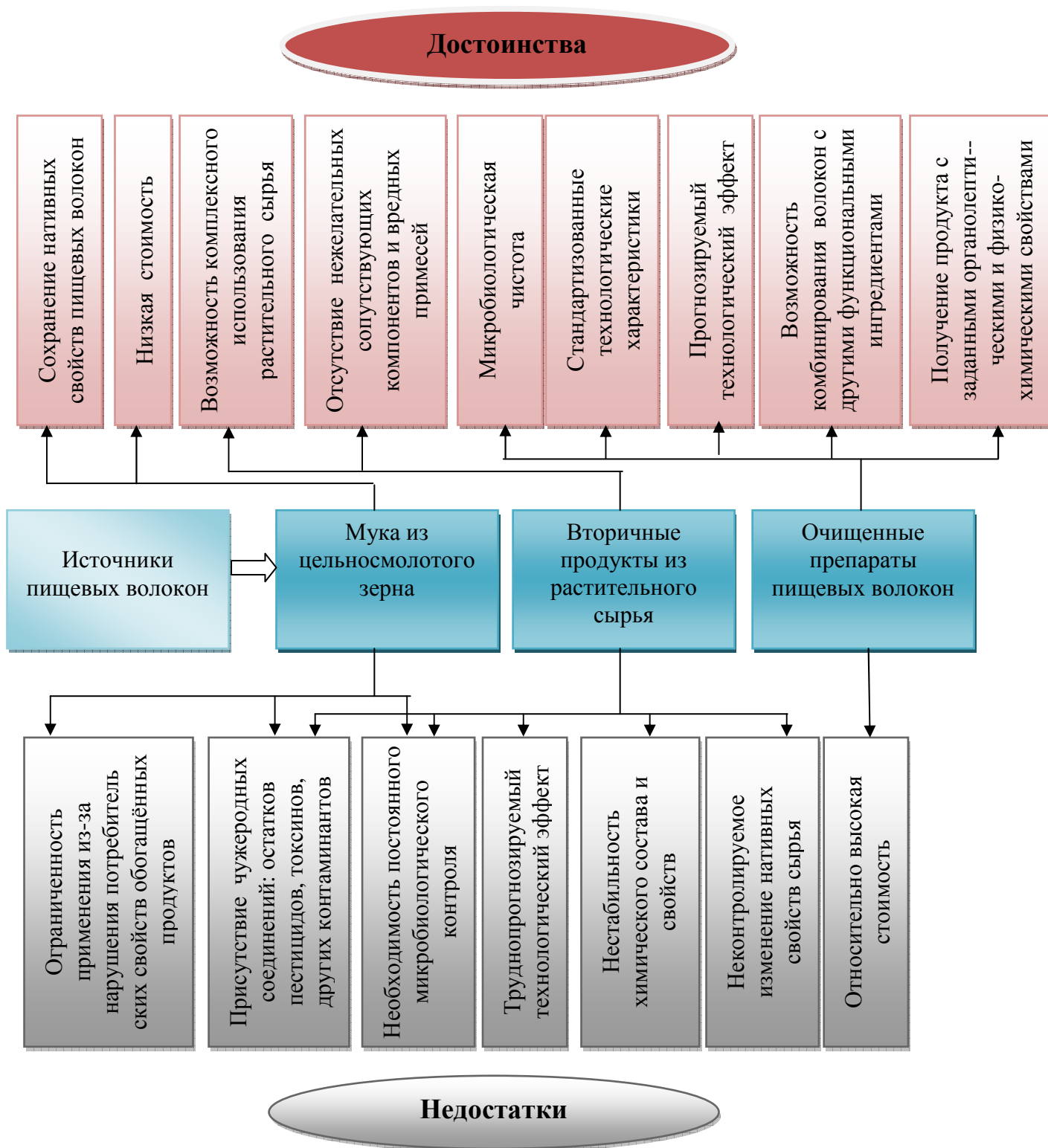


Рис. 10. Достоинства и недостатки различных источников пищевых волокон

## Коммерческие препараты пищевых волокон

Препарат пищевого волокна	Обогащенные продукты	Фирма производитель
Vitacel – яблочные, апельсиновые, томатные, пшеничные, овсяные волокна, порошковая целлюлоза	Мучные изделия, молочные продукты, напитки	JRS (Германия)
Novelose 260 – резистентный крахмал	Хлебобулочные изделия	National Starch (США)
Novagel cellulose gel – целлюлоза	Зерновые батончики, мучные кондитерские изделия	FMC Biopolimer (США)
Herbacel – комбинация целлюлозы и растворимых волокон из овса, фруктов и овощей	Макароны, мучные кондитерские изделия, хлеб	Herbafood (Германия)
Fibregel – гуммиарабик (волокно акации)	Мучные кондитерские изделия, молочные продукты, хлеб	CNI (Франция)
Frutafit – инулин из корня цикория	Кремы, заправки пониженной жирности	Sensus (Нидерланды)
BifidoActivator – комбинация инулина и фруктоолигосахаридов	CULT – хлеб	Credin (Дания)
Raftilin – инулин, Raftilosa – олигофруктоза	BENEO – серия зерновых молочных продуктов и напитков	Orafti (Бельгия)
Actilight – фруктоолигосахариды	Молочные и фруктовые продукты, бисквиты, зерновые батончики, завтраки	Beghin-Meiji (Франция)
Инулин, фруктоолигосахариды	Aviva, NovaDigest – серия мучных изделий, молочных продуктов и напитков	Novartis (США)
Fibruline – олигосахариды	Молочные, кондитерские и хлебобулочные изделия	Cosucra (Бельгия)

### 3.3. Витамин С и антиоксиданты как компоненты продуктов функционального питания



Витамины – это органические соединения, присутствующие в продуктах питания в ограниченных количествах и необходимые для нормального осуществления обмена веществ и поддержания жизненно важных функций всех органов и тканей.

Массовые обследования, проводимые Институтом питания РАМН, показали, что 80...90 % россиян имеют недостаток витамина С, глубина которого достигает 50...80 %. У 40...80 % населения

обнаруживается недостаточная обеспеченность витаминами В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, фолиевой кислотой; 40...55 % населения испытывают дефицит каротина. Дефицит фолиевой кислоты отмечается у 70...100 % беременных женщин.

Причины дефицита витаминов в рационе современного человека связывают с уменьшением общего количества потребляемой пищи, однообразием рациона, увеличением потребления рафинированных, высококалорийных, но бедных витаминами продуктов, интенсивной технологической переработкой пищевого сырья, консервированием и длительным хранением пищевых продуктов, повышенной потребностью в витаминах у детей в период роста, беременных и кормящих женщин, лиц, страдающих тяжелыми инфекционными и хроническими соматическими заболеваниями, или подвергающихся стрессовым воздействиям, принимающих противозачаточные гормональные средства или другое длительное медикаментозное лечение, приемом алкоголя, курением и т.д.

Витамины – минорные компоненты пищи. Они не обладают пластическими или энергетическими функциями, но без них не происходит ни одна биохимическая реакция. Многие витамины синтезируются микроорганизмами, однако они, тем не менее, относятся к незаменимым факторам питания и должны поступать с пищей в необходимом количестве. Суточные потребности человека в витаминах колеблются в широких диапазонах – от микрограмм (витамин В<sub>12</sub>) до десятков миллиграмм (витамин С).

В настоящее время известны 13 витаминов, абсолютная необходимость которых для организма не вызывает сомнения. Каждый витамин обладает определенной, только ему присущей функцией. Ниже приведены основные функции витаминов и физиологические потребности в них в соответствии с Методическими указаниями МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации".

### **Водорастворимые витамины**

**Витамин С.** Витамин С (формы и метаболиты аскорбиновой кислоты) участвует в окислительно-восстановительных реакциях, функционировании иммунной системы, способствует усвоению железа. Дефицит приводит к рыхлости и кровоточивости десен, носовым кровотечениям вследствие повышенной проницаемости и ломкости кровеносных капилляров. Среднее потребление варьирует в разных странах 70...170 мг/сутки, в РФ 55...70 мг/сутки. Установленный уровень физиологической потребности в разных странах 45...110 мг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления 2000 мг/сутки. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 90 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 30 до 90 мг/сутки.

**Витамин В<sub>1</sub> (тиамин).** Тиамин в форме образующегося из него тиаминдифосфата входит в состав важнейших ферментов углеводного и энергетического обмена, обеспечивающих организм энергией и пластическими

веществами, а также метаболизм разветвленных аминокислот. Недостаток этого витамина ведет к серьезным нарушениям со стороны нервной, пищеварительной и сердечно-сосудистой систем. Среднее потребление варьирует в разных странах 1,1...2,3 мг/сутки, в США до 6,7 мг/сутки, в РФ 1,3...1,5 мг/сутки. Установленный уровень потребности в разных странах 0,9...2,0 мг/сутки. Верхний допустимый уровень не установлен. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 1,5 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 0,3 до 1,5 мг/сутки.

**Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин).** Рибофлавин в форме коферментов участвует в окислительно-восстановительных реакциях, способствует повышению восприимчивости цвета зрительным анализатором и темновой адаптации. Недостаточное потребление витамина В<sub>2</sub> сопровождается нарушением состояния кожных покровов, слизистых оболочек, нарушением светового и сумеречного зрения. Среднее потребление в разных странах от 1,5...7,0 мг/сутки, в РФ 1,0...1,3 мг/сутки. Установленный уровень потребности в разных странах 1,1...2,8 мг/сутки. Верхний допустимый уровень не установлен. При потреблении витамина В<sub>2</sub> в размере 1,8 мг/сутки и более у подавляющего большинства обследованных лиц концентрация рибофлавина в сыворотке крови находится в пределах физиологической нормы. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 1,8 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей 0,4 до 1,8 мг/сутки.

**Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин).** Пиридоксин в форме своих коферментов участвует в превращениях аминокислот, метаболизме триптофана, липидов и нуклеиновых кислот, участвует в поддержании иммунной системы, участвует в процессах торможения и возбуждения в центральной нервной системе, способствует нормальному формированию эритроцитов, поддержанию нормального уровня гомоцистеина в крови. Недостаточное потребление витамина В<sub>6</sub> сопровождается снижением аппетита, нарушением состояния кожных покровов, развитием гомоцистеинемии, анемии. Среднее потребление в разных странах 1,6...3,6 мг/сутки, в РФ 2,1...2,4 мг/сутки. Недостаточная обеспеченность этим витамином обнаруживается у 50...70 % населения РФ. Установленный уровень потребности в разных странах 1,1...2,6 мг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления 25 мг/сутки. Физиологическая потребность для взрослых 2,0 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 0,4 до 2,0 мг/сутки.

**Ниацин.** Ниацин в качестве кофермента участвует в окислительно-восстановительных реакциях энергетического метаболизма. Недостаточное потребление витамина сопровождается нарушением нормального состояния кожных покровов, желудочно-кишечного тракта и нервной системы. Среднее потребление в разных странах 12...40 мг/сутки, в РФ 13...15 мг/сутки. Ниацин может синтезироваться из триптофана (из 60 мг триптофана образуется 1 мг ниацина). Установленный уровень потребности в разных странах 11...25 мг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления ниацина

60 мг/сутки. Физиологическая потребность для взрослых 20 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 5 до 20 мг/сутки.

**Витамин В<sub>12</sub>.** Витамин В<sub>12</sub> играет важную роль в метаболизме и превращениях аминокислот. Фолат и витамин В<sub>12</sub> являются взаимосвязанными витаминами, участвуют в кроветворении. Недостаток витамина В<sub>12</sub> приводит к развитию частичной или вторичной недостаточности фолатов, а также анемии, лейкопении, тромбоцитопении. Среднее потребление в разных странах 4...17 мкг/сутки, в РФ около 3 мкг/сутки. Установленный уровень потребности в разных странах 1,4...3,0 мкг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 3 мкг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 0,3 до 3,0 мкг/сутки.

**Фолаты.** Фолаты в качестве кофермента участвуют в метаболизме нуклеиновых и аминокислот. Дефицит фолатов ведет к нарушению синтеза нуклеиновых кислот и белка, следствием чего является торможение роста и деления клеток, особенно в быстро пролиферирующих тканях: костный мозг, эпителий кишечника и др. Недостаточное потребление фолата во время беременности является одной из причин недоношенности, гипотрофии, врожденных уродств и нарушений развития ребенка. Показана выраженная связь между уровнем фолата, гомоцистеина и риском возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. Среднее потребление в разных странах 210...400 мкг/сутки. Установленный уровень потребности в разных странах 150...400 мкг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления 1000 мкг/сутки. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 400 мкг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 50 до 400 мкг/сутки.

**Пантотеновая кислота.** Пантотеновая кислота участвует в белковом, жировом, углеводном обмене, обмене холестерина, синтезе ряда гормонов, гемоглобина, способствует всасыванию аминокислот и сахаров в кишечнике, поддерживает функцию коры надпочечников. Недостаток пантотеновой кислоты может вести к поражению кожи и слизистых. Среднее потребление в разных странах 4,3...6,3 мг/сутки. Установленный уровень потребности в разных странах 4...12 мг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 5 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 1,0 до 5,0 мг/сутки.

**Биотин.** Биотин участвует в синтезе жиров, гликогена, метаболизме аминокислот. Недостаточное потребление этого витамина может привести к нарушению нормального состояния кожных покровов. Среднее потребление в разных странах 20...53 мкг/сутки. Установленный уровень потребности в разных странах 15...100 мкг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 50 мкг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 10 до 50 мкг/сутки.

### **Жирорастворимые витамины**

**Витамин А.** Витамин А играет важную роль в процессах роста и репродукции, дифференцировки эпителиальной и костной ткани, поддержания иммунитета и зрения. Дефицит витамина А ведет к нарушению темновой

адаптации ("куриная слепота" или гемералопия), ороговению кожных покровов, снижает устойчивость к инфекциям. Среднее потребление в разных странах 530...2000 мкг рет. экв./сутки, в РФ 500...620 мкг рет. экв./сутки. Установленный уровень физиологической потребности в разных странах 600...1500 мкг рет. экв./сутки. Верхний допустимый уровень потребления 3000 мкг рет. экв./сутки. При потреблении витамина А в размере более 900 мкг рет. экв./сутки у подавляющего большинства обследованных концентрация ретинола находится в пределах физиологической нормы. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 900 мкг рет. экв./сутки. Физиологическая потребность для детей от 400 до 1000 мкг рет. экв./сутки.

**β-каротин.** β-каротин является провитамином А и обладает антиоксидантными свойствами. 6 мкг β-каротина эквивалентны 1 мкг витамина А. Среднее потребление в разных странах 1,8...5,0 мг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 5 мг/сутки.

**Витамин Е.** Витамин Е представлен группой токоферолов и токотриенолов, которые обладают антиоксидантными свойствами. Является универсальным стабилизатором клеточных мембран. Необходим для функционирования половых желез, сердечной мышцы. При дефиците витамина Е наблюдаются гемолиз эритроцитов, неврологические нарушения. Среднее потребление в разных странах 6,7...14,6 мг ток. экв./сутки, в РФ 17,8...24,6 мг ток. экв./сутки. Установленный уровень физиологической потребности в разных странах 7...25 мг ток. экв. /сутки. Верхний допустимый уровень потребления 300 мг ток. экв./сутки. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 15 мг ток. экв./сутки. Физиологическая потребность для детей от 3 до 15 мг ток. экв./сутки.

**Витамин D.** Основные функции витамина D связаны с поддержанием гомеостаза кальция и фосфора, осуществлением процессов минерализации костной ткани. Недостаток витамина D приводит к нарушению обмена кальция и фосфора в костях, усилению деминерализации костной ткани, что приводит к увеличению риска развития остеопороза. Среднее потребление в разных странах 2,5...11,2 мкг/сутки. Установленный уровень потребности в разных странах 0...11 мкг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления 50 мкг/сутки. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 10 мкг/сутки, для лиц старше 60 лет 15 мкг/сутки. Физиологическая потребность для детей 10 мкг/сутки.

**Витамин К.** Метаболическая роль витамина К обусловлена его участием в модификации ряда белков свертывающей системы крови и костной ткани. Недостаток витамина К приводит к увеличению времени свертывания крови, пониженному содержанию протромбина в крови. Среднее потребление в разных странах 50...250 мкг/сутки. Установленный уровень потребности в разных странах 55...120 мкг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 120 мкг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 30 до 75 мкг/сутки.

## Антиоксиданты

Современными исследованиями установлено, что одной из основных причин патологических процессов в организме человека, вызывающих преждевременное старение и развитие многих заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых и онкологических, является избыточное накопление в организме свободных радикалов кислорода. Различные факторы внешней и внутренней среды способны нарушать функционирование оксидантно/антиоксидантной системы гомеостаза и приводить к возникновению окислительного стресса в организме человека. Эффективная защита от разрушительного действия свободных радикалов обеспечивается антиоксидантами, которые способны их нейтрализовать.

Антиоксиданты – это соединения, защищающие биологические системы организма от вредных эффектов или реакций, которые могут развиваться при избыточном окислении в организме.

Большинство антиоксидантов организм человека вырабатывает сам. Известные компоненты антиокислительной системы человека делят по локализации на внутриклеточные (витамин Е, убихиноны,  $\beta$ -каротин, ликопин, аскорбиновая кислота, цистеин, глутатион, тирозин, кортикостероидные гормоны, супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза и т.д.) и внеклеточные антиоксиданты (витамин Е,  $\beta$ -каротин, ликопин, кортикостероидные гормоны, билирубин, аскорбиновая кислота, мочевиная кислота и др.). В соответствии с этим антиоксидантная защита делится на систему первичной и вторичной защиты.

По растворимости антиоксиданты делятся на жирорастворимые (витамин Е, витамин А и каротиноиды, стероидные гормоны, билирубин) и водорастворимые (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза, трансферрин, лактоферрин, аскорбиновая кислота, мочевиная кислота, глутатион, альбумин).

Для коррекции окислительно-восстановительного потенциала весьма важно вовремя восполнить возникающий дефицит антиоксидантов, что можно достигнуть дополнительным их введением в виде тех или иных биологически активных пищевых добавок или продуктов функционального питания. С учетом этого разработаны и внедрены в практику разнообразные биологически активные добавки, содержащие антиоксиданты разных классов и их комплексы.

В частности, витамины (**витамин Е, ниацин, витамин D<sub>3</sub>**) оказывают профилактический и лечебный эффект при назначении в течение трех-шести месяцев при сахарном диабете за счет восстановления активности  $\beta$ -клеток поджелудочной железы. Включение в рацион питания детей с различной патологией жирорастворимого антиоксиданта  **$\beta$ -каротина** (препарат "Ветарон"), биофлавоноидов из группы проантоцианидинов (препарат "Мега-Про"), поливитаминного напитка "Золотой шар" является эффективным способом коррекции их антиоксидантного статуса.

Среди природных водорастворимых антиоксидантов особое место занимает **глутатион**, представляющий собой трипептид, состоящий из



цистеина, глутаминовой кислоты и глицина. Глутатион – один из самых мощных антиоксидантов, т.к. является ключевым звеном трех антиоксидантных систем организма из имеющихся четырех. Во всех этих ферментных реакциях глутатион выступает в качестве кофермента и центрального звена. Восстановленный (GSH) глутатион обладает собственной антиоксидантной активностью. Глутатион синтезируется эндогенно различными клетками во всех живых организмах и, будучи мощным антиоксидантом, снижает в организме количество свободных радикалов, ускоряющих, в частности, процессы старения. Выработка глутатиона в организме зависит от возраста. Начиная с 28 лет, его выработка уменьшается с каждым годом примерно на 1 %. В современные антиоксидантные комплексы (препарат "Mega Protect 4 Life") он входит вместе с другими антиоксидантами, а также с магнием, селеном, липоевой кислотой в состав мультивитаминов (препарат "Super Mega 50").

Второй по значимости среди водорастворимых антиоксидантов является **аскорбиновая кислота**, которая играет важную роль в антиоксидантной защите структур головного мозга.

Синергистом и повсеместным спутником природной аскорбиновой кислоты является система физиологически активных фенольных соединений. **Растительные фенольные соединения** – это мощные антиоксиданты, они защищают клетки нашего организма от повреждающего действия свободных радикалов и поддерживают их нормальные функции, а также замедляют процессы старения.

Своеобразным натуральным антиоксидантом является **ликопин**. Это красный пигмент, находящийся в таких плодах, как томат, абрикос, розовый грейпфрут, гуава, арбуз и папайя. Несмотря на то, что ликопин относится к каротиноидам, он не обладает А-витаминной активностью. Основная функция ликопина в человеческом организме – антиоксидантная (почти в три раза более активен, чем  $\beta$ -каротин). Потребление ликопина, а также ликопинсодержащих продуктов приводит к достоверному уменьшению маркеров окислительного стресса у человека. Снижение окислительного стресса, в свою очередь, замедляет развитие атеросклероза, а также обеспечивает защиту ДНК, что может предотвращать онкогенез. Ликопин самый сильный каротиноид-антиоксидант, присутствующий в крови человека.

Источником естественных антиоксидантов является зеленый чай, присутствие в котором, например, такого мощного антиоксиданта, как **галлат эпигаллокатехина**, препятствует развитию раковых опухолей за счет нейтрализации образующихся в организме свободных радикалов, повреждающих ДНК и нарушающих нормальное протекание клеточных процессов.

Мощным антиоксидантом является **альфа-липовая кислота** (6,8-дитиооктановая кислота), нейтрализующая свободные радикалы, которые могут вызывать повреждения клеток. Она замедляет все виды свободно-радикальных процессов окисления, протекающих в нервных клетках, мозговых тканях,

артериях и печени. Это позволяет ей содействовать лечению разнообразных заболеваний. Альфа-липоевая кислота имеется в таких продуктах, как шпинат, брокколи, морковь свекла, пивные дрожжи. Но наиболее богаты ей субпродукты (почки, печень, сердце). В небольших количествах вырабатывается в человеческом организме. С возрастом в организме человека вырабатывается все меньше липоевой кислоты. Поэтому рекомендуется принимать пищевые добавки, в которых содержится это вещество. В 1 таблетке антиоксидантного комплекса "Mega Protect 4 Life" содержится 100 мкг липоевой кислоты.

"Элексиром молодости" называют антиоксидант коэнзим Q10 (**убихинон**). Этот фермент наш организм вырабатывает самостоятельно, но с возрастом биосинтез такого вещества также постепенно снижается. Лекарственный аналог коэнзима Q10 – эффективное дополнительное средство при лечении ряда заболеваний (особенно сердечно-сосудистых) и для замедления процесса старения организма.

Для повышения антиоксидантной защиты организма рекомендуется принимать биологически активные добавки, содержащие антиоксидантные комплексы, которые обладают значительно более широкими возможностями, чем только один антиоксидант.

В заключение хочется отметить, что в природе не существует таких продуктов питания, в которых присутствуют все необходимые организму человека витамины. Расчеты показывают, что даже самый сбалансированный и разнообразный рацион на 2500 ккал, что соответствует средним энергозатратам современного человека, дефицитен по большинству витаминов на 20...30 %.

Таким образом, проблема оптимальной обеспеченности населения витаминами в современных условиях оказывается неразрешимой традиционными методами, т.е. только за счет увеличения потребления натуральных продуктов – витаминносителей. Она требует качественно новых подходов.

Надежным путем, гарантирующим эффективное решение этой проблемы, является включение в рацион специализированных пищевых продуктов, обогащенных этими ценными биологически активными пищевыми веществами до уровня, соответствующего физиологическим потребностям человека. Добавление витаминов в продукты питания в процессе производства обеспечивает доведение их до самых широких масс населения, повышение витаминной ценности пищи без какого-либо увеличения ее калорийности, что особенно важно для профилактики нарушений жирового обмена и сердечно-сосудистых заболеваний. Основные принципы обогащения пищевых продуктов витаминами приведены ниже (см.п.3.4).

### 3.4.Функциональная роль минеральных элементов



Необходимые для нормального питания неорганические вещества делятся на две группы: макроэлементы (кальций, фосфор, магний, калий, натрий, хлор), содержащиеся в пище в относительно больших количествах, и микроэлементы (железо, цинк, йод, медь, марганец, селен, хром, молибден, фтор), концентрация которых невелика. Общее содержание минеральных веществ составляет 3...5 % массы тела. Содержание их в продуктах питания невелико 0,03...1,9 %.

Ниже приведены основные функции минеральных веществ и физиологические потребности в них в соответствии с Методическими указаниями МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации".

#### Макроэлементы

**Кальций.** Необходимый элемент минерального матрикса кости, выступает регулятором нервной системы, участвует в мышечном сокращении. Дефицит кальция приводит к деминерализации позвоночника, костей таза и нижних конечностей, повышает риск развития остеопороза. Среднее потребление в разных странах 680...950 мг/сутки, в РФ 500...750 мг/сутки. Установленный уровень потребности 500...1200 мг/сутки. Верхний допустимый уровень 2500 мг/сутки. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 1000 мг/сутки, для лиц старше 60 лет 1200 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 400 до 1200 мг/сутки.

**Фосфор.** В форме фосфатов принимает участие во многих физиологических процессах, включая энергетический обмен (в виде высокоэнергетического АТФ), регуляцию кислотно-щелочного баланса, входит в состав фосфолипидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот, участвует в клеточной регуляции путем фосфорилирования ферментов, необходим для минерализации костей и зубов. Дефицит приводит к анорексии, анемии, рахиту. Оптимальное для всасывания и усвоения кальция соотношение содержания кальция к фосфору в рационе составляет 1:1, а в рационе россиян приближается к 1:2. Среднее потребление в разных странах 1110...1570 мг/сутки, в РФ 1200 мг/сутки. Установленные уровни потребности 550...1400 мг/сутки. Верхний допустимый уровень не установлен. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 800 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 300 до 1200 мг/сутки.

**Магний.** Является кофактором многих ферментов, в том числе энергетического метаболизма, участвует в синтезе белков, нуклеиновых кислот,

обладает стабилизирующим действием для мембран, необходим для поддержания гомеостаза кальция, калия и натрия. Недостаток магния приводит к гипомагниемии, повышению риска развития гипертонии, болезней сердца. Среднее потребление в разных странах 210...350 мг/сутки, в РФ 300 мг/сутки. Установленные уровни потребности 200...500 мг/сутки. Верхний допустимый уровень не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 400 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 55 до 400 мг/сутки.

**Калий.** Калий является основным внутриклеточным ионом, принимающим участие в регуляции водного, кислотного и электролитного баланса, участвует в процессах проведения нервных импульсов, регуляции давления. Среднее потребление в разных странах 2650...4140 мг/сутки, в РФ 3100 мг/сутки. Установленные уровни потребности 1000...4000 мг/сутки. Верхний допустимый уровень не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 2500 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 400 до 2500 мг/сутки.

**Натрий.** Основной внеклеточный ион, принимающий участие в переносе воды, глюкозы крови, генерации и передаче электрических нервных сигналов, мышечном сокращении. Клинические проявления гипонатриемии выражаются как общая слабость, апатия, головные боли, гипотония, мышечные подергивания. Среднее потребление 3000...5000 мг/сутки. Установленный уровень потребности 1300...1600 мг/сутки. Верхний допустимый уровень не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 1300 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 200 до 1300 мг/сутки.

**Хлориды.** Хлор необходим для образования и секреции соляной кислоты в организме. Среднее потребление 5000...7000 мг/сутки. Установленный уровень потребности 2000...2500 мг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 2300 мг/сутки. Физиологическая потребность детей от 300 до 2300 мг/сутки.

### Микроэлементы

**Железо.** Входит в состав различных по своей функции белков, в том числе ферментов. Участвует в транспорте электронов, кислорода, обеспечивает протекание окислительно-восстановительных реакций и активацию перекисного окисления. Недостаточное потребление ведет к гипохромной анемии, миоглобиндефицитной атонии скелетных мышц, повышенной утомляемости, миокардиопатии, атрофическому гастриту. Среднее потребление в разных странах 10...22 мг/сутки, в РФ 17 мг/сутки. Установленные уровни потребностей для мужчин 8...10 мг/сутки и для женщин 15...20 мг/сутки. Верхний допустимый уровень не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 10 мг/сутки (для мужчин) и 18 мг/сутки (для женщин). Физиологическая потребность для детей от 4 до 18 мг/сутки.

**Цинк.** Входит в состав более 300 ферментов, участвует в процессах синтеза и распада углеводов, белков, жиров, нуклеиновых кислот и в регуляции экспрессии ряда генов. Недостаточное потребление приводит к анемии, вторичному иммунодефициту, циррозу печени, половой дисфункции, наличию

пороков развития плода. Исследованиями последних лет выявлена способность высоких доз цинка нарушать усвоение меди и тем способствовать развитию анемии. Среднее потребление 7,5...17,0 мг/сутки. Установленные уровни потребности 9,5...15,0 мг/сутки. Верхний допустимый уровень 25 мг/сутки. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 12 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 3 до 12 мг/сутки.

**Йод.** Участвует в функционировании щитовидной железы, обеспечивая образование гормонов (тироксина и трийодтиронина). Необходим для роста и дифференцировки клеток всех тканей организма человека, митохондриального дыхания, регуляции трансмембранного транспорта натрия и гормонов. Недостаточное поступление приводит к эндемическому зобу с гипотиреозом и замедлению обмена веществ, артериальной гипотензии, отставанию в росте и умственном развитии у детей. Потребление йода с пищей широко варьирует в различных геохимических регионах: 65...230 мкг/сутки. Установленные уровни потребности 130...200 мкг/сутки. Верхний допустимый уровень 600 мкг/сутки. Физиологическая потребность для взрослых 150 мкг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 60 до 150 мкг/сутки.

**Медь.** Входит в состав ферментов, обладающих окислительно-восстановительной активностью и принимающих участие в метаболизме железа, стимулирует усвоение белков и углеводов. Участвует в процессах обеспечения тканей организма человека кислородом. Клинические проявления недостаточного потребления проявляются нарушениями формирования сердечно-сосудистой системы и скелета, развитием дисплазии соединительной ткани. Среднее потребление 0,9...2,3 мг/сутки. Установленные уровни потребности 0,9...3,0 мг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления 5 мг/сутки. Физиологическая потребность для взрослых 1,0 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 0,5 до 1,0 мг/сутки.

**Марганец.** Участвует в образовании костной и соединительной ткани, входит в состав ферментов, включающихся в метаболизм аминокислот, углеводов, катехоламинов; необходим для синтеза холестерина и нуклеотидов. Недостаточное потребление сопровождается замедлением роста, нарушениями в репродуктивной системе, повышенной хрупкостью костной ткани, нарушениями углеводного и липидного обмена. Среднее потребление 1...10 мг/сутки. Установленные уровни потребности 2...5 мг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления 5 мг/сутки. Физиологическая потребность для взрослых 2 мг/сутки.

**Селен.** Эссенциальный элемент антиоксидантной системы защиты организма человека, обладает иммуномодулирующим действием, участвует в регуляции действия тиреоидных гормонов. Дефицит приводит к болезни Кашина-Бека (остеоартроз с множественной деформацией суставов, позвоночника и конечностей), болезни Кешана (эндемическая миокардиопатия), наследственной тромбастении. Среднее потребление 28...110 мкг/сутки. Установленные уровни потребности 30...75 мкг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления 300 мкг/сутки. Физиологическая

потребность для взрослых 55 мкг/сутки (для женщин); 70 мкг/сутки (для мужчин). Физиологическая потребность для детей от 10 до 50 мкг/сутки.

**Хром.** Участвует в регуляции уровня глюкозы крови, усиливая действие инсулина. Дефицит приводит к снижению толерантности к глюкозе. Среднее потребление 25...160 мкг/сутки. Установленные уровни потребности 30...100 мкг/сутки. Верхний допустимый уровень не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 50 мкг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 11 до 35 мкг/сутки.

**Молибден.** Является кофактором многих ферментов, обеспечивающих метаболизм серосодержащих аминокислот, пуринов и пиримидинов. Среднее потребление 44...500 мкг/сутки. Установленные уровни потребности 45...100 мкг/сутки. Верхний допустимый уровень 600 мкг/сутки. Физиологическая потребность для взрослых 70 мкг/сутки.

**Фтор.** Иницирует минерализацию костей. Недостаточное потребление приводит к кариесу, преждевременному стиранию эмали зубов. Среднее потребление 0,5...6,0 мг/сутки. Установленные уровни потребности 1,5...4,0 мг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления 10 мг/сутки. Рекомендуемая физиологическая потребность для взрослых 4 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей от 1,0 до 4,0 г/сутки.

Пищевые продукты, обогащенные витаминами и минеральными веществами, входят в обширную группу продуктов функционального назначения. При их разработке и производстве необходимо руководствоваться следующими принципами.

*Принцип первый.* Для обогащения пищевых продуктов следует использовать те микронутриенты, дефицит которых реально имеет место, достаточно широко распространен и небезопасен для здоровья. В условиях России это, прежде всего, витамин С, витамины группы В, фолиевая кислота, β-каротин, из минеральных веществ – йод, железо и кальций.

*Принцип второй.* Обогащать витаминами и минеральными веществами следует, прежде всего, продукты массового потребления, доступные для всех групп детского и взрослого населения и регулярно используемые в ежедневном питании. К ним, в первую очередь, относятся мука и хлебобулочные изделия, молоко, кисломолочные продукты, соль, сахар, напитки, продукты детского питания.

*Принцип третий.* Добавляемые витамины и минеральные вещества не должны ухудшать потребительские свойства продуктов: уменьшать содержание и усвояемость других имеющихся в них пищевых веществ, существенно изменять вкус, аромат, свежесть, сокращать срок их хранения.

*Принцип четвертый.* Необходимо учитывать возможность химического взаимодействия обогащающих добавок между собой и с компонентами обогащаемого продукта и выбирать такие их сочетания, формы, способы и

стадии внесения, которые обеспечивают их максимальную сохранность в процессе производства и хранения.

*Принцип пятый.* Рекомендованное, т.е. гарантируемое производителем, содержание витаминов и минеральных веществ в обогащенном ими продукте питания должно быть достаточным для удовлетворения не менее 15 % (оптимально 25...50 %) средней суточной потребности в этих микронутриентах при обычном уровне потребления обогащенного продукта.

*Принцип шестой.* Количество витаминов и минеральных веществ, дополнительно вносимых в обогащаемые ими продукты, должно быть рассчитано с учетом их возможного естественного содержания в исходном продукте или сырье, используемом для его изготовления, а также потерь в процессе производства и хранения с тем, чтобы обеспечить содержание этих минеральных веществ на уровне, не ниже регламентируемого и в течение всего срока годности обогащенного продукта.

*Принцип седьмой.* Регламентируемое содержание витаминов и минеральных веществ в обогащаемых ими продуктах должно быть указано на индивидуальной упаковке и строго контролироваться как производителем, так и органами государственного надзора.

*Принцип восьмой.* Эффективность обогащенных продуктов должна быть убедительно подтверждена апробацией на репрезентативных группах людей, демонстрирующей не только их полную безопасность и приемлемые качества, но также хорошую усвояемость, способность существенно улучшать обеспеченность организма витаминами и минеральными веществами и связанные с этими веществами показатели здоровья.

### **3.5. Ненасыщенные жирные кислоты как компоненты продуктов функционального питания**



Жиры (липиды), поступающие с пищей, являются концентрированным источником энергии (1 г жира при окислении в организме дает 9 ккал). Физиологическая потребность в жирах от 70 до 154 г/сутки для мужчин и от 60 до 102 г/сутки для женщин. Физиологическая потребность в жирах для детей до года 5,5...6,5 г/кг массы тела, для детей старше года от 40 до 97 г/сутки.

Жиры (липиды) представляют собой на 99...99,5 % смесь триглицеридов жирных кислот (сложные эфиры глицерина и жирных кислот), оставшаяся часть приходится на воски и фосфолипиды, а также свободные жирные

кислоты, липохромы, токоферолы, витамины и другие вещества, сообщающие маслам окраску, вкус и запах.

Основные структурные элементы триглицеридов – жирные кислоты – значительно различаются по длине углеродной цепи, числу и положению в ней двойных связей, пространственной конфигурацией. Жиры растительного и животного происхождения имеют различный состав жирных кислот, определяющий их физические свойства и физиолого-биохимические эффекты. Жирные кислоты подразделяются на два основных класса – насыщенные и ненасыщенные.

*Насыщенные жирные кислоты.* Насыщенность жира определяется количеством атомов водорода, которое содержит каждая жирная кислота. Жирные кислоты со средней длиной цепи (каприловая  $C_{8:0}$ , каприновая  $C_{10:0}$ , лауриновая  $C_{12:0}$ , миристиновая  $C_{14:0}$ ) способны усваиваться в пищеварительном тракте без участия желчных кислот и панкреатической липазы, не депонируются в печени и подвергаются  $\beta$ -окислению. Животные жиры могут содержать насыщенные жирные кислоты с длиной цепи до двадцати и более атомов углерода, они имеют твердую консистенцию и высокую температуру плавления. К таким животным жирам относятся бараний, говяжий, свиной и ряд других. Всасывание длинноцепочечных кислот, особенно пальмитиновой  $C_{16:0}$  и стеариновой  $C_{18:0}$ , затруднено, т.к. их температура плавления выше температуры тела человека. Высокое потребление насыщенных жирных кислот является важнейшим фактором риска развития диабета, ожирения, сердечно-сосудистых и других заболеваний. Потребление насыщенных жирных кислот для взрослых и детей должно составлять не более 10 % от калорийности суточного рациона.

*Мононенасыщенные жирные кислоты.* К мононенасыщенным жирным кислотам относятся миристолеиновая  $C_{14:1}$  и пальмитолеиновая  $C_{16:1}$  (жиры рыб и морских млекопитающих), а также олеиновая кислота  $C_{18:1}$  (оливковое, сафлоровое, кунжутное, рапсовое масла). Мононенасыщенные жирные кислоты, помимо их поступления с пищей, в организме синтезируются из насыщенных жирных кислот и частично из углеводов. Физиологическая потребность в мононенасыщенных жирных кислотах для взрослых должна составлять 10 % от калорийности суточного рациона.

*Полиненасыщенные жирные кислоты.* Жирные кислоты с двумя и более двойными связями между углеродными атомами называются полиненасыщенными (ПНЖК). Особое значение для организма человека имеют такие ПНЖК как линолевая  $C_{18:2}$ , линоленовая  $C_{18:3}$ , являющиеся структурными элементами клеточных мембран и обеспечивающие нормальное развитие и адаптацию организма человека к неблагоприятным факторам окружающей среды. ПНЖК являются предшественниками образующихся из них биорегуляторов – эйкозаноидов. Физиологическая потребность в ПНЖК для взрослых 6...10 % от калорийности суточного рациона. Физиологическая потребность в ПНЖК для детей 5...10 % от калорийности суточного рациона.



Согласно рекомендациям ВОЗ для оздоровления рациона питания необходимо ограничить количество жиров до 30 % суточной калорийности. Соответственно насыщенные жиры не должны превышать 10 %, полиненасыщенные 7 %, мононенасыщенные 13 % суточного содержания жиров.

Важнейшей характеристикой жира является состав образующих его жирных кислот, который должен быть сбалансирован по соотношению ПНЖК семейств  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3.

*Омега-6 ( $\omega$ -6) и Омега-3 ( $\omega$ -3) ПНЖК.* Двумя основными группами ПНЖК являются кислоты семейств  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3:

❖ кислоты семейства  $\omega$ -3. В структуре жирной кислоты первая двойная связь находится у третьего атома углерода, считая от концевой метильной группы. К ним относятся:

- $\alpha$ -линоленовая (цис-9,12,15-октадекатриеновая)  $C_{18:3}$   
 $CH_3-CH_2-(CH=CH-CH_2)_3-(CH_2)_6COOH$ ;
- эйкозапентаеновая (цис-5,8,11,14,17-эйкозапентаеновая)  $C_{20:5}$   $CH_3-CH_2-(CH=CH-CH_2)_5-(CH_2)_2COOH$ ;
- докозапентаеновая (цис-7,10,13,16,19-докозапентаеновая)  $C_{22:5}$ ,  
 $CH_3-CH_2-(CH=CH-CH_2)_5-(CH_2)_4COOH$ ;
- цис-4,7,10,13,16,19-докозагексаеновая  $C_{22:6}$   
 $CH_3-CH_2-(CH=CH-CH_2)_6-CH_2COOH$ ;

❖ кислоты семейства  $\omega$ -6. В структуре жирной кислоты первая двойная связь находится у шестого атома углерода, считая от концевой метильной группы:

- линолевая (цис-9,12-октадекадиеновая)  $C_{18:2}$   
 $CH_3(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$ ;
- $\gamma$ -линоленовая (цис-6,9,12-октадекатриеновая)  $C_{18:3}$   
 $CH_3(CH_2)_4-(CH=CH-CH_2)_3-(CH_2)_3-COOH$ ;
- арахидоновая (цис-5,8,11,14-эйкозатетраеновая)  $C_{20:4}$   
 $CH_3(CH_2)_4-(CH=CH-CH_2)_4-(CH_2)_2-COOH$ .

Жирные кислоты  $\omega$ -6 содержатся практически во всех растительных маслах и орехах. Жирные кислоты  $\omega$ -3 также содержатся в ряде масел (льняном, из семян крестоцветных, соевом). Основным пищевым источником  $\omega$ -3 жирных кислот являются жирные сорта рыб и некоторые морепродукты.

*Физиологические аспекты применения ПНЖК.* Физиологическая потребность для взрослых составляет 8...10 г/сутки  $\omega$ -6 жирных кислот, и 0,8...1,6 г/сутки  $\omega$ -3 жирных кислот или 5...8 % от калорийности суточного рациона для  $\omega$ -6 и 1...2 % от калорийности суточного рациона для  $\omega$ -3. Физиологическая потребность в  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 жирных кислотах 4...9 % и 0,8...1 % от калорийности суточного рациона для детей от 1 года до 14 лет и 5...8 % и 1...2 % для детей от 14 до 18 лет, соответственно.

Основные направления физиологического воздействия полиненасыщенных кислот семейств  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 в снижении риска развития заболеваний представлены на рис. 11.



Рис.11. Основные направления физиологического воздействия полиненасыщенных кислот в снижении риска заболеваний

Не все жирные кислоты могут быть синтезированы в организме, т.к. синтез ненасыщенных жирных кислот из-за отсутствия соответствующих ферментов прерывается на олеиновой кислоте. К несинтезируемым в организме относятся жирные кислоты с двумя и более ненасыщенными связями ( $\gamma$ -линолевая и  $\alpha$ -линоленовая кислоты), называемые незаменимыми или эссенциальными.

Пути метаболизма  $\gamma$ -линолевой и  $\alpha$ -линоленовой кислот различны и протекают отдельно (рис.12).

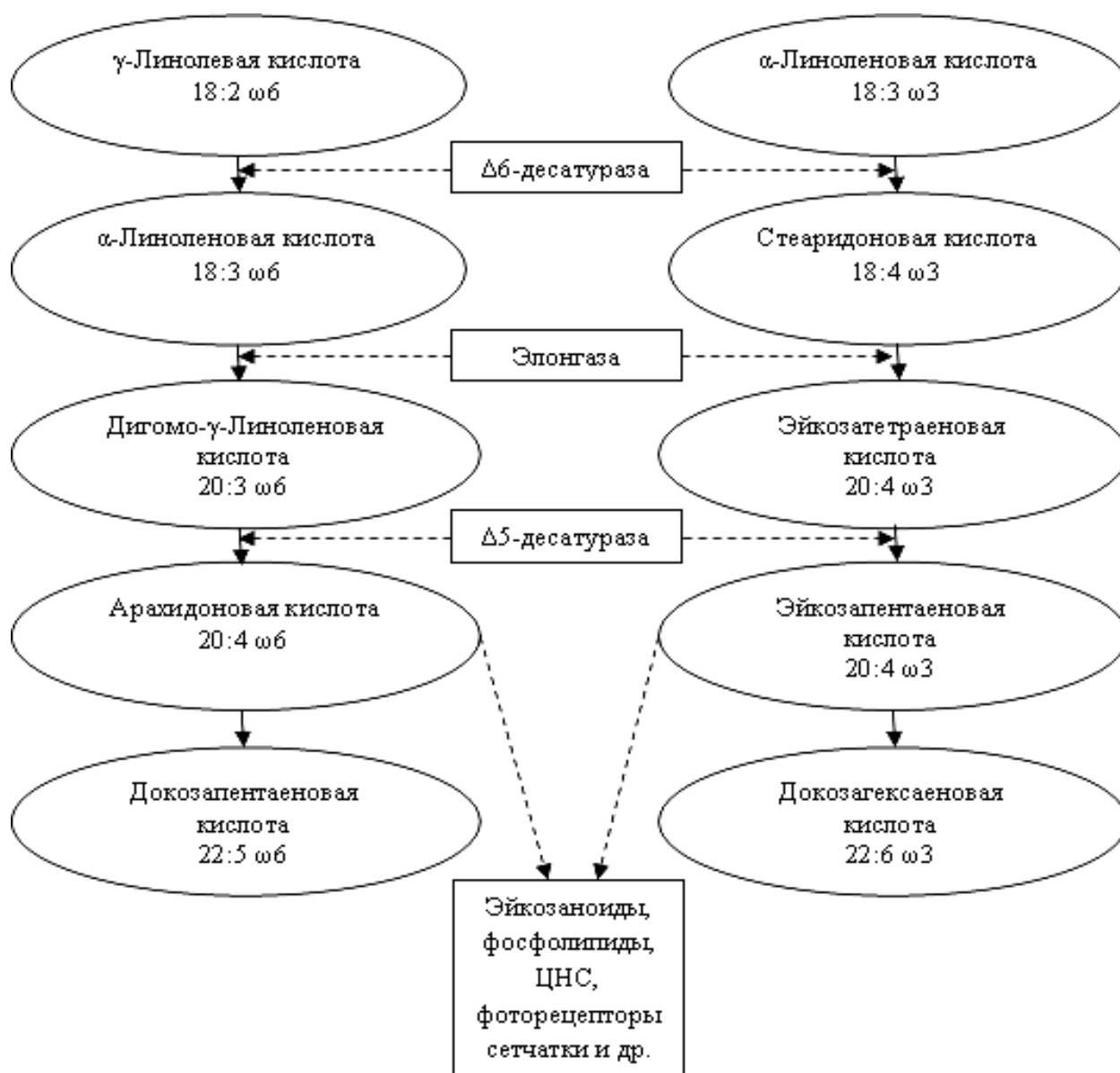


Рис.12. Схема метаболических превращений  $\gamma$ -линолевой и  $\alpha$ -линоленовой кислот

Представители семейств  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 не превращаются друг в друга, а образуют самостоятельные ряды метаболитов. В ходе катализируемых ферментами реакций удлинения и дегидрирования из  $\gamma$ -линолевой кислоты образуются другие кислоты ряда  $\omega$ -6, в т.ч.  $\gamma$ -линоленовая, арахидоновая и докозапентаеновая кислоты, а из  $\alpha$ -линоленовой кислоты – кислоты ряда  $\omega$ -3, включая эйкозапентаеновую и докозагексаеновую кислоты. ПНЖК включаются в организме в липидный баланс клеточных мембран и участвуют в их построении. Установлено, что свыше одной трети жирных кислот в составе мембран липидов приходится на ПНЖК с 20...22 атомами углерода, имеющими 2...6 двойных связей, причем наибольшая доля в этой группе принадлежит арахидоновой кислоте.

Однако арахидоновая кислота практически не поступает с пищей, она синтезируется в организме человека из  $\gamma$ -линолевой кислоты, взаимодействуя с

витаминами группы В. Для нормальной жизнедеятельности каждому человеку ежедневно требуется 2 г арахидоновой кислоты. Любой её избыток запускает целую серию смертельно опасных процессов. Поэтому всегда необходимо блокировать источник её синтеза –  $\gamma$ -линолевую кислоту при помощи  $\alpha$ -линоленовой кислоты.

Оптимальное соотношение в суточном рационе  $\omega$ -6 к  $\omega$ -3 жирных кислот должно составлять (5-10):1 и диктуется тем, что при одновременном поступлении в организм возникают конкурентные взаимоотношения в метаболизме этих кислот, что влияет на синтез арахидоновой кислоты.

Таким образом, ПНЖК могут поступать в организм человека с рационом питания в разных количествах, но реализация их биологического действия возможна только при соблюдении конкретного соотношения кислот  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3. Рекомендуемое в настоящее время Институтом питания РАМН РФ соотношение ПНЖК семейств  $\omega$ -6: $\omega$ -3 в рационе здорового человека составляет (5-10):1, в лечебном питании (3-5):1.

Анализ фактического питания в отдельных странах выявил значительные различия в потреблении эссенциальных жирных кислот и их соотношениях: так, у эскимосов соотношение  $\omega$ -6: $\omega$ -3 составляет 1:0,37; в Англии 8:1; в США 10:1; в Дании 1:3,6; в Норвегии 1:4,7; в Японии 2:1. Мониторинг фактического питания населения России свидетельствует о том, что реально эти ПНЖК поступают в организм в соотношении от 10:1 до 30:1. Таким образом, мы постоянно испытываем дефицит ПНЖК семейства  $\omega$ -3.

Исследование жирнокислотного состава природных масел показало, что в природе не существует "идеального" масла с составом, обеспечивающим поступление в организм человека необходимых жирных кислот в нужном количестве и правильном соотношении. Так, соотношение ПНЖК семейств  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 в растительных маслах составляет: в подсолнечном 830:1, кукурузном 62:1, соевом 6:1, рапсовом низкоэруковым 2:1, рыжиковом 0,48:1, льняном 0,26:1 и т.д.

Существует несколько путей обеспечения организма ПНЖК:

- увеличение в питании доли масел с повышенным содержанием  $\omega$ -3 ПНЖК (льняное, рыжиковое, рапсовое масла);
- применение в питании биологически активных добавок в виде масляных препаратов и порошков с высоким (до 30 %) содержанием ПНЖК  $\omega$ -3;
- получение и применение в питании купажированных растительных масел с требуемым содержанием и соотношением кислот  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3;
- использование купажированных растительных масел в производстве продуктов питания (молочные, жировые продукты, продукты детского питания).

*Технологические аспекты обогащения продуктов ПНЖК.* Наиболее эффективным способом получения сбалансированных по составу и соотношению ПНЖК семейств  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 является использование купажированных растительных масел. При этом источником  $\gamma$ -линолевой

кислоты служат растительные масла: подсолнечное, кукурузное, хлопковое, где эта кислота составляет более половины суммы всех жирных кислот. Соевое, рапсовое, горчичное, льняное, рыжиковое, конопляное масла служат источником  $\alpha$ -линоленовой кислоты.

Результатом многолетней работы ВНИИ жиров стал утвержденный СТО ВНИИЖ 001-00334534-2007 «Масла растительные – смеси с оптимизированным жирнокислотным составом». В данном стандарте представлены 11 рецептур смесей, состоящих также из доступных, технологически удобных масел – в основном подсолнечного и пяти других видов масел: соевого, рапсового, кукурузного, оливкового, горчичного разной степени очистки. Стандарт преследует цель расширить ассортимент масел со сбалансированным жирнокислотным составом и установить единые требования к смесям масел.

Преимущества использования растительных масел для коррекции недостаточности ПНЖК перед содержащими их биологически активными добавками заключаются в том, что растительные масла являются традиционным пищевым продуктом, не дают осложнений и побочных реакций в организме, а также значительно дешевле биологически активных добавок, что важно для малообеспеченных групп населения.

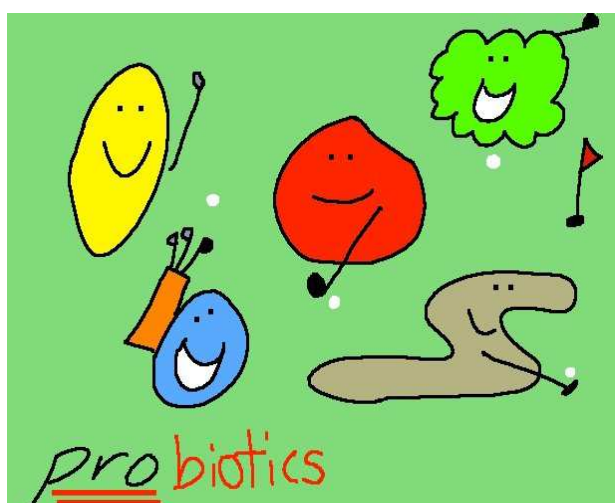
Другим приемом коррекции жирового рациона является обогащение продуктов коммерческими препаратами кислот семейств  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6. Ведущие производители пищевых ингредиентов выпускают ряд препаратов, представляющих собой рыбий жир, масляные экстракты растений – источников ПНЖК или очищенные формы последних. Например, на рынке представлены препараты эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот в виде рафинированного и дезодорированного масла или порошка с гарантированным содержанием  $\omega$ -3 не менее 25...30 %, стабилизированные антиоксидантами и не ухудшающие вкус готовых продуктов.

Введение в пищевую систему ПНЖК обязывает производителя уделять особое внимание предотвращению окисления этих веществ. Эффективное обогащение ими продуктов питания возможно при соблюдении ряда обязательных условий:

- ✓ в ходе технологического процесса воздействие тепла, света, влаги, кислорода должно быть минимальным;
- ✓ для предотвращения окисления ПНЖК в обогащаемые продукты следует добавлять антиоксиданты;
- ✓ следует использовать оборудование из нержавеющей стали, т. к. соприкосновение с ионами металлов приводит к появлению посторонних запахов в продукте, может ускорить окислительный процесс;
- ✓ при выборе ароматизатора следует учитывать, что ПНЖК могут взаимодействовать с ним с образованием посторонних запахов;

- ✓ при использовании масляных форм ПНЖК часть рецептурного количества жиров и масел должна быть замещена соответствующим количеством масла препарата;
- ✓ препараты в порошкообразной форме вносятся вместе с другими сыпучими ингредиентами после тщательного перемешивания с ними;
- ✓ препарат должен храниться в упаковке, защищающей его от нагревания, действия света и кислорода в течение всего срока годности;
- ✓ препараты ПНЖК хранят в сухом прохладном месте или в морозильной камере.

### 3.6. Пробиотики как компоненты продуктов функционального питания



Термин "пробиотик" – противоположный по смыслу термину "антибиотик". Побочным действием антибиотиков является уничтожение полезной внутренней микрофлоры. Пробиотики восстанавливают микробный баланс в организме человека. Термин "пробиотик" в буквальном переводе двух слов "про" и "био" – означает "для жизни".

В табл. 7 представлены некоторые исторические этапы развития концепции термина "пробиотики".

Можно выделить несколько групп микроорганизмов, которые используются в лечебных препаратах – пробиотиках и пищевых (пробиотических) продуктах: бифидобактерии (*Bifidobacterium bifidum*, *B. Infantis*, *B. Longum*, *B. Breve*, *B. Adolescentis*, *B. Lactis*, *B. Animals*, *B. Thermophilum*), лактобациллы (*Lactobacillus acidophilus*, *L. Plantarium*, *L. Casei* spp. *Ramnosus*, *L. Brevis*, *L. Delbrueckii* spp. *Bulgaricus*, *L. Helveticus*, *L. Fermentum*, *L. Reuteri*, *L. Cellobiosus*, *L. Curvatus*), лактококки (*Lactococcus* spp. *Cremonis*, *L. Lactis* spp. *Lactis*), кишечная палочка (*Escherichia coli*), энтерококки (*Enterococcus faecium*, *E. Faecalis*), стрептококки (*Streptococcus salivarius* spp. *Thermophilus*, *S. Cremoris*, *S. Lactis*, *S. Diaacetylactis*, *S. Intermedius*), пропионибактерии (*Propionibacterium acnes*), бациллы (*Bacillus subtilis*, *B. Cereus*, *B. Licheniformis*), грибы – сахаромицеты (*Saccharomyces boulardii*, *S. Cerevisiae*).

## Некоторые этапы развития концепции термина "пробиотики"

Lilly, Stilwell (1965). Пробиотики – это микробные метаболиты, стимулирующие рост микроорганизмов
Sperti (1971). Пробиотики – это экстракты любых тканей, стимулирующие рост микроорганизмов
Parker (1974). Пробиотики – это микробные препараты, регулирующие микробную экологию пищеварительного тракта
Fuller (1989). Пробиотики – это препараты из живых микроорганизмов, оказывающие на макроорганизм благотворный эффект через коррекцию кишечной микрофлоры
Fuller (1995). Пробиотики – это препараты из живых микроорганизмов или стимуляторы роста микробного, животного или растительного происхождения, оказывающие благоприятное влияние на индигенную микрофлору
Gibson, Roberfroid (1995). Пробиотики – это пищевые добавки микробного происхождения, проявляющие свои позитивные свойства на макроорганизм через регуляцию кишечной микрофлоры
Б. А. Шендеров, М. А. Манвелова (1997, 2000). Пробиотики – это живые организмы и/или вещества микробного или иного происхождения, оказывающие при естественном способе введения благоприятные эффекты на физиологические функции, биохимические и поведенческие реакции организма хозяина через оптимизацию его микрoэкологического статуса
ГОСТ Р 52349-2005. Пробиотик – физиологический функциональный пищевой ингредиент в виде полезных для человека (непатогенных и нетоксичных) живых микроорганизмов, обеспечивающий при систематическом употреблении человеком в пищу непосредственно в виде препаратов или биологически активных добавок к пище, либо в составе пищевых продуктов благоприятное воздействие на организм в результате нормализации состава и/или повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника

Различают следующие категории пробиотиков:

- ❖ монопробиотики – пробиотики, приготовленные на основе одного вида вышеуказанных микроорганизмов;
- ❖ ассоциированные пробиотики – пробиотики, приготовленные из штаммов нескольких видов микроорганизмов (от 2 до 30);
- ❖ гомопробиотики – пробиотики действительным началом которых являются штаммы нормальной микрофлоры, происхождение которой совпадает с видовой принадлежностью реципиента (от человека к человеку);

- ❖ гетеропробиотики – пробиотики, действительным началом которых являются штаммы нормальной микрофлоры, происхождение которой не совпадает с видовой принадлежностью реципиента (от животного к человеку);
- ❖ аутопробиотики – штаммы нормальной микрофлоры, изолированные (выделенные) от конкретного индивидуума и предназначенные для коррекции его микроэкологии.

Долговременное применение пробиотиков и оценка их эффективности и безопасности позволили выработать строгие требования, которым должны соответствовать эти средства, а именно:

- содержать микроорганизмы, пробиотический эффект которых доказан в контролируемых исследованиях;
- обладать стабильной клинической эффективностью;
- быть непатогенными и нетоксичными, не вызывать побочных эффектов при длительном применении;
- оказывать положительное влияние на организм "хозяина" (например, увеличивать резистентность к инфекциям);
- обладать колонизационным потенциалом, т.е. сохраняться в пищеварительном тракте до достижения максимального положительного эффекта (быть устойчивым к низкой кислотности, органическим и желчным кислотам, антимикробным токсинам и ферментам, продуцируемым патогенной микрофлорой);
- быть стабильными и сохранять жизнеспособные бактерии при длительном сроке хранения.

Принципиальные требования также предъявляются и к штаммам бактерий, на основе которых создаются пробиотики. Они должны:

- быть выделены от здоровых людей и идентифицированы до вида по фено- и генотипическим признакам;
- иметь генетический паспорт;
- обладать широким спектром антагонистической активности в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов;
- не должны угнетать активность нормальной микрофлоры;
- быть безопасными для людей, включая иммунологическую безопасность;
- производственные штаммы должны быть стабильными по биологической активности и удовлетворять технологическим требованиям.

Основные группы пробиотиков и продуктов функционального питания на основе микроорганизмов представлены в табл. 8.



Основные группы пробиотиков и продуктов функционального питания  
на основе микроорганизмов

Пробиотики, содержащие живые микроорганизмы (монокультуры или их комплексы)
Пробиотики, содержащие структурные компоненты микроорганизмов – представителей нормальной микрофлоры или их метаболиты
Пробиотики микробного или иного происхождения, стимулирующие рост и активность бифидобактерий и лактобацилл – представителей нормальной микрофлоры
Пробиотики, представляющие собой комплекс живых микроорганизмов, их структурных компонентов и метаболитов в различных сочетаниях и соединениях, стимулирующих рост представителей нормальной микрофлоры
Пробиотики на основе генно-инженерных штаммов микроорганизмов, их структурных компонентов и метаболитов с заданными характеристиками
Продукты функционального питания на основе живых микроорганизмов, их метаболитов, других соединений микробного, растительного или животного происхождения, способные поддерживать и восстанавливать здоровье через коррекцию микробной экологии организма "хозяина"

В данном курсе лекций особое внимание будет уделено пробиотическим пищевым продуктам.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 "*пробиотический пищевой продукт – функциональный пищевой продукт, содержащий в качестве физиологически функционального пищевого ингредиента специально выделенные штаммы полезных для человека (непатогенных и нетоксикогенных) живых микроорганизмов, которые благоприятно воздействуют на организм человека через нормализацию микрофлоры пищеварительного тракта*".

*Физиологические аспекты применения пробиотиков.* Пробиотические микроорганизмы, стимулирующие развитие нормальной микрофлоры человека, представляют собой важный компонент функциональных продуктов. Они ведут масштабную работу в организме человека. Впервые это было установлено российским ученым И.И.Мечниковым, удостоенным за это открытие Нобелевской премии.

На рис.13 приведены механизмы положительного эффекта на человека пробиотиков и продуктов функционального питания на основе микроорганизмов.



Рис. 13. Механизмы положительного эффекта на человека пробиотиков

*Технологические аспекты применения пробиотиков.* В современном представлении о здоровом питании термин "пробиотики" прочно связан с функциональными продуктами. При этом из всех групп микроорганизмов наиболее широко в пищевых пробиотических продуктах используются бифидобактерии. Это связано с тем, что 85...98 % всех бактерий, обитающих в кишечнике человека, занимают именно бифидобактерии.

ФАО/ВОЗ по проблемам питания, обозначая прогностическую модель нового поколения здоровых продуктов питания XXI в., считает, что новый век для производства пищевых продуктов будет веком "бифидомании". Введение бифидобактерий в пищевые продукты задача не простая. Общеизвестно, что бифидобактерии – это анаэробные микроорганизмы, т.е. бактерии, живущие в бескислородной среде. Кроме того, они весьма чувствительны к кислой среде и температурным воздействиям. И наконец, бифидобактерии занимают весьма определенную экологическую нишу в биоценозе кишечника "хозяина".

Из перечисления этих свойств бифидобактерий перед практиками пищевой промышленности встают три проблемы:

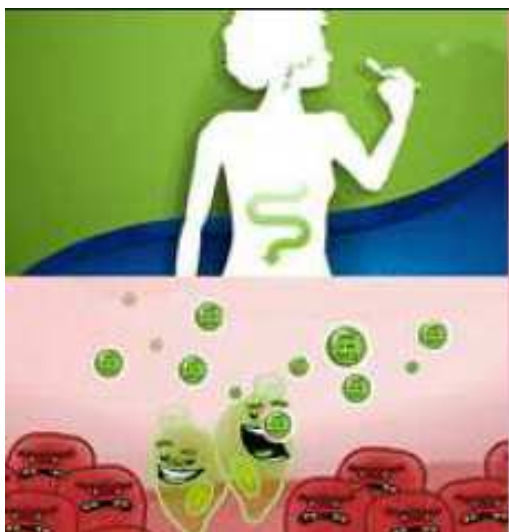
- ✓ способность клеток бифидобактерий к выживанию в процессе производства и хранения продуктов, в которые они внесены. Выживание в больших количествах, при низких значениях pH, например, в кисломолочных продуктах необходимо для попадания жизнеспособных бифидобактерий в организм потребителей;
- ✓ выживаемость бифидобактерий по пути к толстому кишечнику, т.е. в кислой среде человеческого желудка и при контакте с солями желчных

кислот в верхнем отделе тонкого кишечника. Выживание бифидобактерий опять же необходимо в больших количествах для их положительного воздействия на весь бактериальный пул кишечника;

- ✓ приживаемость бифидобактерий-интервентов в большом кишечнике, где они должны выдержать конкуренцию с "родной" микрофлорой "хозяина" за питание и месторасположение (нишу) в колонии.

Итак, учитывая все сказанное, можно констатировать, что "метод интервенции" бифидобактерий в составе продуктов питания в организм "хозяина" весьма ограничен и что разработчики пищевых продуктов вынуждены подбирать не наиболее необходимые человеку культуры бифидобактерий, а их наиболее устойчивые культуры.

### 3.7. Пребиотики как компоненты продуктов функционального питания



Кроме применения пробиотиков существует и иной подход как к производству функциональных продуктов, так и к способу воздействия на микрофлору кишечника. Он базируется на свойствах некоторых пищевых материалов достигать в неизменном виде толстого кишечника, где они служат питательной средой бифидофлоры. Эти вещества называются бифидогенными, а метод воздействия с их помощью на флору кишечника – "методом поддержки". В отличие от "метода интервенции", когда чужие бифидобактерии внедряются в организм "хозяина", при "методе поддержки" делается

ставка на собственные ("родные") бифидобактерии "хозяина", пусть даже и находящиеся в угнетенном состоянии. Речь идет о пребиотиках – физиологически функциональных ингредиентах, способствующих повышению биологической активности нормальной микрофлоры кишечника.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 "пребиотик – это физиологический функциональный пищевой ингредиент в виде вещества или комплекса веществ, обеспечивающий при систематическом употреблении в пищу человеком в составе пищевых продуктов благоприятное воздействие на организм человека в результате избирательной стимуляции роста и/или повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника".

Основные отличия пребиотиков от пробиотиков приведены в табл. 9.

## Сравнительная характеристика про- и пребиотиков

Параметр	Пробиотики	Пребиотики
<b>Состав</b>	Содержат живые клетки нормофлоры кишечника: бифидобактерии, лактобациллы и проч.	Содержат вещества, являющиеся нутрицевтиками (пищей) для нормофлоры кишечника
<b>Действие</b>	Инфицируют (заселяют) кишечник экзогенной (чужеродной) микрофлорой	Стимулируют рост индигенной (собственной) микрофлоры кишечника
<b>Пройодимость</b>	5...10 % живых бактерий, содержащихся в пробиотиках, достигает толстой кишки	Не перевариваются в верхних отделах ЖКТ и в неизменном виде достигают толстой кишки
<b>Хранение</b>	В темном, прохладном месте: количество живых бактерий в пробиотиках зависит от условий и срока хранения	Условия и сроки хранения которых почти не влияют на их бифидогенные свойства
<b>Селективность</b>	Из 500 видов нормофлоры кишечника, препараты-пробиотики содержат только 1...2 штамма полезных бактерий	Стимулируют всю популяцию полезных бактерий

Для того чтобы какое-то вещество можно было охарактеризовать как пребиотик, оно должно удовлетворять следующим требованиям:

- ✓ не гидролизаться пищеварительными ферментами и не всасываться в верхних отделах желудочно-кишечного тракта (ЖКТ);
- ✓ являться селективным субстратом для одного или нескольких видов полезных бактерий;
- ✓ обладать способностью изменять баланс кишечной микрофлоры в сторону более благоприятного для организма "хозяина" состава;
- ✓ индуцировать полезные эффекты не только на уровне ЖКТ, но и на уровне организма в целом, т.е. системные эффекты.

Пребиотики – вещества разнообразные по происхождению и по свойствам. В классической теории, сформулированной учеными более 10 лет назад, к пребиотикам относили только три вещества: инулин (и олигофруктозу), галактоолигосахариды (встречаются в грудном молоке) и лактулозу. Современные специалисты значительно расширили этот список (табл.10).

## Основные виды бифидогенных факторов

Группа	Ростостимулирующее вещество
Спирты	Ксилит, сорбит и др.
Олигосахариды	Лактулоза, соевые олигосахариды, фруктоолигосахариды, галактоолигосахариды, изомальтоолигосахариды, ксилоолигосахариды, арабиногалактоолигосахариды и др.
Полисахариды	Пектины, пуллулан, декстрины, инулин и др.
Ферменты	$\beta$ -галактозидазы микробного генеза, лизоцим, протеазы сахаромицетов и др.
Пептиды	Соевые, молочные и др.
Аминокислоты	Валин, аргинин, глутаминовая кислота и др.
Антиоксиданты	Витамины А, С, Е, $\alpha$ -, $\beta$ -каротины, другие каротиноиды, глутатион, убихинон, соли селена и др.
Ненасыщенные жирные кислоты	Эйкозапентаеновая кислота и др.
Органические кислоты	Пропионовая, уксусная, лимонная и др.
Растительные и микробные экстракты	Морковный, картофельный, кукурузный, рисовый, тыквенный, чесночный, экстракты дрожжей, водорослей и др.
Другие	Лецитин, парааминометилбензойная кислота, пищевые волокна, лактоферрин, глюконовая кислота и др.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 основными видами пребиотиков являются: ди- и трисахариды; олиго- и полисахариды; многоатомные спирты; аминокислоты и пептиды; ферменты; органические низкомолекулярные и ненасыщенные высшие жирные кислоты; антиоксиданты; полезные для человека растительные и микробные экстракты и другие.

Пребиотические вещества производятся из различных видов пищевого сырья. Они могут быть экстрагированы из природных источников или получены биотехнологическим путем с применением специфических ферментов – карбогидраз. Источниками их получения могут служить также отходы и побочные продукты пищевых производств: отруби, оболочки зерновых, фруктовая пульпа, жом сахарной свеклы и тростника, жмыхи, картофельная выжимка, клеточные стенки растений. В настоящее время существуют четыре принципиально разных направления промышленного получения пребиотиков (табл. 11).

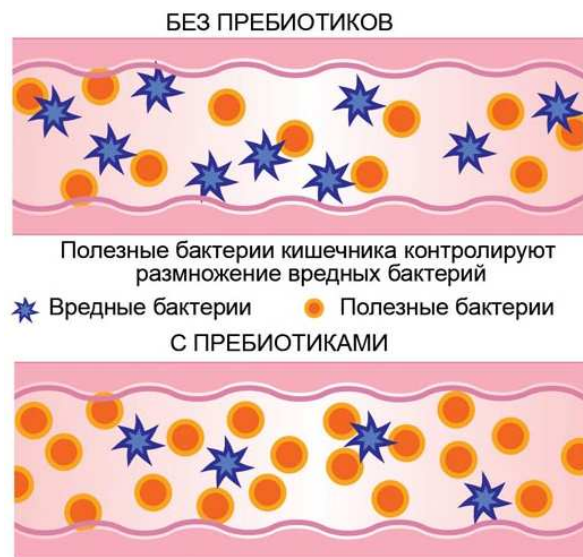
## Способы получения пребиотиков

Способ получения	Выделение из природных источников	Ферментативный или кислотный гидролиз	Химический синтез	Ферментативный синтез
<b>Источники</b>	Соя, сахарный тростник, сахарная свекла, топинамбур, цикорий, молочная сыворотка, водоросли, грибы и актиномицеты, злаковые (отруби)	Галактаны, ксиланы, хитин, ламинараны, арабиноксиланы, пектиновые вещества	Лактоза, сахароза, мальтио-олигосахариды	Сахароза, мальтоза, лактоза, мальтодекстрины
<b>Пребиотические вещества</b>	Галактоолигосахариды, фруктоолигосахариды, инулин, лактоглобулины, гликопептиды, гетероглюканы, лектинаны, устойчивый крахмал, пищевые волокна	Галактоолигосахариды, арабиноксилоолигосахариды, галактуроноолигосахариды, N – глюкозаминовые олигосахариды, 1,3 – глюкоолигосахариды	Лактулоза, трансгалактоолигосахариды, галактоолигосахариды	Фруктоолигосахариды, изомальтоолигосахариды, лактулоза, циклодекстрины

*Физиологические аспекты применения пребиотиков.* Пребиотики обладают следующими важными свойствами:

- ✓ они не расщепляются пищеварительными ферментами и не всасываются в верхнем отделе ЖКТ;
- ✓ они являются питательной средой для полезных микроорганизмов и положительно влияют на их рост и жизнедеятельность;
- ✓ они оказывают положительное действие не только на ЖКТ, но и на весь организм.

Пребиотики – это углеводы, которые состоят из нескольких молекул, соединенных между собой  $\beta$ -гликозидными связями. Так как в человеческой ферментной системе отсутствует специфический фермент, расщепляющий  $\beta$ -гликозидные связи, то пребиотические углеводы не расщепляются ферментами верхних отделов ЖКТ и доходят в неизменном виде до толстого кишечника. Там они подвергаются процессу ферментации бифидобактериями и служат для них факторами роста. Таким образом, ключевым моментом в характеристике пребиотиков является их избирательное стимулирование полезных для человеческого организма представителей кишечной микрофлоры, к которым, в первую очередь, относятся бифидобактерии и лактобациллы.



При регулярном употреблении пребиотиков в течение двух недель численность полезной бифидофлоры может увеличиться до 10 раз и составить до 80 % общей массы, содержащихся в кишечнике бактерий, что, в свою очередь, приведет к уменьшению численности патогенной микрофлоры.

*Технологические аспекты применения пребиотиков.* В ряде стран пребиотики производятся в промышленном масштабе, при этом большую часть такой продукции

составляют олигосахариды, такие как фруктоолигосахариды (*FOS*), трансгалактозилированные олигосахариды (*TOS*), соевые олигосахариды (*SOE*), лактулоза, а также полисахариды – инулин, пектины.

Эти ингредиенты нашли широкое применение во множестве разнообразных пищевых продуктов и напитков – всех без исключения молочных продуктах, хлебобулочных и макаронных изделиях, продуктах детского питания, включая заменители грудного молока, безалкогольных и порошковых напитках, кондитерских изделиях, масложировых, мясных и зерновых продуктах.

Они могут добавляться в пищевые продукты как в качестве функциональной добавки, так и для замены жира, улучшения вкуса и текстуры, а в напитки как заменитель сахара. Так, например, коэффициент сладости *FOS* по сравнению с обычным сахаром составляет 0,4...0,6. Он обладает низкой калорийностью и может быть рекомендован людям, склонным к ожирению.

Доказанная полезность для здоровья данных физиологически функциональных ингредиентов, их высокая технологичность, способность понижать содержание жира и сахара, а значит, и калорийность, обеспечивать готовым продуктам функциональные свойства и прекрасные потребительские качества делает их инновационными пищевыми ингредиентами, открывающими новые горизонты перед производителями продуктов питания и напитков в создании продуктов будущего. Предполагается, что в ближайшее время мировое производство подобных пребиотиков достигнет сотен тысяч тонн.

Ниже дана краткая характеристика наиболее распространенных пребиотиков.

*Фруктоолигосахариды (FOS).* Наиболее изученными сегодня пребиотиками являются фруктоолигосахариды, которые встречаются во многих растениях, таких как топинамбур, цикорий, бананы, инжир, лук и др. Важные свойства *FOS* – их способность уменьшать абсорбцию в кишечнике углеводов и липидов, нормализуя при этом уровень сывороточных липидов и глюкозы в крови, устранять нарушения обмена углеводов и липидов у больных сахарным

диабетом. Коммерческие препараты фруктоолигосахаридов (*Neosugar*, *NutraFlora*, *Actilight*) представляют собой смесь три-, тетра- и пентасахаридов глюкозы и фруктозы. Промышленное производство путем энзиматического превращения сахарозы осуществляет фирма "Meiji Seika", производственные площади которой имеются в Японии, Южной Корее, Таиланде. Основным потребителем продукта – Япония, остальное экспортируется в США и Францию. Ежегодный прирост продаж составляет 30 %. *FOS* входит в состав более 500 японских продуктов и считается стратегическим продуктом для поддержания здоровья нации.

*Трансгалактозилированные олигосахариды (TOS)* получают либо химическим путем, используя минеральные кислоты, либо за счет специальных энзиматических реакций (например, путем обработки модифицированных сахаров специальными экзогликозидазными ферментами). Получаемые олигосахариды представляют собой смесь три-, тетра-, пента- и гексасахаридов галактозы и глюкозы. Они преимущественно утилизируются только бифидобактериями, хотя некоторые культуры лактобацилл, бактероидов, стрептококков и энтеробактерий также способны усваивать эти олигосахариды. Потребность человека в них составляет 3...10 г в день.

*Соевый олигосахарид (SOE)* представляет собой смесь сахарозы (44 %), стахилозы (23 %), раффинозы (7 %) и моносахаридов. Главные компоненты *SOE* не перевариваются в верхнем отделе ЖКТ, но подвергаются ферментации микроорганизмами толстого кишечника. Все штаммы бифидобактерий, за исключением *B. bifidum*, активно ферментируют соевый олигосахарид. Испытания, проведенные на добровольцах в Японии, показали, что *SOE* по сравнению с другими олигосахаридами в 3 раза интенсивнее влияет на рост бифидобактерий.

*Лактулоза* (1,4-β-галактозидофруктоза) была первым искусственно полученным соединением, внедренным в широкую практику в качестве бифидогенного фактора. В промышленных масштабах лактулозу получают из лактозы методом изомеризации в щелочной среде при повышенной температуре. В настоящее время в мире общий объем производства лактулозы составляет около 20000 тонн в год, и это значительно больше, чем производство любого из известных 12 бифидогенных олигосахаридов. Крупнейшим производителем лактулозы в мире является фирма "Solway" в Нидерландах, производящая около 10000 тонн продукта ежегодно. Второй по величине производитель лактулозы – Япония, фирма "Morinaga Milk Industry CO Ltd". Достаточно отметить, что использование в Японии лактулозы законодательно одобрено правительством как специального пищевого материала для поддержания здоровья нации. В России в 1997 году появились отечественные производители лактулозы – ЗАО "Лактусан", ЗАО "Фелицата", которые запатентовали сиропы "Лактусан" для пищевой промышленности и "Алкософт" для производства алкогольных и безалкогольных напитков.

В Европе широко используют инулиноподобные фруктановые пребиотики. Инулин является полисахаридом, построенным из остатков



фруктозы, поэтому такие полисахариды называют растительными фруктанами. Для фруктанов, так же как и для олигосахаридов, характерна устойчивость к ферментам верхних отделов желудочно-кишечного тракта, в нерасщепленном виде они достигают слепой кишки, после чего начинается микробная ферментация. Интересной особенностью инулина как пребиотика является то, что он не влияет на рост бифидофлоры в случае нормального ее содержания, но стимулирует при уменьшении титра. Инулин назначают от 9 до 34 г в сутки. В виде муки из топинамбура он входит в состав комбинированного американского пребиотика "Optiflora". Инулин обладает синергетическим действием с олигосахаридами.

Не вызывает сомнения, что научно-обоснованное использование пробиотиков и пребиотиков, а также продуктов функционального питания на их основе является важным приемом сохранения и восстановления здоровья нации. Следует надеяться, что в XXI веке микробиологические подходы сохранят достойное место среди современных технологий профилактической и восстановительной медицины. Важным фактом является и то, что пересматриваются и научно обосновываются пути нормализации микрофлоры кишечника, где на первое место выходят про- и пребиотики, а не биотерапевтические агенты или антибиотики.

### Контрольные вопросы



1. Дайте определение понятия "физиологически функциональный пищевой ингредиент".
2. Назовите три основных способа обогащения продуктов пищевыми волокнами.
3. С работой какого органа в основном связаны физиологические аспекты применения пищевых волокон?
4. Назовите основные принципы обогащения продуктов витаминами и минеральными веществами.
5. Назовите оптимальное соотношение ПНЖК семейства  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 в рационе здорового человека.
6. Перечислите четыре основных способа обеспечения организма ПНЖК.
7. Дайте определение понятия "пробиотик".
8. Перечислите пять категорий пробиотиков. Какая из данных категорий наиболее оптимальна для коррекции микрофлоры индивидуума?
9. Чем пребиотик отличается от пробиотика?
10. Назовите не менее двух пребиотиков, которые в настоящее время широко используются при производстве пищевых продуктов.

## 4. Основные группы и особенности функциональных продуктов

### 4.1. Состояние и перспективы развития производства функциональных хлебобулочных изделий



Анализ научных и промышленных разработок в области ФПП, представляемых уже несколько лет на европейском саммите "Food ingredients", свидетельствует, что в настоящее время в мире позитивное развитие получили четыре группы функциональных продуктов – продукты на зерновой, молочной и жировой основе, а также безалкогольные напитки.

Хлеб – один из наиболее употребляемых населением продуктов питания. Введение в его рецептуру компонентов, придающих функциональные свойства, позволит эффективно решить проблему профилактики и лечения различных заболеваний, связанных с дефицитом тех или иных веществ.

Анализ ассортиментной политики предприятий хлебопекарной отрасли свидетельствует о том, что практически на всех предприятиях выпускаются изделия, предназначенные для функционального питания. В рецептуру изделий включаются различные зернопродукты, сырье с пищевыми волокнами, пектины, витаминно-минеральные препараты, белоксодержащие обогатители (соевые, молочные), биоактивированные продукты (на основе пророщенной пшеницы, ржи, сои).

Разработано значительное количество разнообразных хлебобулочных изделий для функционального питания; имеется широкий ассортимент изделий, предназначенный для питания людей, имеющих предрасположенность к тем или иным болезням, а также лиц, проживающих в экологически неблагоприятных регионах страны, для рабочих тяжелых профессий, детей дошкольного возраста и пожилых людей. Примеры приведены ниже:

- € с кальцием, витаминами, витаминно-минеральными препаратами, белковыми обогатителями, пшеничными зародышевыми хлопьями – для детей;
- € с пищевыми волокнами (с отрубями, из муки цельносмолотого зерна) – для людей среднего и пожилого возраста;
- € для людей разных профессий: с повышенным содержанием белка и витаминов, витаминно-минеральных препаратов (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР и Са) – для шахтеров, металлургов;

€ пониженной калорийности – для людей, профессии которых не связаны с большой физической нагрузкой;

€ для населения зон экологического неблагополучия – с использованием радиопротекторных компонентов, детоксикантов –  $\beta$ -каротина, микрокристаллической целлюлозы, пектиносодержащих продуктов, морепродуктов (порошок морской капусты), кальция, йодсодержащих препаратов, семян льна и др.

Таким образом, можно констатировать, что рынок производства функциональных хлебобулочных изделий имеет в перспективе большой потенциал для роста.

#### 4.2. Состояние и перспективы развития производства функциональных молочных продуктов



Современный рынок продуктов функционального питания на 65 % состоит из молочных продуктов.

Молоко и молочные продукты относят к наиболее распространенным продуктам питания, входящим в состав рационов всех категорий населения. Это объясняется уникальным составом и свойствами молока, а также возможностью вырабатывать из него большое количество разнообразных продуктов питания.

Обобщенный анализ рынка продуктов функционального питания на молочной основе позволяет разделить их на три основные группы:

*Первая группа* – молочные продукты, обладающие пробиотическими и (или) пребиотическими свойствами. К ним могут быть отнесены традиционные (классические) кисломолочные продукты; кисломолочные продукты, обогащенные бифидобактериями; молочные продукты с пребиотиками; молочные продукты, обогащенные синбиотиками (сочетание пробиотика с пребиотиком).

*Вторая группа* – биологически активные добавки к пище, включающие БАД-нутрицевтики, БАД-пробиотики; БАД-парафармацевтики.

*Третья группа* – группа, объединяющая продукты лечебного и лечебно-профилактического питания; детского и геродиетического питания; продукты для питания участников образовательного процесса (школьники, студенты и т.п.); продукты для спорта и фитнеса; молочные и молокосодержащие продукты со сбалансированным составом по основным нутриентам для

детерминированных групп потребителей.

Первым кисломолочным продуктом, который можно считать родоначальником продуктов функционального питания, являлся напиток Якулт, изготовленный и выпущенный на японский рынок в 1955 г японской фирмой "Yakult Honsha Group". Реализация напитка Якулт (Yakult) проходила под лозунгом: "Хорошая, скоординированная флора кишечника определяет здоровье человека". В последующие три года заводы по производству ферментированного кисломолочного напитка Якулт были построены в Голландии (1994), Великобритании (1995), Германии (1996). К началу 1990 года на зарубежных рынках помимо упомянутого выше Yakult присутствовало относительно небольшое количество и других кисломолочных продуктов с доказанными лечебно-профилактическими характеристиками. При их изготовлении использовались специально отобранные штаммы *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* и *Bifidobacterium bifidus*, *B. Breve* и *L. casei* в различных комбинациях.

Первой в постсоветской России производить функциональные продукты стала компания "Вимм-Билль-Данн", которая до сих пор остается лидером сегмента. В настоящее время основными игроками на российском рынке обогащенных молочных продуктов являются компании "Вимм-Билль-Данн" ("Мажитэль", "Био-Макс", "Имунеле", "Агуша"), Danone ("Активия", "Actimel", "Данакор", "Danone"), "Юнимилк" ("Био Баланс», "Смешарики").

#### 4.3. Состояние и перспективы развития производства функциональных жировых продуктов

Жировые продукты обычно не позиционируют как "полезные для здоровья", очевидно, из-за опасений, связанных с риском ожирения или риском сердечно-сосудистых заболеваний. Отсутствуют они и в структуре рынка функциональных продуктов США, где, как известно, ожирением, в том числе в тяжелой форме, страдает более половины населения. При этом и в США, и в европейских странах уже существует ассортимент жировых продуктов,



обогащенных ПНЖК, жирорастворимыми витаминами, фосфолипидами, фитостеринами, которые благодаря подобным модификациям состава и связанным с ними эффектам физиологического воздействия могут быть отнесены к категории ФПП.

На примере продукции масложировой отрасли можно выделить несколько разновидностей ФПП.

Первая группа – продукты, изначально содержащие значительное

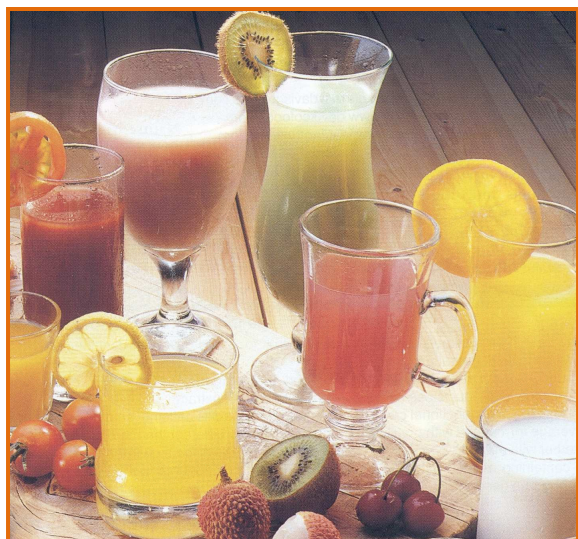
количество одного или нескольких функциональных ингредиентов. Примером служат масла с высоким содержанием  $\omega$ -3 ПНЖК (масла тропических фруктов, семян сои, растений семейства шалфеевых, масла рыб, обитающих в Северной Атлантике и холодных областях Тихого океана) и токоферола (масло из зародышей пшеницы, соевое, арахисовое и подсолнечное масла).

*Вторая группа* – продукты, из которых исключены вещества, вредные для здоровья и/или препятствующие проявлению его функциональности. Уменьшения доли вредных для здоровья веществ в жировом продукте достигают за счет снижения в его составе доли животных жиров, включающих насыщенные жирные кислоты, холестерина, а также гидрированных жиров с высоким содержанием трансизомерных жирных кислот.

*Третья группа* – продукты, в которых в результате тех или иных модификаций усилено действие входящих в них функциональных ингредиентов. Так, внесение натуральных антиоксидантов, таких как лецитин и аскорбилпальмитат, в жиры и жиросодержащие продукты препятствует их порче и утрате содержащихся в них витаминов А и Е. Применение в эмульсионных жировых продуктах витамина В<sub>6</sub> наиболее эффективно в составе многокомпонентных витаминных премиксов, поскольку некоторые витамины группы В, такие как рибофлавин, биотин, ниацин, являясь синергистами витамина В<sub>6</sub>, усиливают его активность.

Наиболее распространена *четвертая группа* ФПП – продукты, обогащенные каким-либо функциональным ингредиентом. Для обогащения жировых продуктов, как правило, применяют витамины А, Д, Е,  $\beta$ -каротин, ПНЖК и их источники, фосфолипиды, в последнее время – растворимые пищевые волокна, фитостерины.

#### **4.4. Состояние и перспективы развития производства функциональных безалкогольных напитков**



Мировой рынок безалкогольных напитков представлен пятью сегментами: 41 % соки и нектары, 28 % безалкогольные напитки, 16 % минеральные воды, 12 % сокосодержащие напитки, 3 % новые виды напитков. Сегмент "новые виды" включает функциональные напитки на основе воды или соков с добавлением ингредиентов, придающих продуктам функциональные свойства. Рост популярности функциональных напитков за последние пять лет стал

рекордным по всему миру. Для российского рынка функциональные напитки как сектор безалкогольных напитков достаточно нов и представлен довольно узким ассортиментом, но возможности его развития трудно переоценить. В настоящее время в России существует приоритетная программа развития индустрии напитков, предусматривающая выпуск напитков с функциональными свойствами, которая включает несколько актуальных направлений получения функциональных напитков.

*Во-первых*, создание напитков, восполняющих дефицит эссенциальных пищевых веществ. Это направление в достаточной степени реализуется уже сегодня, свидетельством чего является широкое присутствие на рынке напитков АСЕ-группы, а также мультивитаминных напитков.

*Вторым направлением* является создание напитков, восполняющих энергетические затраты и повышающих физическую и умственную работоспособность. В основном это производство напитков, содержащих большое количество углеводов в виде сахара, незаменимые аминокислоты, кофеин, экстракты растений, обладающих биостимулирующими свойствами.

*Третьим направлением* предусматривается создание напитков для профилактики соматических заболеваний человека. Это такие напитки, которые способны препятствовать возникновению и развитию сердечно-сосудистых заболеваний и заболеваний ЖКТ с помощью витаминов, ПНЖК, минеральных веществ и пищевых волокон.

*Четвертым направлением* планируется создание напитков, предупреждающих негативное влияние на здоровье человека агрессивных факторов среды, обладающих генотоксическими, иммунотоксическими, тератогенными и другими токсикологическими эффектами.

Потребление безалкогольных напитков, обогащенных функциональными ингредиентами, может внести существенный вклад в снижение острого дефицита в питании физиологически значимых веществ и тем самым способствовать укреплению здоровья населения нашей страны.

### Контрольные вопросы



1. Каковы направления развития хлебобулочных изделий функционального назначения?
2. Назовите наиболее распространенную категорию молочных продуктов функционального назначения.
3. Какие группы функциональных жировых продуктов имеют наибольшие перспективы для развития?

Перечислите актуальные направления получения функциональных напитков.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доронин, А.Ф. Функциональное питание /А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. – М.: ГРАНТЪ, 2002. – 296 с.
2. Юдина, С.Б. Технология продуктов функционального питания / С.Б. Юдина. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 280 с.
3. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд. / Л.Г. Ипатова [и др.]. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 396 с.
4. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология. / В.Б. Спиричев [и др.]; под общ. ред. Е.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сибирское универ. изд-во, 2006. – 548с.
5. Методические указания МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации"– М., 2008.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
<b>1. Питание и здоровье человека</b>	<b>4</b>
1.1. Факторы, влияющие на изменение состояния здоровья населения	4
1.2. Проблемы современного питания	6
1.3. Теории питания	11
1.4. Основы физиологии пищеварения и обмена веществ	15
1.5. Виды питания	20
<b>2. Функциональные пищевые продукты в современном питании</b>	<b>22</b>
2.1. Функциональное питание: история развития	22
2.2. Функциональное питание и его место в структуре современного питания	24
2.3. Научные основы создания функциональных продуктов питания	28
2.4. Основные категории функциональных пищевых продуктов	29
<b>3. Основные группы физиологически функциональных пищевых ингредиентов</b>	<b>32</b>
3.1. Требования, предъявляемые к физиологически функциональным пищевым ингредиентам	32
3.2. Характеристика функциональных свойств пищевых волокон	34
3.3. Витамины и антиоксиданты как компоненты продуктов функционального питания	42
3.4. Функциональная роль минеральных элементов	50
3.5. Ненасыщенные жирные кислоты как компоненты продуктов функционального питания	54
3.6. Пробиотики как компоненты продуктов функционального питания	61
3.7. Пребиотики как компоненты продуктов функционального питания	66
<b>4. Основные группы и особенности функциональных продуктов</b>	<b>73</b>
4.1. Состояние и перспективы развития производства функциональных хлебобулочных изделий	73
4.2. Состояние и перспективы развития производства функциональных молочных продуктов	74
4.3. Состояние и перспективы развития производства функциональных жировых продуктов	75
4.4. Состояние и перспективы развития производства функциональных безалкогольных напитков	76
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	78



Учебное издание

*Степычева Наталья Вадимовна*

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

ЧАСТЬ 1.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Редактор О.А.Соловьева

Подписано в печать 9.04.2012. Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л.4,65.

Уч.-изд. л. 5,16 . Тираж 100 экз. Заказ

ФГБОУ ВПО Ивановский государственный химико-технологический  
университет

Отпечатано на полиграфическом оборудовании кафедры экономики и финансов  
ФГБОУ ВПО «ИГХТУ»

153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 7